



Klimaschutzkonzept

Abschlussbericht für die Stadt Wertingen



gefördert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Klimaschutzkonzept

Abschlussbericht für die Stadt Wertingen



gefördert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Impressum

Herausgeber



Am Blütenanger 71
80995 München
+49 (0)89 158121-0
info@ffe.de
www.ffe.de

Abschlussbericht zum Projekt

Klimaschutzkonzept für die
Stadt Wertingen

Veröffentlicht am

14.02.2024

Projektleitung

Simon Koderer, M. Sc.

Bearbeiter:innen

Frank Veitengruber, M. Sc.
Sarah Heiler, M. Sc.
Fabian Jetter, M. Sc.

Stellv. wissenschaftlicher Leiter

Dr.-Ing. Serafin von Roon

Geschäftsleitung

Dr.-Ing. Serafin von Roon
Dr.-Ing. Christoph Pellingner
Dr.-Ing. Anna Gruber
Dr.-Ing. Andrej Guminski

Projektpartner

Stadt Wertingen

Bitte zitieren als

FfE (2024): Klimaschutzkonzept für die Stadt
Wertingen. Abschlussbericht im Auftrag der Stadt
Wertingen

Förderkennzeichen

RvS-SG55.1-8704.6-3/66/5



Versionsnummer Vorlage: TL20230613

Danksagung

Das integrierte Klimaschutzkonzept wurde unter Beteiligung vieler regionaler Akteur:innen erstellt: Bürgerinnen und Bürger, Vertreter:innen von Verbänden und Vereinen sowie Vertreter:innen aus Wirtschaft und Politik. Allen Mitwirkenden danken wir herzlich für das Engagement.

Haftungsausschluss

Wir haben alle in dem hier vorliegenden Klimaschutzkonzept bereitgestellten Informationen nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und geprüft. Es kann jedoch keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen übernommen werden.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	4
1 Ausgangssituation	7
2 Methodik und Datenbasis	9
2.1 Vorgehensweise bei der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes	9
2.2 Datenbasis und Regionenmodell	10
3 Bestandsanalyse für Wertingen	12
3.1 Endenergiebilanz	12
3.1.1 Strom	13
3.1.2 Wärme	14
3.1.3 Mobilität	16
3.2 Treibhausgasbilanz	18
3.2.1 Lokaler Emissionsmix der Nahwärme	19
3.2.2 Bundesstrommix im Vergleich zum Territorialstrommix	20
4 Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien	22
4.1 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien	22
4.1.1 Biomasse	22
4.1.2 Solarenergie (Photovoltaik)	23
4.2 Regenerative Wärmeerzeugung	26
4.2.1 Biomasse (Kraft-Wärme-Kopplung)	27
4.2.2 Solarenergie (Solarthermie)	28
4.2.3 Geothermie (Wärmepumpen)	28
5 Potenziale und Szenarien zur Reduktion der CO₂-Emissionen	29
5.1.1 Entwicklungstendenzen im Referenzszenario	30
5.1.2 Entwicklungstendenzen im Klimaschutzszenario	33
5.2 Nutzungspotenziale aus Erneuerbaren Energien	33
5.2.1 Solarenergie	33
5.2.2 Biomasse	37
5.2.3 Windkraft	38
5.2.4 Wasserkraft	39
5.2.5 Geothermie	39
5.3 Szenarioergebnisse	42
5.3.1 Energieeinsparung und Energieeffizienz	42
5.3.2 Entwicklung des Wärmesektors	44
5.3.3 Entwicklung des Verkehrssektors	45
5.3.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen	46

6	Empfehlungen zu energie- und klimapolitischen Zielen	48
7	Klimaschutzmaßnahmen	51
7.1	Handlungsoptionen der Stadt	51
7.2	Maßnahmenentwicklung	51
7.3	Maßnahmenüberblick und Aufbereitung der Maßnahmen	53
8	Umsetzungs- und Kommunikationsstrategie	54
9	Verstetigungsstrategie	56
9.1	Zentrales Klimaschutzmanagement	56
9.2	Vernetzung relevanter Akteure	57
10	Controlling- und Evaluationskonzept	59
10.1	Parameter und Rahmenbedingungen für das Monitoring von Teilzielen	59
10.2	Rhythmus der Datenerhebung	60
A	Anhang	61
A.1	Emissionsfaktoren zur THG-Bilanzierung	68
A.2	Indikatoren anhand der Szenarienanalyse	68
A.3	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für private Haushalte, Industrie, GHD und öffentliche Einrichtungen	70
A.5	Empfehlungen für Ziele der EEV-Entwicklung nach Sektoren	71
A.6	Empfehlungen für Ziele der THG-Entwicklung nach Sektoren	72
A.6	Ausbauziele auf dem Weg in die Treibhausgasneutralität	73
A.7	Leitbild für Energiewende und Klimaschutz	74
A.8	Maßnahmensteckbriefe	75
A.9	Ausschnitt aus der Maßnahmentabelle im Excelformat	108
A.10	Umsetzungsplan der Maßnahmen	108
	Literaturverzeichnis	61
	Abbildungsverzeichnis	64
	Tabellenverzeichnis	67

1 Ausgangssituation

Die Gestaltung der künftigen Energieversorgung ist aufgrund der Knappheit der fossilen Energieressourcen, einer weltweit erhöhten Energienachfrage, sowie der Notwendigkeit die energiebedingten CO₂-Emissionen zu reduzieren, zu einer Schlüsselaufgabe des 21. Jahrhunderts geworden. Der drohende Klimawandel stellt dabei die größte Herausforderung dar und ist unmittelbar mit den Fragen nach Energieeinsparung, Energieeffizienz und einer möglichst treibhausgasneutralen Energieerzeugung verbunden.

In diesem Zusammenhang hat die Stadt Wertingen ein Klimaschutzkonzept in Auftrag gegeben mit dem Ziel, die Energie- und Klimawende im Stadtgebiet weiter voranzubringen. Das vorliegende Konzept beinhaltet eine umfassende Ist-Zustands-Analyse des Energieverbrauchs für die Anwendungsarten Strom, Wärme und Mobilität sowie der Anteile erneuerbarer Energien. Anschließend werden Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenziale sowie die Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien dargestellt. Daraus abgeleitet ergeben sich die CO₂-Bilanz und mögliche Emissionseinsparungen. Als Ergebnis des Konzeptes werden die erforderlichen Klimaschutzmaßnahmen in einem Katalog zusammengefasst und deren Ziele und Umsetzungsnotwendigkeiten beschrieben.

Kurzcharakteristik

Die Stadt Wertingen liegt im Landkreis Dillingen a.d. Donau im Nordwesten des bayerischen Regierungsbezirks Schwaben. Das bayerische Landesentwicklungsprogramm verortet Wertingen als Mittelzentrum im allgemeinen ländlichen Raum. Das nächstgelegene Oberzentrum Dillingen/Lauingen (Doppelzentrum) liegt ca. 17 km entfernt, die Metropole Augsburg etwa 35 km. Das Stadtgebiet von ca. 51,9 km² Fläche erstreckt sich in Höhenlagen von 410 bis 500 m ü. NHN und wird von den Flüssen Zusam und Laugna durchflossen. Die Stadtgemeinde zählt ca. 9.400 Einwohner und besteht aus der Kernstadt Wertingen mit ihren Stadtteilen Geratshofen, Gottmannshofen, Hettlingen und Reatshofen sowie den umliegenden Stadtteilen Bliensbach, Hirschbach, Hohenreichen, Possenried, Prettelshofen, Rieblingen und Roggden. Wertingen ist darüber hinaus Sitz der Verwaltungsgemeinschaft Wertingen mit insgesamt knapp 15.000 Einwohnern, zu der im Übrigen die Gemeinden Binswangen, Laugna, Villenbach und Zusamaltheim gehören.

Das Siedlungsgebiet der Wertinger Kernstadt gliedert sich in das historische Zentrum zwischen Schloss und Zusam (ca. 10 ha) sowie daran anschließende, vorrangig im 19. und 20. Jahrhundert entstandene Wohn-, Gewerbe und Industriegebiete. Die überbaute Siedlungsfläche weist einschließlich der Stadtteile eine Größe von insgesamt ca. 6,1 km² auf.

In der Statistik der Bundesagentur für Arbeit waren zum 31.12.2021 ca. 5.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort Wertingen erfasst. Im Wohnort Wertingen leben ca. 3.900 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, von denen etwa 1.300 am Ort arbeiten und 2.600 auspendeln. Die Zahl der Pendler beträgt etwa 3.700. Zum o.g. Stichtag waren bei der Bundesagentur für Arbeit in Wertingen 319 Betriebe erfasst, in denen sozialversicherungspflichtig Beschäftigte tätig sind.

Bisherige Aktivität der Stadt

In Wertingen wurden in den vergangenen Jahren bereits mehrere Projekte zum Schutz des Klimas und der Umwelt begonnen oder umgesetzt. Zudem existieren Netzwerke sozialer und bürgerschaftlicher Akteure, die bereits wertvolle Beiträge und Aktionen in den Themenfeldern Umwelt-, Natur- und Klimaschutz geleistet haben. Diese sind im Folgenden exemplarisch je Handlungsfeld aufgelistet.

Handlungsfeld Verkehr

- E-Mobilitätskonzept
- Realisierung einer Carsharing-Station vor dem Rathaus
- Beauftragung eines Verkehrskonzepts (Büro MODUS Consult, Ulm) mit geplanter Durchführung einer Bürgerbefragung und Entwicklung verkehrsplanerischer Maßnahmen

Handlungsfeld Bau und Planung

- Realisierung eines Erweiterungsbaus für die Mittelschule im Passivhaus-Standard
- Neubau des Kindergartens in der Industriestraße als Solar-Aktiv-Haus
- Installation einer PV-Anlage auf den Dächern der Stadthalle, des Kinderhauses Gänseblümchen und der Mittelschule (in Planung)
- Vollständige Umrüstung der städtischen Straßenbeleuchtung auf LED-Leuchten

- Erlass von Vorgaben bzgl. der Versiegelung von Flächen und des Rückhalts von Oberflächenwasser bei der Bescheidung von Bauanträgen
- Vorgaben bei Flachdächern in der Bauleitplanung: Dachbegrünung, Photovoltaik oder Solarthermie

Handlungsfeld Energieeffizienz und erneuerbare Energien

- Regelmäßige Durchführung kostenloser Energieberatungstage für private Immobilienbesitzer und Bauherrn durch einen Energieberater mit BAFA-Zulassung
- Durchführung einer Energieeffizienz-Analyse der städtischen Trinkwasserversorgung
- Durchführung einer Energieberatung für das Gebäude der Landwirtschaftsschule nach BAFA-Vorgaben (Fa. Energiespartechnik GmbH, Ulm)
- Teilnahme der Stadt Wertingen an der Sonnenkampagne des Landkreises Dillingen
- Förderung der Neuanschaffung von Kleinphotovoltaikanlagen der Bürger durch die Stadt Wertingen (25% des Anschaffungspreises bis max. 500 € Fördersumme, Mindestleistung 100 Wp)
- Beheizung des Seniorenzentrums Sankt Klara sowie der Mittelschule Wertingen durch das Hack-schnitzelwerk des Landkreises Dillingen

2 Methodik und Datenbasis

Die Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (fFE) wurde mit der Erstellung des Klimaschutzkonzepts für die Stadt Wertingen beauftragt. Das vorliegende Konzept wurde nach den Richtlinien zum Umwelt-Förderschwerpunkt „Klimaschutz in Kommunen“ im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (Förderrichtlinien Kommunaler Klimaschutz – Komm-KlimaFör) /KOM-01 19P/ erstellt und wird vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz gefördert.

Zielsetzung

Ein Klimaschutzkonzept dient als wertvolles kommunales Planungsinstrument. Es wird mit dem Ziel erstellt, eine klimaverträgliche, möglichst verbrauchsarme, auf Erneuerbare Energien gestützte und intelligente Energieversorgung in der Kommune zu ermöglichen. Schließlich wird der Einsatz unterschiedlicher Technologien zur Minderung der CO₂-Emissionen geprüft und abgestimmt, um eine regionale und idealerweise klimaneutrale Energieversorgung zu erreichen. Der Energie-Dreisprung „Energieeinsparung – Energieeffizienz – Nutzung regenerativer Energien“ gilt dabei stets als Leitprinzip, vgl. Abbildung 2-1.

2.1 Vorgehensweise bei der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes

Ein Klimaschutzkonzept beinhaltet insgesamt drei Schritte, vgl. Abbildung 2-2:

(1) Analyse des Ist-Zustandes (Bestandsanalyse)

Nach einer grundlegenden Übersicht zum Untersuchungsgebiet wird zunächst eine detaillierte Analyse des energetischen Ist-Zustandes auf Gemeindeebene vorgenommen. Dabei werden die aktuellen Energieverbrauchsdaten (Strom, Wärme, Mobilität) erhoben und aufbereitet. Des Weiteren wird die vorhandene Energieinfrastruktur, wie z. B. Gas- und Fernwärmenetze, Heiz-, Heizkraft- und Blockheizkraftwerke, Solarparks, Biogasanlagen und Anlagen zur individuellen Wärmeversorgung untersucht sowie der bereits vorhandene Anteil erneuerbarer Energieerzeugung ausgewiesen.

(2) Potenzial-Analyse (Einsparung und Ausbau Erneuerbarer Energien)

Im zweiten Schritt werden im Rahmen von Zukunftsszenarien Einspar- und Energieeffizienzpotenziale für die einzelnen Sektoren Private Haushalte, Wirtschaft (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie Industrie), öffentliche Einrichtungen und Verkehr ermittelt. Schließlich werden Möglichkeiten des



Abbildung 2-1: Der Energie-Dreisprung

Klimaschutzkonzept

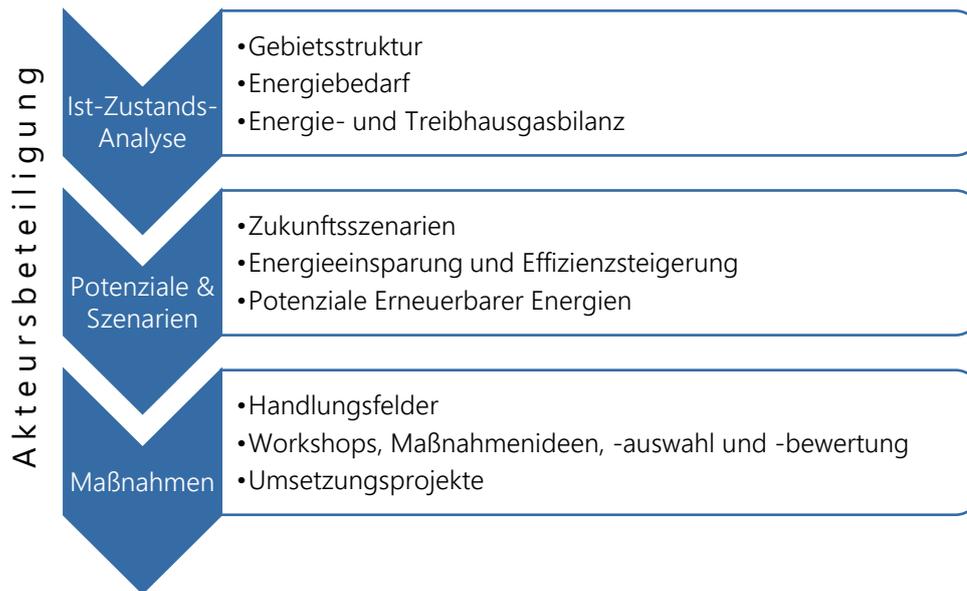


Abbildung 2-2: Vorgehensweise bei der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes, eigene Darstellung nach /DIU-02 18/

Ausbau der regenerativen Energien, wie zum Beispiel Windkraft und Photovoltaik (PV), detailliert untersucht.

(3) Konzeptentwicklung und Maßnahmenkatalog

Aus der Kombination von aktuellem Verbrauch und erhobenen Effizienz- und Erzeugungspotenzialen können im dritten Schritt konkrete Maßnahmen abgeleitet werden. Es werden Handlungsfelder und Handlungsoptionen der Stadt unter anderem im Bereich der eigenen Liegenschaften sowie bei der Öffentlichkeitsarbeit ermittelt. Die Maßnahmen werden hinsichtlich verschiedener Kriterien wie Wirtschaftlichkeit und Personalbedarf bewertet und priorisiert. Daraus ergibt sich schließlich ein Maßnahmenkatalog, der die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes einleitet. Über alle Schritte hinweg werden lokale Akteure frühzeitig und partizipativ bei der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes eingebunden.

Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes

Im Anschluss an die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wird dieses im Stadtrat beschlossen und die Umsetzung der Maßnahmen angeschoben. Dabei ist die Priorisierung der Maßnahmen von entscheidender Bedeutung. In der Regel werden zunächst diejenigen Projekte umgesetzt, die einen gewissen Vorbildcharakter aufweisen oder kostengünstig und schnell umsetzbar sind. Besonders wichtig in der Umsetzungsphase sind außerdem die Erhöhung des Bekanntheitsgrades des Klimaschutzkonzeptes, d. h.

die Veröffentlichung in geeigneter Form sowie der Anstoß weiterführender Projekte.

2.2 Datenbasis und Regionenmodell

Die Datenbasis für das Klimaschutzkonzept setzt sich aus zahlreichen Quellen zusammen. In enger Zusammenarbeit mit der Stadt Wertingen konnten wertvolle Daten erhoben werden, wie zum Beispiel:

- Daten der Strom- und Gasnetzbetreiber (Strom- und Gasabsatz-Daten, Strom-erzeugungsmengen der EEG-vergüteten Anlagen),
- Daten zu den öffentlichen Liegenschaften der Stadt Wertingen,
- Daten zur Wärmenutzung in Biogasanlagen.

Für nicht vorhandene oder nicht zugängliche Daten wurde das Regionenmodell der FfE /FFE-51 14/ herangezogen, welches regional hoch aufgelöste Energieverbräuche auf Basis von statistischen Daten umfasst. Das FfE-Regionenmodell basiert u. a. auf folgenden statistischen Daten:

Soziodemografische Daten

- Einwohnerzahl Deutschlands
- Erwerbstätige nach Wirtschaftssektoren
- Schüleranzahl, Schulen
- Bettenanzahl in Krankenhäusern

3 Bestandsanalyse für Wertingen

Die Untersuchung des energetischen Ist-Zustandes der Stadt Wertingen bildet die Basis für die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes. Die dabei erhobenen Grunddaten werden für alle weiteren Berechnungen und Aussagen des Klimaschutzkonzeptes verwendet und sollten dementsprechend möglichst detailliert sein.

Zunächst soll ein Überblick zum aktuellen Endenergieverbrauch der Stadt Wertingen im Jahr 2021 gegeben werden. Dieser bildet die Basis für alle weiteren Berechnungen im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes.

Nachfolgend werden zahlreiche Berechnungen erläutert, die sich einerseits auf die installierte Leistung bzw. Anlagengröße (in kW/MW/GW) und andererseits auf die Energiemenge (in kWh/MWh/GWh) beziehen. Folgende Einheiten werden verwendet (vgl. Tabelle 3-1).

Die installierte Leistung ist in der Regel die maximale Leistung (oder auch Nennleistung) der in einem Kraftwerk bzw. einer Anlage installierten Generatoren. Sie ist ein Maß für die Dimension oder Größe der Anlage, sagt jedoch noch nichts darüber aus, wie viel Energie damit erzeugt wird. Die Energiemenge (bzw. der Ertrag einer Anlage) wird dagegen zusätzlich durch die Anzahl an Stunden (h) pro Jahr ermittelt, die eine

Anlage mit ihrer Nennleistung läuft und damit Energie produziert.

Beispielrechnung

Eine Windkraftanlage mit 3 MW installierter Leistung läuft pro Jahr beispielsweise 1.500 Stunden (von maximal 8.760 Stunden eines Jahres). Daraus ergibt sich ein Energie- bzw. Stromertrag pro Jahr von $3 \text{ MW} \cdot 1.500 \text{ h} = 4.500 \text{ MWh}$.

3.1 Endenergiebilanz

Der gesamte Endenergieverbrauch wird in Abbildung 3-1 dargestellt und ist in folgende Verbrauchssektoren untergliedert:

- Private Haushalte (PHH)
- Wirtschaft: Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)
- Öffentliche Einrichtungen
- Verkehr

Insgesamt lag der Gesamtendenergieverbrauch der Stadt Wertingen im Jahr 2021 bei knapp 490 GWh. Hierbei entfällt auf den Wirtschafts- und Verkehrssektor mit zusammen rund 81 % der größte Anteil, gefolgt vom Sektor der privaten Haushalte mit rund 18 % und ca. 1 % auf die öffentlichen Einrichtungen.

Tabelle 3-1: Energieeinheiten und Umrechnung, eigene Darstellung

Installierte Leistung		Energiemenge	
Kilowatt	kW	Kilowattstunde	kWh
Megawatt	MW	Megawattstunde	MWh
Gigawatt	GW	Gigawattstunde	GWh
Umrechnung			
$1\text{GW} = 1.000 \text{ MW} = 1.000.000 \text{ kW}$			
$1\text{GWh} = 1.000 \text{ MWh} = 1.000.000 \text{ kWh}$			

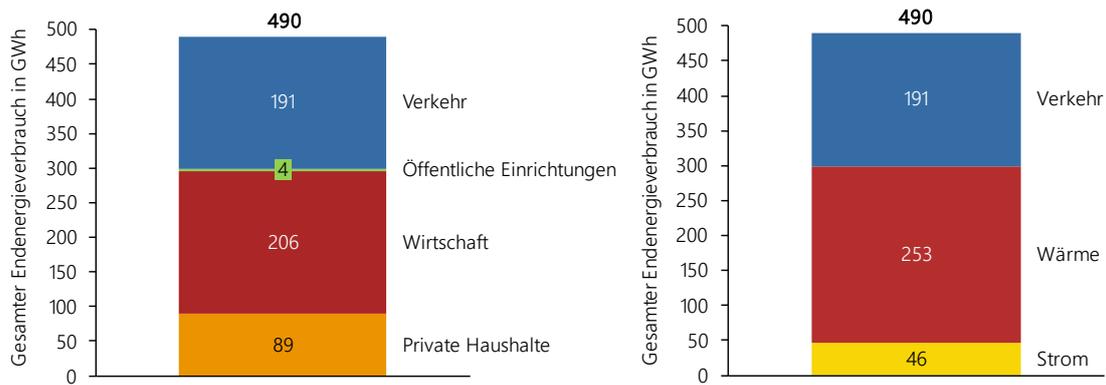


Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch 2021 im Stadtgebiet Wertingen nach Verbrauchssektoren (links) und Anwendungsarten (rechts), eigene Berechnung nach /LEW-02 22/, /BETW-01 22/, /KLÄWE-01 22/, /HURL-01 23/, /AGEB-04 23/, /BAFA-05 22/, /FFE-62 23/, /STAMB-01 22/, /STWE-0123/

Zur Nachhaltung der Bestandsanalyse wurde zudem das Tool „Klimaschutz-Planer“ des Klima-Bündnis e.V. angewandt und die Daten entsprechend hinterlegt.

Insgesamt lag der Gesamtendenergieverbrauch der Stadt Wertingen im Jahr 2021 bei knapp 490 GWh. Hierbei entfällt auf den Wirtschafts- und Verkehrssektor mit zusammen rund 81 % der größte Anteil, gefolgt vom Sektor der privaten Haushalte mit rund 18 % und ca. 1 % auf die öffentlichen Einrichtungen. Zur Nachhaltung der Bestandsanalyse wurde zudem das Tool „Klimaschutz-Planer“ des Klima-Bündnis e.V. angewandt und die Daten entsprechend hinterlegt.

Insgesamt betrug der gesamte Endenergieverbrauch im Stadtgebiet Wertingen für das Jahr 2021 rund 458 GWh, davon waren:

Private Haushalte	89 GWh	18 %
Wirtschaft	206 GWh	42 %
Öffentliche Einrichtungen	4 GWh	1 %
Verkehr:	191 GWh	39 %

Endenergieverbrauch nach Anwendungsarten

Die Unterteilung des Endenergieverbrauchs auf die Anwendungsarten Strom, Wärme und den Kraftstoffverbrauch durch den Verkehrssektor wird in Abbildung 3-1 dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass der

Stromverbrauch dabei mit 9 % einen deutlich geringeren Anteil im Vergleich zum Wärmeverbrauch einnimmt und, dass die Mobilität gut ein Drittel des Endenergieverbrauchs verursacht.

Im Jahr 2021 lag der Endenergieverbrauch des Stadtgebiets Wertingen bei insgesamt 458 GWh, der sich folgendermaßen aufteilt:

Stromverbrauch	46 GWh	9 %
Wärmeverbrauch	253 GWh	52 %
Kraftstoffverbrauch	191 GWh	39 %

Im Folgenden werden die Energieverbräuche, deren Datenbasis und die Vorgehensweise zur Ermittlung des Endenergieverbrauchs je Anwendungsart und deren Verbrauchssektoren detaillierter beschrieben.

3.1.1 Strom

Zunächst wird der Stromverbrauch für Wertingen näher betrachtet.

Datenbasis und Datenaufbereitung

Wertingen wird von dem folgenden Stromnetzbetreiber versorgt:

- LEW (Lechwerke AG)

Von dem Netzbetreiber wurden Daten zu Stromverbrauch und Stromerzeugung abgefragt. Dabei konnten die folgenden Gruppen identifiziert werden:

- Privat: Private Haushalte (PHH) inkl. Heizstrom
- Wirtschaft: Industrie
- GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
- Sonstige: Straßenbeleuchtung, Mobilfunk

Zusätzlich erfolgte eine Bottom-up-Erhebung der Stromverbräuche auf Seiten der Stadt Wertingen für alle öffentlichen Einrichtungen, sodass diese vom erfassten Stromnetzbezug der Netzbetreiber abgegrenzt werden konnten.

Stromverbrauch nach Sektoren

Nachfolgende Abbildung 3-2 zeigt den Stromverbrauch im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, jeweils aufgeteilt nach den Kundengruppen PHH, Wirtschaft (Industrie und GHD) sowie öffentliche Einrichtungen. Es wird deutlich, dass die Industrie mit rund 59 % der weitaus größte Stromverbraucher in Wertingen ist. Der Rest verteilt sich anteilig auf die PHH mit ca. 25 %, den GHD-Sektor mit rund 13 % und zu einem vergleichsweise geringen Anteil auf die öffentlichen Einrichtungen mit ca. 3 %. Heizstrom für Wärmepumpen oder Strom für Elektromobilität wird bilanziell als Endenergieverbrauch dem Wärme- bzw. Mobilitätssektor zugeordnet und ist an dieser Stelle nicht enthalten.

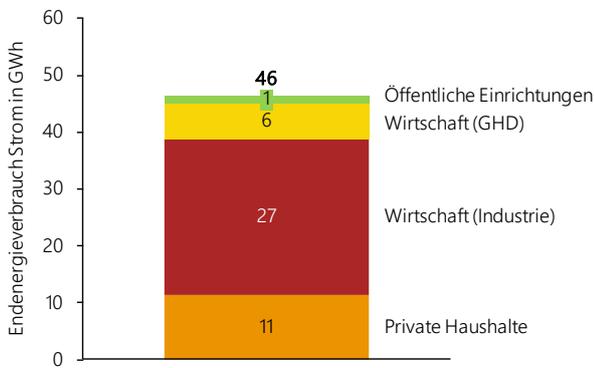


Abbildung 3-2: Stromverbrauch (Endenergie) im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, eigene Darstellung

Insgesamt betrug der Stromverbrauch im Stadtgebiet Wertingen für das Jahr 2021 rund 47 GWh, davon waren:

Private Haushalte	11 GWh	25 %
Wirtschaft	27 GWh	59 %
Öffentliche Einrichtungen	6 GWh	13 %
Verkehr:	1 GWh	3 %

Indikatorenvergleich

Im Benchmarking zeigt sich, dass insbesondere der Stromverbrauch der privaten Haushalte mit 1.198 kWh pro Einwohner unter dem Durchschnitt Bayerns und Deutschlands liegt. Auch der Stromverbrauch der Wirtschaft pro sozialversicherungspflichtig beschäftigter Person liegt mit 6.845 kWh deutlich unter dem Regionenvergleich. Tabelle 3-2 zeigt zusammenfassend die Kennzahlen des Indikatorenvergleichs für Strom. Der Anteil der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien am regionalen Stromverbrauch hingegen liegt mit über 105 % stark über dem bayerischen und deutschen Durchschnitt.

3.1.2 Wärme

Nach dem Stromverbrauch wird im Folgenden der endenergetische Wärmeverbrauch näher untersucht. Dieser ist im Stadtgebiet Wertingen um den Faktor 5,5 höher als der Stromverbrauch (vgl. Abbildung 3-1) und hat daher eine besondere Bedeutung hinsichtlich möglicher Einsparpotenziale. Im Folgenden wurden gemäß Vorgabe keine Witterungskorrektur oder sonstige Korrekturen zur Bereinigung saisonaler Witterungseffekte durchgeführt.

Tabelle 3-2: Indikatorenvergleich für Strom /BLFS-06 22/, /STMWI-07 22/, /STMWI-08 22/, /DESTA TIS-12 23/, /UBA-08 23/, /AGEB-04 23/

Kennzahlen Strom	Wertingen	Bayern	Deutschland
Jahr	2021	2021	2021
Einwohner (Stichtag 31.12.)	9.415	13.176.989	83.237.124
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Stichtag 30.06.)	4.907	5.749.848	33.802.173
Stromverbrauch	46 GWh	77.417 GWh	501.015 GWh
- davon Private Haushalte	11 GWh	20.025 GWh	126.844 GWh
- davon Wirtschaft	33 GWh	55.0580 GWh	361.804 GWh
Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch	105 %	44 %	41 %
Stromverbrauch pro Einwohner	4.950 kWh	5.875 kWh	60.019 kWh
Stromverbrauch Privater Haushalte pro Einwohner	1.198 kWh	1.520 kWh	1.524 kWh
Stromverbrauch Wirtschaft pro Soz.vers.pfl. Besch.	6.845 kWh	9.576 kWh	10.704 kWh

Datenbasis und Datenaufbereitung

Neben zum Beispiel Erdgas als leitungsgebundenem Energieträger sind zur Ermittlung des gesamten Endenergieverbrauchs für den Wärmesektor insbesondere auch nicht-leitungsgebundene Energieträger (z. B. Heizöl, Pellets, Solarthermie etc.) relevant. Dies gestaltet es im Vergleich zum Stromsektor deutlich aufwändiger, eine solide Datenbasis für den Wärmesektor zu erhalten. Um dennoch eine möglichst genaue Auswertung zu ermöglichen, wurden folgende Quelldaten in Zusammenarbeit mit der Stadt Wertingen abgefragt:

- Erdgas: Gasnetzbetreiber Erdgas Schwaben GmbH
- Flüssiggas, Heizöl, Feuerstätten: Kaminkehr Stadt Wertingen
- Biogasanlagen: Erhebung bei den Betreibern über einen Fragebogen
- Heizstrom: Stromnetzbetreiber
- Solarthermie, Wärmepumpen, Pellet/ Scheitholz/ Hackschnitzle: Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle

Wärmeverbrauch nach Sektoren

Die Daten zum Wärmeverbrauch liegen in unterschiedlichster Datenqualität vor. Die Gasverbräuche konnten anhand der Gasabsatzdaten und einer Bottom-up-Erhebung der Stadt Wertingen für eigene Liegenschaften den PHH, der Industrie, dem Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor sowie den öffentlichen Einrichtungen zugeordnet werden. Für Wärmeverbräuche aus Heizöl und energetische Holznutzung konnte durch die Bereitstellung von anonymisierten Daten des Kaminkehrers eine Energieträgeraufteilung vorgenommen werden. Diese Daten wurden anhand des Gasverbrauchs skaliert und auf die Sektoren PHH und Wirtschaft (Industrie & GHD) anhand des Verteilungsschlüssels, der sich anhand der Energiebilanz für Deutschland ergibt /AGEB-04 23/, verteilt. Nahwärme aus Biogas-BHKWs wurde bottom-up in Rücksprache mit den Anlagenbetreibern erhoben und den entsprechenden Verbrauchergruppen zugeordnet. Heizstrom für Wärmepumpen wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt ausschließlich den PHH zugeordnet. Die Ergebnisse zum Ist-Zustand sind in nachfolgender Abbildung 3-3 dargestellt.

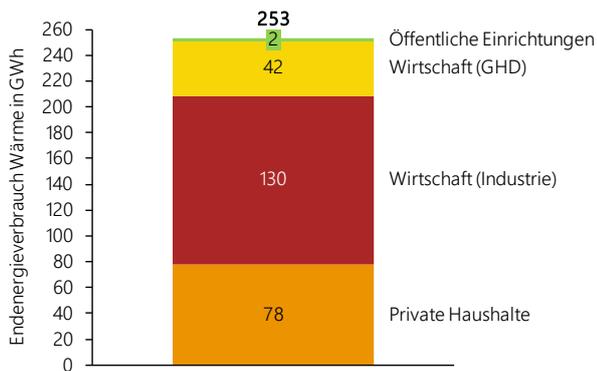


Abbildung 3-3: Wärmeverbrauch (Endenergie) im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, eigene Darstellung

Insgesamt zeigt sich, dass rund 52 % des Gesamtwärmeverbrauchs auf die ortsansässige Industrie entfallen, rund 31 % auf private Haushalte, 16 % auf den GHD-Sektor und ca. 1 % auf öffentliche Einrichtungen.

Insgesamt betrug der Wärmeverbrauch im Stadtgebiet Wertingen für das Jahr 2021 rund 253 GWh, davon waren:

Private Haushalte	78 GWh	31 %
Wirtschaft	130 GWh	52 %
Öffentliche Einrichtungen	42 GWh	16 %
Verkehr:	2 GWh	1 %

Wärmeverbrauch nach Energieträgern

Auf Basis der genannten Quelldaten konnte folgende Auswertung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Energieträgern ermittelt werden (vgl. Abbildung 3-4). 88 % des Wärmeverbrauchs werden über die konventionellen Energieträger Erdgas und Heizöl bereitgestellt. Auf regenerativer Seite haben vor allem die Holznutzung (Scheitholz, Pellet und Hackschnitzel) sowie die Wärmenutzung aus Biogasanlagen hohe Anteile, zusammengenommen rund 10 %. Der Anteil am Endenergieverbrauch von Wärme, der aus Solarthermie und Wärmepumpen bereitgestellt wird, ist unter „Sonstige“ zusammengefasst und im Jahr 2021 mit knapp 2 % verschwindend gering.

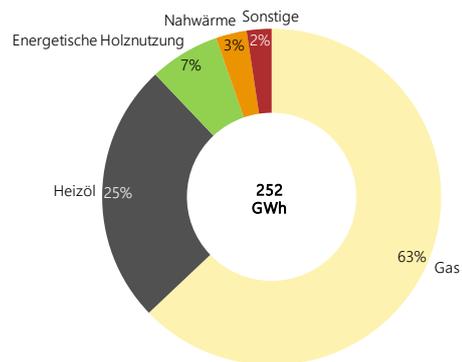


Abbildung 3-4: Wärmeverbrauch (Endenergie) im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, eigene Darstellung

Indikatorenvergleich

Im Benchmarking zeigt sich, dass der Wärmeverbrauch mit rund 26.857 kWh pro Einwohner insgesamt deutlich über dem Mittel im Regionenvergleich liegt. Ein analoger Sachverhalt zeichnet sich für den spezifischen Wärmeverbrauch der Wirtschaft pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigte ab. Im Gegensatz dazu liegt der Wärmeverbrauch privater Haushalte mit 8.295 kWh pro Einwohner nur leicht über dem Mittelwert für Bayern. Der Anteil an Wärmeerzeugung durch Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch liegt mit rund 11 % unter dem Bayern- und Deutschlandmittel im Regionenvergleich. Im Vergleich zum erneuerbar erzeugten Strom ist der Anteil erneuerbarer Wärme deutlich geringer und zeigt Handlungsbedarf auf.

3.1.3 Mobilität

Neben den Anwendungsbereichen Strom und Wärme entfallen rund 39 % des Endenergieverbrauchs auf den Verkehrssektor (vgl. Abbildung 3-1).

Datenbasis und Datenaufbereitung

Zur Bilanzierung des Verkehrssektors nach dem Territorialprinzip, wie es im BISCO-Standard vorgesehen ist, wird eine detaillierte und fundierte Datengrundlage benötigt. So wäre für die Erfassung des Straßenverkehrs eine Verkehrszählung auf allen relevanten Straßen innerhalb des Bilanzierungsgebietes nötig. Aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit wurde zur Ermittlung des verkehrsbedingten Energieverbrauchs vom BISCO-Standard in vertretbarem Maß abgewichen und der Bilanzierungsansatz pragmatisch an die Datenausgangslage angepasst. Infolgedessen wurde

Tabelle 3-3: Indikatorenvergleich für Wärme /BLFS-04 22/, /BLFS-05 22/, /STMWI-07 22/, /DESTATIS-12 23/, /UBA-08 23/, /AGEB-04 23/

Kennzahlen Wärme	Wertingen	Bayern	Deutschland
Einwohner (Stichtag 31.12.)⁴	9.415	13.176.989	83.237.124
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Stichtag 30.06.)⁵	4.907	5.749.848	33.802.173
Wärmeverbrauch	253 GWh	203.222 GWh	1.307.083 GWh
- davon Private Haushalte	78 GWh	104.828 GWh	542.825 GWh
- davon Wirtschaft	172 GWh	98.394 GWh	764.258 GWh
Anteil Erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch	11%	26%	16%
Wärmeverbrauch pro Einwohner	26.857 kWh	15.423 kWh	15.703 kWh
Wärmeverbrauch Privater Haushalte pro Einwohner	8.295 kWh	7.955 kWh	6.521 kWh
Wärmeverbrauch Wirtschaft pro Soz.vers.pfl. Besch.	35.121 kWh	17.112 kWh	22.610 kWh

der Straßenverkehr nach dem Einwohnerprinzip bilanziert.

Um den Verkehrsanteil am gesamten Endenergieverbrauch zu ermitteln, wurden die offiziellen Zahlen zum Fahrzeugbestand nach Fahrzeugtyp beim Bayerischen Landesamt für Statistik abgefragt /KBA-11 22/. Mittels durchschnittlicher Kilometerleistungen (in Kilometern und Litern bzw. Kilowattstunden pro Jahr) aus der bundesweiten Kraftfahrzeugstudie des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung /DIW-02 08/ und der Untersuchung des Kraftfahrtbundesamtes zur Entwicklung der Inländerfahrleistungen /KBA-10 21P/, /KBA-11 21P/ wurde schließlich der Kraftstoffverbrauch inklusive Strom für private Elektromobilität für das Stadtgebiet Wertingen berechnet. Zusätzlich wurde der Stromverbrauch der öffentlichen Elektroladestationen zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus wurde der Endenergieverbrauch des ÖPNV anhand einer Analyse des Augsburger Verkehrsverbundes, dem das Stadtgebiet Wertingen

zugehörig ist /AVV-01 22/, für Wertingen berechnet sowie die Verbrauchsdaten des öffentlichen Fuhrparks von der Stadt Wertingen ermittelt und zur Verfügung gestellt.

In Abbildung 3-5 ist der Kraftstoffverbrauch nach Energieträgern für das Stadtgebiet Wertingen dargestellt. Es zeigt sich, dass nahezu der gesamte Endenergieverbrauch im Sektor Mobilität auf den Benzin- und Dieserverbrauch zurückzuführen ist, wobei Diesel mit über 83 % eine zentrale Rolle zukommt. Der Stromverbrauch für Elektromobilität beträgt im Jahr 2021 0,2 % am gesamten Endenergieverbrauch des Mobilitätssektors.

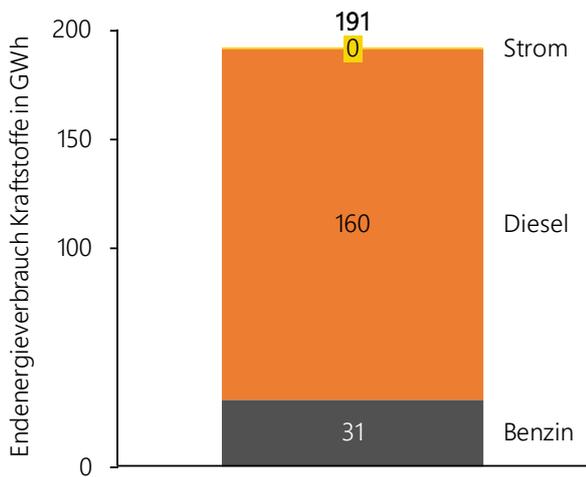


Abbildung 3-5: Kraftstoffverbrauch (Endenergie) im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, eigene Darstellung

Indikatorenvergleich

Im Jahr 2021 (Stichtag 01.01.2022) waren in Wertingen 6.569 Personenkraftfahrzeuge zugelassen /KBA-11 22/. Diese Anzahl ist seit 2010 im Mittel um 1,6 % pro Jahr angestiegen /KBA-11 22/. Mit einer Pkw-Dichte von 698 Pkw pro tausend Einwohner liegt das Stadtgebiet über dem Landkreisdurchschnitt von rund 682 Pkw pro tausend Einwohner /BLFS-03 23/, /KBA-11 22/.

3.2 Treibhausgasbilanz

Auf Basis der erstellten Endenergiebilanz für die Verbrauchssektoren und Anwendungsarten kann die Treibhausgasbilanz aufgestellt werden. Die Emissionen umfassen sowohl CO₂ als auch weitere klimaschädliche Treibhausgase im Allgemeinen, wie z. B. Methan oder Fluorkohlenwasserstoffe – FCKW), und werden in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Im Folgenden werden einheitlich jeweils die CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq.) ausgewiesen. Zusätzlich findet die gesamte energiebezogene Vorkette für z. B. den Abbau und Transport der Energieträger Berücksichtigung. Ferner wird nach Vorgabe zur Bewertung der Emissionen des Stromverbrauchs der Emissionsfaktor des deutschen Bundesstrommix herangezogen. Einen Überblick zu den für die Emissionsbilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren liefert die nachfolgende Tabelle 3-4: Übersicht der Emissionsfaktoren. Eine ausführlichere Aufstellung der Emissionsfaktoren im zeitlichen Verlauf bis 2040 ist dem Anhang A.1 zu entnehmen.

Tabelle 3-4: Übersicht der Emissionsfaktoren

Energieträger	2021
	in g CO ₂ -Äq./kWh
Erdgas, Flüssiggas ¹	234,2
Heizöl ¹	313,9
Hackschnitzel ¹	17,3
Pellet ¹	17,4
Scheitholz ¹	12,6
Nahwärme ²	Vgl. 3.2.1
Solarthermie ¹	19,1
Strom (Bundesmix) ³	485,0
Benzin ¹	298,2
Diesel ¹	292,4

Quellen: (1) GEMIS-Datenbank 5.0 /IINAS-01 21/, (2) Berechnung Lokalmix nach Carnot-Methode (exergetische Allokation), siehe Absatz 3.2.2, (3) /UBA-07 22/

Die Einheit „g CO₂-Äq./kWh“ bedeutet, dass pro Kilowattstunde erzeugter Energie mittels des jeweiligen Energieträgers (z. B. Erdgas) x Gramm CO₂-Äquivalent ausgestoßen werden. Bis auf den Bundesstrommix und den Lokalmix für Nahwärme entstammen alle spezifischen CO₂ Äq.-Werte der frei zugänglichen Datenbank GEMIS (Global Emission Model for Integrated Systems) des Internationalen Instituts für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien und sind daher für jede:n interessierte:n Bürger:in nachvollziehbar /IINAS-01 21/.

Durch Multiplikation des Endenergieverbrauchs mit den genannten CO₂-Äq.-Faktoren ergeben sich rund 137 Kilotonnen CO₂-Äquivalente, die im Jahr 2021 im Stadtgebiet Wertingen ausgestoßen wurden. Abbildung 3-6 zeigt hierfür die Ergebnisse der Treibhausgasbilanz nach Verbrauchssektoren für Wertingen. Es wird deutlich, dass die Emissionen aus dem Verkehrssektor und dem Industrie- und GHD-Sektor (Wirtschaft) mit jeweils gut 40 % einen Großteil der Emissionen ausmachen. Auf die privaten Haushalte entfallen ca. 16 % der Emissionen, wohingegen die öffentlichen Einrichtungen rund 1 % der Emissionen verursachen. Abbildung 3-7 veranschaulicht die

Treibhausgasemissionen für die Anwendungsarten Strom, Wärme und Mobilität. Im Vergleich zu den Verbrauchssektoren wird deutlich, dass ein ähnlicher Anteil der Gesamtemissionen auf den Wärmeverbrauch (43 %) und Verkehrssektor (41 %) entfällt, während der Stromsektor für ca. 16 % der Emissionen verantwortlich ist.

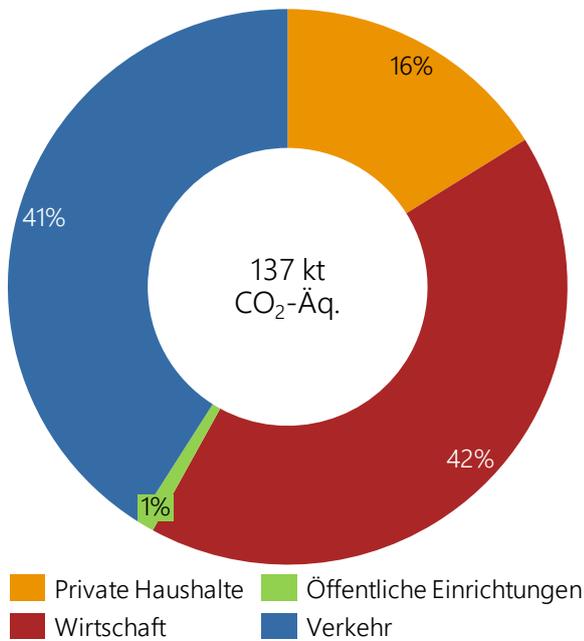


Abbildung 3-6: Treibhausgasemissionen nach Verbrauchssektoren für Wertingen, eigene Darstellung und Berechnung nach /I- INAS-01 21/

Abbildung 3-7 zeigt außerdem den Wärmeanteil der Treibhausgasemissionen von rund 58 Kilotonnen nach Energieträgern. Erdgas und Heizöl als fossile Energieträger sind zusammen für rund 97 % der Emissionen verantwortlich. Auf die restlichen Energieträger zur Wärmebereitstellung entfallen lediglich rund 2 % der Emissionen des Wärmeverbrauchs im Jahr 2021.

Im Stadtgebiet Wertingen wurden im Jahr 2021 rund 136 Kilotonnen CO₂-Äquivalente emittiert. Dies teilt sich wie folgt auf:

Private Haushalte	22,1 kt CO ₂ -Äquivalent	16 %
Wirtschaft	57,3 kt CO ₂ -Äquivalent	42 %
Öffentliche Einrichtungen	1,4 kt CO ₂ -Äquivalent	1 %

Verkehr: 55,1 kt CO₂-Äquivalent 41 %

3.2.1 Lokaler Emissionsmix der Nahwärme

Die Treibhausgasemissionen für Nahwärme werden entsprechend Vorgabe und BSKO-konform nach der Carnot-Methode (exergetische Allokation) berechnet. Neben der Quantität wird hierbei auch die Qualität der Energie betrachtet. Zur Anwendung der Carnot-Methode werden lediglich Input und Output von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) inklusive der Wärmetemperaturniveaus im Wärmenetz benötigt. Die Vorgehensweise zur Berechnung der lokalen THG-Emissionen bzw. des spezifischen Emissionsfaktors für Nahwärme erfolgt in fünf Schritten /IFEU-02 19/:

1. Erfassung Brennstoffinput und der Outputs (Strom/Wärme) des Prozesses
2. Ermittlung der mit der Erzeugung verbundenen Emissionen
3. Berechnung der Exergetiefaktoren der Nahwärme
4. Ermittlung der Allokationsfaktoren für die Strom- und Wärmeauskopplung
5. Zuteilung der Emissionsfrachten auf die jeweiligen Energieträger

Schlussendlich werden die Gesamtemissionen des KWK-Prozesses aus Schritt 2 mit den Allokationsfaktoren aus Schritt 4 multipliziert. Das Ergebnis sind die spezifischen Emissionsfrachten für die jeweiligen Produkte (Strom und Wärme) des Prozesses. Anhand dieser kann anschließend der spezifische Emissionsfaktor für z. B. Nahwärme bestimmt werden. Dieser bezieht sich auf die Sekundärenergie ab KWK-Anlage. Durch Berücksichtigung von Leitungsverlusten resultiert der spezifische Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (Hauseingang).

Für das Stadtgebiet Wertingen wurden für das Jahr 2021 insgesamt sechs Nahwärmenetze identifiziert. Diese befinden sich in Hettlingen, Hirschbach, Geratshofen, Roggden, Gettmanshofen und Hohenreichen. Weitere Informationen sind unter Kapitel 4.2.1 zu finden. Für die Wärmenetze wurden bei den Anlagenbetreibern der entsprechende Erzeugerpark inklusive der KWK-Anlagen abgefragt und die zuvor beschriebene Methode angewandt. Insgesamt konnten durch die Fragebögen drei der sechs Nahwärmenetze erfasst und ausgewertet werden. Für den Erzeugerpark aller ausgewerteter Nahwärmenetze resultieren für Wärme allokierte Emissionen in Höhe von ca. 142 t CO₂-Äq., was einem spezifischen Emissionsfaktor von

CO₂ - Emissionen Gesamt
in kt CO₂-Äq. | Wertingen | 2021

CO₂ - Emissionen Wärmeverbrauch
in kt CO₂-Äq. | Wertingen | 2021

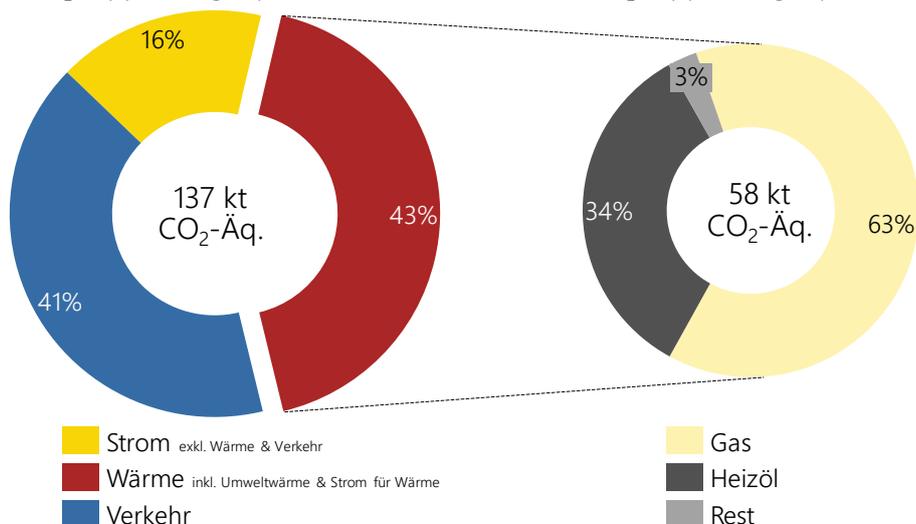


Abbildung 3-7: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsarten und des Wärme-verbrauchs für Wertingen, eigene Darstellung und Berechnung nach /IINAS-01 21/

19,9 g CO₂-Äq. pro Kilowattstunde Nahwärme entspricht.

3.2.2 Bundesstrommix im Vergleich zum Territorialstrommix

Entsprechend der BISCO-Methodik wird in der kommunalen Basisbilanz und den Szenarien (siehe Kapitel 5) der Bundesstrommix herangezogen. Der Territorialstrommix, der sich anhand des Ausbaus erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen in der Region ergibt, findet grundsätzlich keine Berücksichtigung. Nichtsdestotrotz trägt ein lokaler Ausbau der

Erneuerbaren Energien zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Bundesstrommix bei, wodurch sich der Faktor des Bundesmix ebenfalls senken wird, sodass Kommunen in ihren Bilanzen langfristig davon profitieren werden. Um dennoch lokale Bemühungen im Strombereich „sichtbarer“ zu machen, wird nachfolgend im Vergleich zum Bundesstrommix der lokale Strommix ausgewiesen. Entsprechend den Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland /IFEU-02 19/ wurde folgende Vorgehensweise angewandt:

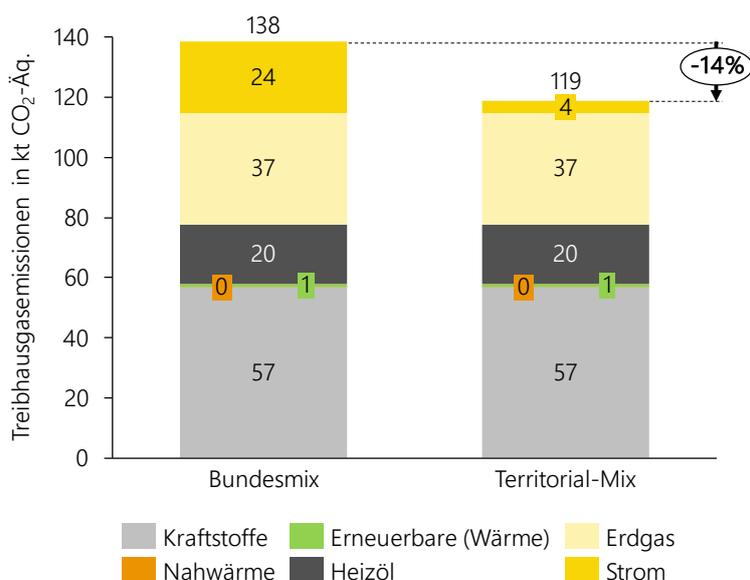


Abbildung 3-8: Treibhausgasemissionen in Wertingen 2021 und der Beitrag der lokalen Stromversorgung, eigene Darstellung und Berechnung nach /IFEU-02 19/

- Sofern der Gesamtstromverbrauch im Territorium größer als der territorial erzeugte Strom ist, werden zunächst die Treibhausgasemissionen des lokalen Kraftwerkparks bilanziert. Die verbleibende Differenz aus der gesamt „verbrauchten“ Strommenge und der (erneuerbar) „erzeugten“ Strommenge wird mit dem Bundesstrommix berechnet.
- Sollten die Anlagen mehr als 100 % des lokalen Stromverbrauchs erzeugen, was in Wertingen bereits 2021 der Fall ist, wird der regionale Stromverbrauch mit dem Emissionsmix der lokalen Anlagen berechnet. Stromproduktionen darüber hinaus bleiben bei der Treibhausgasbilanzierung unberücksichtigt und werden nicht „gutgeschrieben“.

Abbildung 3-8 veranschaulicht den Beitrag der lokalen Stromversorgung in Bezug auf die durch den Bundesstrommix bewerteten Treibhausgasemissionen. Dabei wird deutlich, dass die Emissionen, die sich aus dem Territorialmix und dem lokalen Anlagenbestand Erneuerbarer Energien ergeben, in Summe um rund 13 % geringer ausfallen als bei Verwendung des Bundesstrommixes.

4 Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Von besonderer Bedeutung für das Klimaschutzkonzept in Wertingen ist der Anteil der Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien (EE).

4.1 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Um die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Stadtgebiet Wertingen zu ermitteln, wurden sämtliche Daten der EEG-vergüteten Anlagen für das Jahr 2021 bei dem Stromnetzbetreiber abgefragt und aufbereitet.

Die wichtigste Datenquelle für erneuerbare Stromerzeugung sind die Statistiken der Übertragungsnetzbetreiber zu sämtlichen nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergüteten Anlagen. Jede Anlage, die ans Netz geht und eine EEG-Vergütung erhält, muss gemeldet werden und bestimmte Basisdaten zur Verfügung stellen. Tabelle 4-1 listet die EEG-Anlagen im Stadtgebiet Wertingen getrennt nach Energieträgern auf.

Tabelle 4-1: Anzahl und installierte Leistung der Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung in Wertingen 2021 (EEG-vergütete Anlagen) /LEW-01 22/

Energieträger	Anzahl	Installierte Leistung in kW (2021)
Solar	713	12.178
Biomasse	11	7.836
Wasserkraft	3	100
Summe	727	21.114

In Abbildung 4-1 zeigt sich, dass von den 49 GWh erneuerbar erzeugtem Strom im Jahr 2021 rund drei Viertel auf Biomassennutzung in Biogasanlagen und gut 20 % auf die solare Stromerzeugung entfallen. Wasserkraftanlagen leisten einen geringen Teil von 1 % an der erneuerbaren Stromerzeugung,

Windkraftanlagen zur Stromerzeugung sind bislang nicht vorhanden.

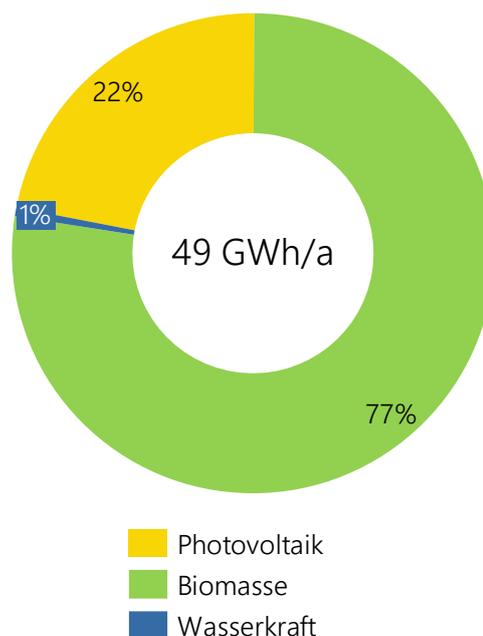


Abbildung 4-1: Erneuerbare Stromerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2021 in Wertingen, nach /LEW-01 22/

Anteilig zum Gesamtstromverbrauch der Region wird in Abbildung 4-2 deutlich, dass bislang bereits nahezu der gesamte Stromverbrauch erneuerbar in der Region erzeugt wird.

4.1.1 Biomasse

Deutschlandweit setzte sich die Stromerzeugung aus Biomasse im Jahr 2021 folgendermaßen zusammen, vgl. Abbildung 4-3.

Stromerzeugung aus Biogasanlagen hatte den größten Anteil von knapp über der Hälfte. Biogene Festbrennstoffe trugen knapp ein Fünftel und biogener Abfall weitere 11 % bei. Klärgas, biogene flüssige Brennstoffe und Deponiegas spielten eine untergeordnete Rolle.

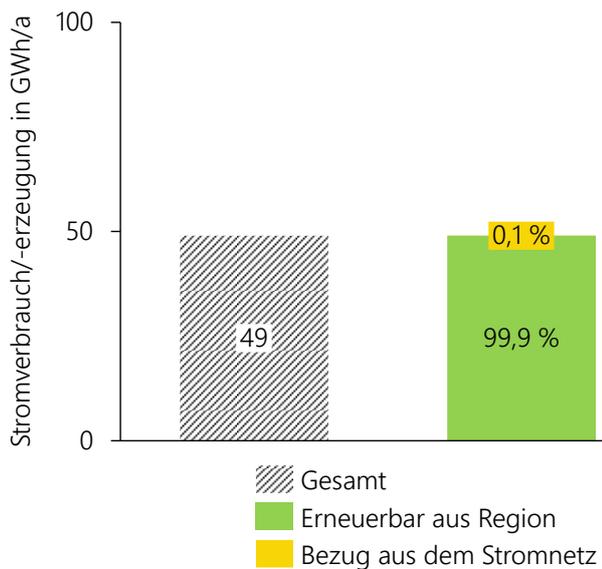


Abbildung 4-2: Deckungsbeitrag der erneuerbaren Stromerzeugung am Stromverbrauch in Wertingen im Jahr 2021, eigene Darstellung und Berechnung nach /IFEU-02 19/

Insgesamt sind in Wertingen im Jahr 2021 über 700 Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung mit über 20 MW installierter Leistung vorhanden (Stand: Oktober 2022).

Auch in Wertingen hat die Stromerzeugung aus Biogas eine sehr große Bedeutung. Grundsätzlich wandelt ein Biogasreaktor Teile der Pflanze in Methan um. Daraus wird in einem Blockheizkraftwerk Wärme und Strom erzeugt. Für die Energieerzeugung kommen im Prinzip alle organischen Stoffe in Frage, wobei einige besser dafür geeignet sind als andere. Meist wird als Grundlage Gülle verwendet, die um pflanzliche Substrate wie Mais, Gras oder Getreide ergänzt wird. Bezogen auf die eingebrachte Menge liefert Mais den größten Biogasertrag. Bei der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Energiepflanzen muss jedoch besonders auf die Nachhaltigkeit geachtet werden.

Strom aus Biomasse hat im Stadtgebiet hat mit 77 % den mit Abstand größten Anteil an der erneuerbaren Stromerzeugung.

Insgesamt sind in Wertingen im Jahr 2021 Biomasse-Anlagen (KWK) mit einer Leistung von rund 7,8 MW installiert, die knapp 38 GWh bzw. 77 % des erneuerbaren Stroms im Stadtgebiet lieferten.

4.1.2 Solarenergie (Photovoltaik)

Die Photovoltaik (PV) hat in Süddeutschland eine große Bedeutung, da hier die solaren Einstrahlungswerte deutlich höher sind als beispielsweise in Norddeutschland, vgl. Abbildung 4-4. Auch das

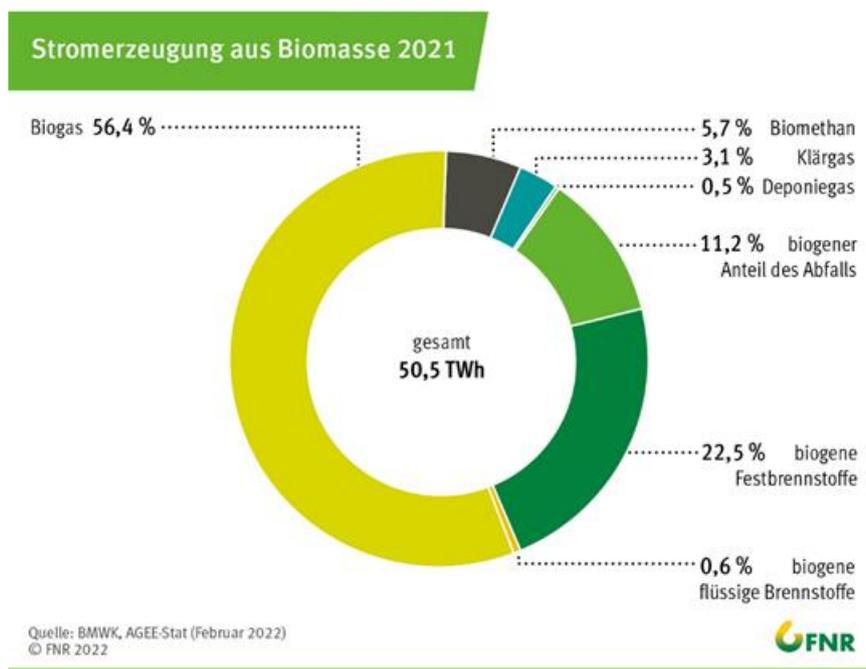


Abbildung 4-3: Stromerzeugung aus Biomasse 2021 in Deutschland /FNR-01 21P/

Stadtgebiet Wertingen weist in diesem Bereich einen deutlichen Vorteil auf.

Im Stadtgebiet Wertingen befanden sich bis Ende 2021 insgesamt 713 Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 13 GW. Hierbei handelt es sich ausschließlich um Aufdachanlagen. Im Jahr 2021 wurden rund 11 GWh Strom aus Photovoltaik in das Stromnetz eingespeist.

Globalstrahlung in Deutschland

Basierend auf Satellitendaten und Bodenwerte aus dem DWD-Messnetz

Jahressumme 2020

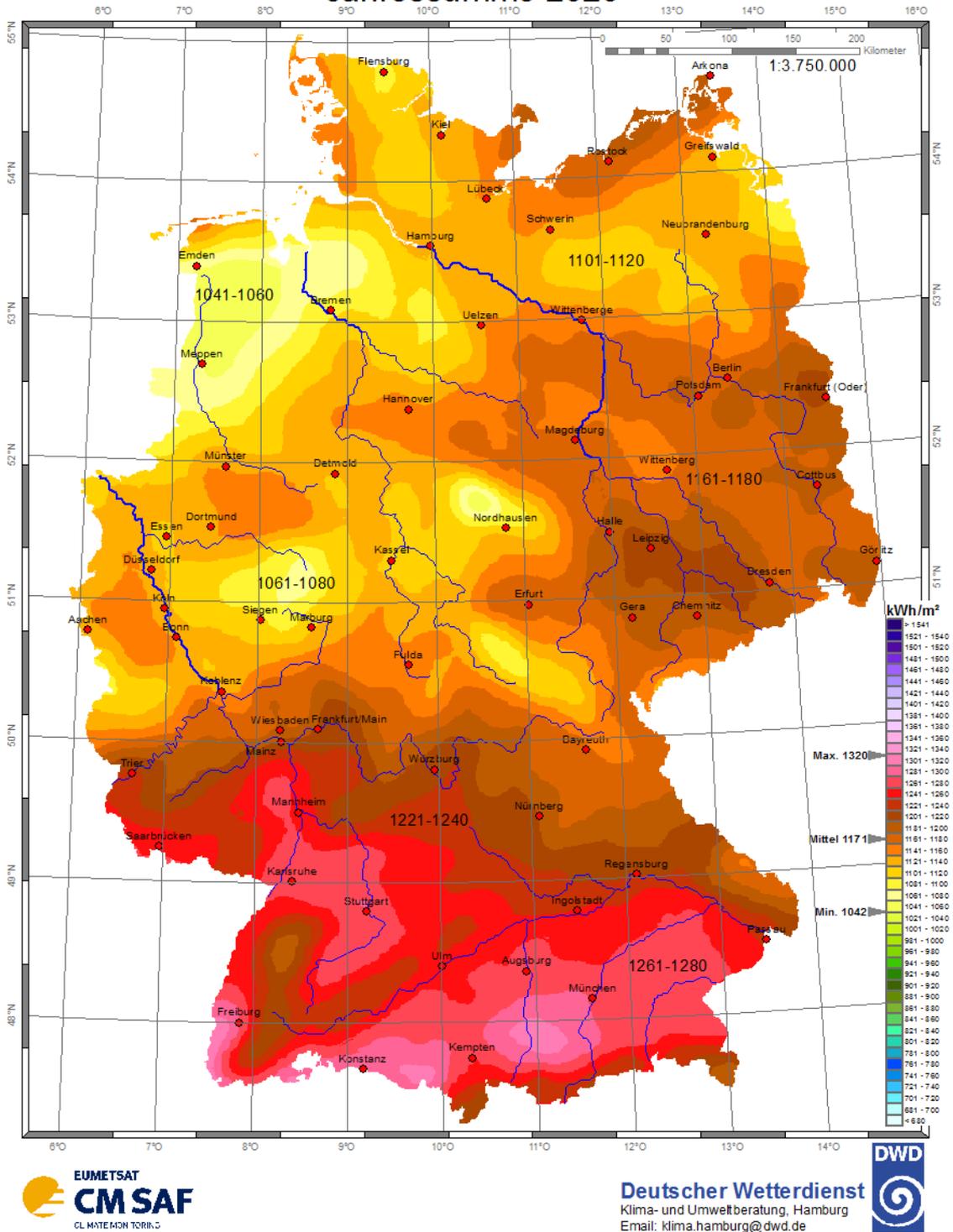


Abbildung 4-4: Solare Einstrahlung in Deutschland im Jahr 2020 /DWD-03 20P/

4.2 Regenerative Wärmeerzeugung

Gemessen am Endenergieverbrauch Deutschlands fällt der Wärmebereich am stärksten ins Gewicht. Die regenerative Wärmeerzeugung aus Biomasse hat in Deutschland einen hohen Stellenwert erlangt. Sie gliedert sich in die netzgebundenen zentralen Nahwärmesysteme, wie Hackschnitzelheizwerk und Biogas-KWK sowie die dezentralen Wärmeerzeuger wie Wärmepumpe, Solarthermie, Pellet- und Scheitholzheizungen. Die zentralen Systeme finden dabei in Gebieten mit einer hohen Wärmeabnahme Verwendung. In Einfamilienhaussiedlungen und Siedlungsgebieten mit geringer Wärmedichte kommen dezentrale Techniken zum Einsatz.

Für die Auswertung zur regenerativen Wärmeerzeugung in Wertingen wurden u. a. folgende Daten in Zusammenarbeit mit der Stadt Wertingen herangezogen (siehe auch Kapitel 2.2):

- Holznutzung: Anonymisierte Kaminkehrer-Statistik
- Biogasanlagen: Anlagen-/Nahwärmenetzbetreiber in Wertingen
- Solarthermie, Wärmepumpen, Pellet/ Scheitholz/ Hackschnitzel: Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle (BAFA)/ Anonymisierte Kaminkehrer-Statistik

Anteilig zum Gesamtwärmeverbrauch der Region zeigt sich, dass bislang ca. 13 % des Wärmeverbrauchs erneuerbar in der Region erzeugt werden, während knapp 87 % noch aus fossilen Quellen entstammen, vgl. Abbildung 4-5.

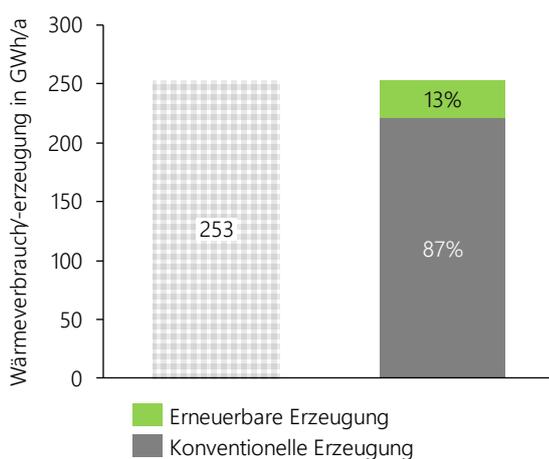


Abbildung 4-5: Anteil der erneuerbaren Wärmeerzeugung am Wärmeverbrauch im Jahr 2021 in Wertingen, nach /EGSW-01 20/, /NIO-01 22/, /FFE-18 14/

Abbildung 4-6 visualisiert die Energieträgerzusammensetzung zur erneuerbaren Wärmeerzeugung in Wertingen im Jahr 2021. Es wird ersichtlich, dass etwa 56 % der energetischen Holznutzung (Hackschnitzel, Pellet und Scheitholz) entstammen. Ca. 25 % entfallen auf Wärme, die beispielsweise durch Biogas-BHKWs in Nahwärmenetzen bereitgestellt wird, und ca. 4 % auf Wärmepumpen, welche maßgeblich Umweltwärme (Luft, Wasser, Erdreich) nutzen.

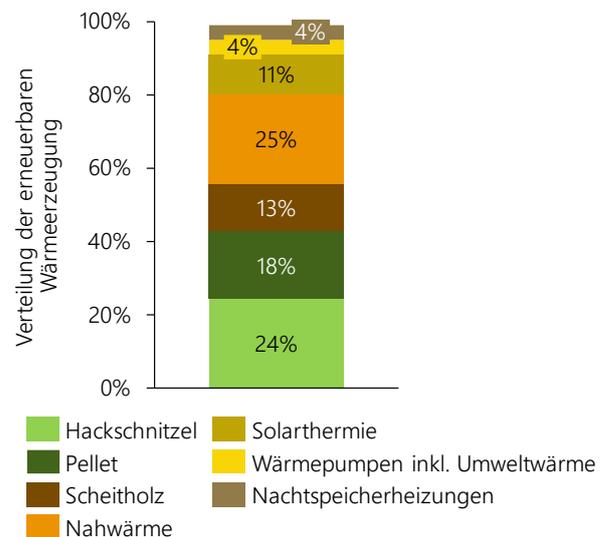


Abbildung 4-6: Anteil der Energieträger zur erneuerbaren Wärmeerzeugung im Jahr 2021 in Wertingen, nach /NIO-01 22/, /FFE-18 14/

Daten des BAFA

Eine wichtige Quelle für Anlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung ist das bereits genannte Bundesamt für Ausfuhrkontrolle (BAFA). Seitens des BAFA werden verschiedene Anlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung gefördert. Dazu gehören in erster Linie Solarkollektoranlagen, Biomasse-Anlagen mit Scheitholz, Pellets oder Hackschnitzeln sowie Wärmepumpen. Die Auswertung dieser Daten gibt zwar kein vollständiges Bild ab, da zusätzlich Anlagen errichtet werden, die nicht gefördert sind. Dennoch kann ein erster Eindruck zu Anzahl, installierter Leistung und Fördersummen gegeben werden.

Nachfolgende Abbildung 4-7 zeigt die Anzahl der geförderten BAFA-Anlagen im Zeitraum von 2015 bis 2021 für das Stadtgebiet Wertingen. Biomasse- und Wärmepumpen-Anlagen haben dabei die größten Anteile.

In Abbildung 4-8 sind zusätzlich die installierten Leistungen für Biomasse- und Wärmepumpenanlagen bzw.

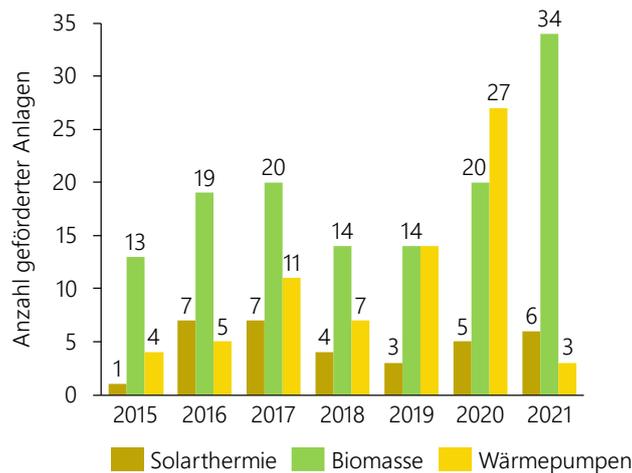


Abbildung 4-7: Anzahl BAFA-geförderter Anlagen für Wertingen im Zeitraum 2015-2021 /BAFA-05 22/

die installierte Fläche pro Jahr für Solarthermiekollektoren aufsummiert dargestellt.

4.2.1 Biomasse (Kraft-Wärme-Kopplung)

Als Biomasse wird all das definiert, was durch Lebewesen – wie z. B. Menschen, Tiere und Pflanzen – an organischer Substanz entsteht. Biomasse ist der einzige erneuerbare Energieträger, der alle benötigten End- bzw. Nutzenergieformen wie Wärme, Strom und Kraftstoffe speicherbar und grundlastfähig erzeugen kann.

Im Bereich der Wärmeerzeugung wird Biomasse in Wertingen in verschiedenen Formen eingesetzt:

Festbrennstoffe

Zu den Heizsystemen auf Basis von Festbrennstoffen zählen beispielsweise Hackschnitzel-, Pellet- und Scheitholz-Systeme sowie Kaminöfen. Auf Basis vorhandener anonymisierter Kaminkehrer-Daten kann eine Abschätzung zur Wärmegewinnung aus den

Feuerungsanlagen im Stadtgebiet Wertingen erfolgen. Für Kaminöfen gilt, dass diese in der Regel nur zusätzlich zum vorhandenen Heizsystem an besonders kalten Tagen eingesetzt werden.

Biogene Festbrennstoffe tragen bislang zu rund 56 % der erneuerbaren Wärmeerzeugung bei. Hiervon hat die Hackschnitzelnutzung einen Anteil von ca. 24 %, Pellets von ca. 19 % und Scheitholz von ca. 13 %.

Nahwärmenetze und Biogas-KWK-Anlagen

Für das Stadtgebiet Wertingen wurden für das Jahr 2021 insgesamt sechs Nahwärmenetze identifiziert. Diese befinden sich in Hettlingen, Hirschbach, Geratshofen, Roggden, Gettmanshofen und Hohenreichen. Die der erfassten Nahwärmenetze werden ausschließlich mit Biogas betrieben. Als Substrat wird eine

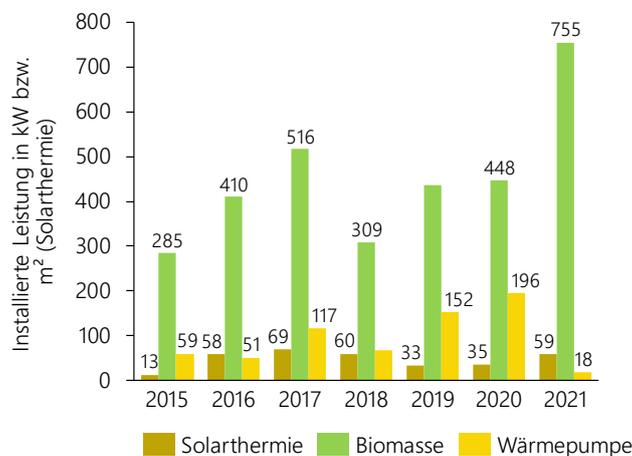


Abbildung 4-8: Installierte Leistung bzw. Fläche BAFA-geförderter Anlagen für Wertingen im Zeitraum 2015-2021 /BAFA-05 22/

Mischung aus Mais, Zuckerrüben, Gras, Silphie und Gülle verwendet.

Insgesamt sind im Stadtgebiet Wertingen im Jahr 2021 sechs Nahwärmenetze vorhanden, von denen drei durch Fragebögen erfasst werden konnten. Bei diesen kommen ausschließlich Biogasanlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung zum Einsatz.

4.2.2 Solarenergie (Solarthermie)

Die Solarthermie kann als dezentrales System ebenfalls einen wichtigen Beitrag bei der Erzeugung regenerativer Wärme leisten. Mit einer solarthermischen Kombi-Anlage zur Heizungsunterstützung kann ein Deckungsanteil von etwa 20 % des Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfs erreicht werden /CORR-01 13/. Dies entspricht in etwa einer Wärmemenge von 6.000 kWh pro Jahr im Falle eines Einfamilienhauses.

Im Fall der Solarkollektor-Anlagen werden seitens der BAFA nur Anzahl und Kollektorfläche in m² erhoben. Die installierte Leistung wurde basierend auf der Kollektorfläche rechnerisch ermittelt. Laut BAFA wurden bis zum 31.12.2021 insgesamt 33 geförderte Solarthermie-Anlagen in Wertingen installiert. Solarthermie-Anlagen können jährlich je nach Typ, Material und Ausrichtung der Anlage zwischen 250 und 600 kWh pro m² Kollektorfläche erbringen. Weiterhin hängt der Ertrag vom regionalen Standort der Anlage ab. Für Wertingen wurde in Anlehnung an /CORR-01 13/ ein durchschnittlicher nutzbarer Ertrag von 355 kWh/m²a angesetzt. Hinzu kommen weitere, nicht geförderte Anlagen. Da diese nicht bottom-up erhoben werden können, wird zur Ermittlung der insgesamt erzeugten Wärmemengen aus Solarthermie der Anteil der solaren Wärmeerzeugung aus Solarthermie im Durchschnitt Bayerns auf die Stadt Wertingen angewendet. In Bayern wurden im Jahr 2021 rund 2,84 TWh Wärme aus Solarthermieanlagen erzeugt. Damit liefern diese einen Anteil von rund 1,4 % des gesamten Wärmeverbrauchs Bayerns. Dieser Anteil wurde auf Wertingen übertragen

Von den geförderten Solarthermie-Anlagen können im Jahr 2021 rund 120 MWh, insgesamt rund 3.520 MWh als Teil des Wärmebedarfs im Stadtgebiet Wertingen bereitgestellt werden.

4.2.3 Geothermie (Wärmepumpen)

Der Geothermie wird in der Debatte um erneuerbare Wärme- und Stromerzeugung eine wachsende Rolle zugeordnet. Vor allem die Gemeinden und Landkreise im süddeutschen Raum versuchen, das dort vorhandene Potenzial nutzbar zu machen.

Grundsätzlich wird zwischen oberflächennaher und tiefengeothermischer Nutzung unterschieden. Die Abgrenzung zwischen diesen beiden Formen liegt bei ca. 400 m Tiefe /STMUG-01 05/. Zur oberflächennahen Geothermie zählt in erster Linie die Nutzung von Erdwärmesonden. Mittlerweile erreichen die technisch neuesten Sonden bereits den Bereich der Tiefengeothermie, der Übergang kann daher zunehmend als fließend betrachtet werden /TUB-01 05/.

In Wertingen spielt Tiefengeothermie im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie in Form von Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung bisher keine Rolle. Für letztere gibt es verschiedene Möglichkeiten an Wärmequellen. Erdwärmesonden nutzen die natürlich vorhandene thermische Energie aus dem Untergrund (Erdwärmepumpen). In der Regel werden sie in Deutschland bisher in Tiefen von 30 bis 100 m abgesenkt, da größere Tiefen aufgrund technischer und wirtschaftlicher Aspekte seltener erschlossen werden /STMWI-02 13/. Zusätzlich zu den bereits erwähnten Erdwärmepumpen können außerdem Luft- und Wasserwärmepumpen zum Einsatz kommen. Vielerorts wird dieses Potenzial bereits genutzt – meist wird dabei die vorhandene Energie zum Heizen und Kühlen von Gebäuden verwendet.

Laut dem BAFA sind in Wertingen von 2015 bis 2021 insgesamt 71 Wärmepumpen mit einer installierten Leistung von 660 kW in Betrieb gegangen.

5 Potenziale und Szenarien zur Reduktion der CO₂-Emissionen

Die Potenzialanalyse gliedert sich in zwei Teilbereiche:

- Energieeinsparungen durch Effizienzsteigerungen in der Energienutzung und darauf aufbauend
- Einsparung von fossilen Energieträgern durch den Einsatz und Ausbau regenerativer Energieerzeugung in Wertingen

Der erste Punkt bezieht sich dabei überwiegend auf die Möglichkeiten zur Einsparung des Wärmeverbrauchs und die Effizienzsteigerung von Wohngebäuden, der Gewerbe- und Industriebetriebe und aller sonstigen Gebäude und Einrichtungen.

Unter dem zweiten Teilbereich wird das Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien verstanden, wie beispielsweise Solarenergie und Biomasse.

Grundsätzlich muss zwischen den verschiedenen Potenzialbegriffen unterschieden werden (vgl. Abbildung 5-1). Das theoretische Potenzial gibt an, welches Potenzial rein auf Basis des physikalisch nutzbaren Energieangebots (z. B. der Sonneneinstrahlung) realisiert werden könnte. Werden zusätzlich technische Restriktionen, wie v. a. die verfügbare Anlagentechnik (Wirkungsgrade) berücksichtigt, ergibt dies das

technische Potenzial. Unter dem wirtschaftlichen Potenzial versteht man schließlich jenen Anteil des technischen Potenzials, welcher auch unter den aktuell gültigen Bedingungen als wirtschaftlich betrachtet werden kann. So kann beispielsweise die Auslastung der Verteilnetze als wirtschaftliche Einschränkung für den Ausbau von Erneuerbaren Energien gesehen werden, da hierdurch die Absatzmöglichkeiten für lokal produzierten Strom reduziert werden. Ebenfalls Teilmenge des technischen Potenzials ist das praktische Potenzial. Hier werden zusätzliche Rahmenbedingungen, wie die politische oder gesellschaftliche Umsetzbarkeit soweit möglich, miteinbezogen. Das realisierbare Potenzial bildet die Schnittmenge aus wirtschaftlichem und praktischem Potenzial.

Für den Wärmeverbrauch, den Stromverbrauch und den Verbrauch des Mobilitätssektors wurden zwei Zukunftsszenarien definiert, berechnet und detailliert untersucht (siehe Abbildung 5-2). Die Szenarien werden in Fünfjahresschritten dargestellt und reichen vom Basisjahr 2020 bis zum Zeithorizont 2040.

Das Referenzszenario entspricht einem Vorgehen gemäß dem Leitsatz „weiter wie bisher“. Die Fortschreibung erfolgt hier primär nach der durchschnittlichen historischen Entwicklung. Aktuelle Trends, Entwicklungen und politische Rahmenbedingungen werden

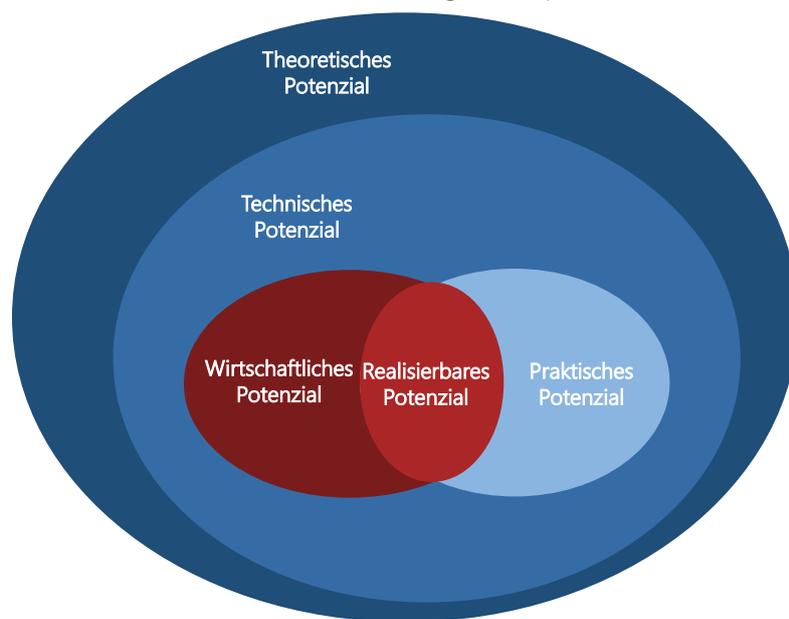


Abbildung 5-1: Abgrenzung des Potenzialbegriffs nach /FFE-05 17/

Referenzszenario



- Trendentwicklung ohne Umsetzung von verstärkten Klimaschutzanstrengungen
- Steigerung Stromeffizienz nach historischer Entwicklung
- Sanierungsrate, Sanierungstiefe und Wechsel zu erneuerbaren Wärmeerzeugern nach bestehendem Trend
- BEV setzen sich im Verkehrssektor durch

Klimaschutzszenario



- Treibhausgasminderung bei Umsetzung konsequenter Klimaschutzpolitik
- Steigerung Stromeffizienz aufgrund bester verfügbarer Technik und sparsamer Nutzung
- Sanierungsrate, Sanierungstiefe und Wechsel zu erneuerbaren Wärmeerzeugern auf hohem Ambitionsniveau
- Hohe Geschwindigkeit bei Transformation zu BEVs im Verkehrssektor

Abbildung 5-2: Übersicht der Zukunftsszenarien für Strom, Wärme und Verkehr
(Quelle: creativeart & wirestock/freepic.com)

zusätzlich berücksichtigt, allerdings werden darüber hinaus keine weiteren Anstrengungen unternommen, Energie einzusparen, effizienter zu nutzen oder den Einsatz klimaneutraler Wärmequellen zu forcieren. Im Verkehrssektor steigt der Anteil der Elektromobilität (BEV) an, allerdings noch deutlich unter dem Ambitionsniveau des Klimaschutzszenarios. Fahrzeuge mit großen jährlichen Fahrleistungen (LKW) werden zu einem Teil auf Brennstoffzellentechnologie (FCEV) umgestellt.

Das Klimaschutzszenario setzt auf eine Treibhausgas-Minderung bei Umsetzung konsequenter Klimaschutzpolitik und somit auf ein umweltbewusstes Handeln aller Akteure. So liegt dem Klimaschutzszenario die Annahme zugrunde, dass das Nutzerverhalten sparsamer ist und die effizienteste Technik zum Einsatz kommt. Diese positive Entwicklung äußert sich in steigenden Sanierungsquoten, Sanierungstiefen sowie einer ambitionierteren Stromeffizienzentwicklung und konsequenteren Umstellung auf klimaneutrale Wärmequellen gegenüber dem Referenzszenario. Im Verkehrssektor verläuft die Transformation zur Elektromobilität im PKW-Bereich und zur Brennstoffzelle im schweren Lastverkehr mit einem hohem

Ambitionsniveau und somit deutlich schneller als im Elektrifizierungsszenario (ca. fünf Jahre früher).

Die Annahmen des Klimaschutzszenarios sind ambitioniert, aber nach Einschätzung der jeweiligen Experten aus heutiger Sicht realisierbar. Die Annahmen stammen sowohl aus Workshops, die vor Ort in Wertingen mit Akteuren aus der Wirtschaft, der Politik und Mitgliedern des Arbeitskreis Klimaschutz durchgeführt wurden, als auch Projekten der FfE, die bereits abgeschlossen sind, oder sich derzeit noch in Bearbeitung befinden (vgl. 5.1.1 und).

Neben dem Einsatz effizienterer Technologien und dem Ausbau erneuerbarer Energien ist die Suffizienz (Verzicht) ein weiterer Weg in Richtung Klimaschutz. Zu betonen ist hier, dass im Rahmen der Szenarien keine Verzichtannahmen, d. h. Änderungen des Konsumverhaltens, unterstellt werden.

5.1.1 Entwicklungstendenzen im Referenzszenario

Im Rahmen der FfE-Studie „Klimaneutrale Wärme München 2035“ zu möglichen Lösungspfaden für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in der

Landeshauptstadt München, wurden über einen Abgleich von Energiesystemstudien mit Stakeholderdiskussionen sowohl für das Referenz- als auch das Klimaschutzszenario realistische Entwicklungen von Sanierungsrate und -tiefe festgelegt. Diese Szenarien wurden auch in Diskussionen mit weiteren Kommunen als realistische Einschätzung angesehen. Entsprechend wird für Wertingen angesetzt, dass sich die Sanierungsraten und -tiefen in Wertingen für die Sektoren Private Haushalte (PHH), Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) und öffentliche Einrichtungen gemäß dieser Trends entwickeln. Der Energieeffizienzstandard sanierter Gebäude (die Sanierungstiefe) senkt sich in den Jahren bis 2040 kontinuierlich ab von KfW 140 bis KfW 85. Die Sanierungsrate liegt 2022 bei 1,1 % und steigt kontinuierlich auf bis zu 1,5 % in 2040 an (siehe Tabelle 5-1). Die jährliche Tauschrate der Heizöl- und Erdgaskessel zu Erneuerbaren Energien wurde mit Hilfe von Experteninterviews erhoben. In 2022 beträgt die Tauschrate 1,5 % und steigt bis 2025 auf 2,95 % an. Von 2025 bis 2040 beträgt die Tauschrate kontinuierlich 3,7 % (siehe Tabelle 5-1). Diese Tauschrate liegt dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) und der Annahme, dass 75 % der Bevölkerung lediglich die Mindestanforderung des Gesetzes erfüllen, zugrunde. Diese Raten sind im Vergleich zu vergangenen Studien, in denen das GEG noch keine Berücksichtigung gefunden hat, als hoch anzusehen. In Anbetracht der zunehmenden Relevanz der Wärmewende auf kommunaler Ebene, sind sie jedoch auch im Referenzszenario als realistisch zu betrachten.

Die Fortschreibung der Stromeffizienz basiert auf dem Durchschnitt der historischen Entwicklung von 1990 bis 2020 nach /AGEB-04 20/. Somit wird angenommen, dass die Stromanwendungen in privaten Haushalten und öffentlichen Einrichtungen jährlich 0,92 % weniger Strom verbrauchen. Für Gewerbe, Handel und Dienstleistung liegt der Wert bei 0,65 % pro Jahr und für die Industrie bei 0,84 % pro Jahr (siehe Tabelle 5-1).

Die Bevölkerungsentwicklung der Stadt Wertingen wird aus der prognostizierten Bevölkerungsentwicklung des Landkreises Dillingen an der Donau abgeleitet. Dabei wird angenommen, dass diese von 2021 bis 2041 um 5,7 % steigt /BLFS-03 23/. Auf Basis dieser prognostizierten Bevölkerungsentwicklung wird der steigende Strom- und Wärmebedarf für private Haushalte und öffentliche Einrichtungen fortgeschrieben. Für die Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen werden der Strom- und Wärmeverbrauch anhand der zu erwartenden Produktionsentwicklung der großen ansässigen Industriebetriebe fortgeschrieben. Zur Abschätzung dieser Entwicklung wird der

prognostizierte Deutschlandtrend der Wertinger Leitbranche herangezogen /BBS-01 22/.

Der Strom- und Wärmebedarf steigt somit für private Haushalte und öffentliche Einrichtungen jährlich um 0,285 %. Für die Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistung ergibt sich bis 2025 zunächst Anstieg des Strom- und Wärmebedarfs von 1,3 %. Ab 2025 beginnt der Strom- und Wärmebedarf zu sinken. Zunächst um 2,1 % bis ins Jahr 2030. Dann noch einmal um 11 % bis ins Jahr 2035. Ab diesem Zeitpunkt bleibt der Strom- und Wärmebedarf konstant.

Für die Entwicklung des Verkehrsaufkommens wird ein jährlicher Zuwachs des Bestands an Fahrzeugen von 0,285 % unterstellt. Dieser ergibt sich aus der Zunahme der Bevölkerungsentwicklung nach /BLFS-03 23/ (siehe Tabelle 5 1). Die Transformation des PKW- und Kraftradbestandes orientiert sich an dem Ziel der Bundesregierung eines Bestandes von 15 Millionen vollelektrischer PKWs im Jahr 2030 auf deutschen Straßen /BMWK-01 22/. Das entspricht einem Anteil von ca. 30 % vollelektrischer PKW in 2030. Im Referenzszenario wird angenommen, dass das Ziel von 30 % vollelektrischer PKW und Krafträder in Wertingen fünf Jahre später erreicht wird und 2030 15 % des PKW-Bestands vollelektrisch sind. Bis zum Jahr 2040 verdoppelt sich der Anteil vollelektrischer PKW gegenüber 2030 auf 60 %.

Für den Anteil vollelektrischer LKW und sonstiger Fahrzeuge, wie Zugmaschinen, wird im Jahr 2030 ein Anteil von 10 % angenommen. Bis 2040 nimmt dieser Anteil auf 65 % zu. Außerdem werden 5 % des Fahrzeugbestands im Jahr 2040 mit Brennstoffzellentechnik betrieben. Die Annahmen für die Transformation des LKW-Bestandes und sonstiger Fahrzeuge basiert auf Einschätzungen von Experten, welche im Rahmen des Projektes eingeholt wurden.

Tabelle 5-1: Übersicht der Modelleingangsparameter für die untersuchten Szenarien

	Eingangsgrößen	Kurzbeschreibung und Quelle	Parametrierung	
			Referenz-Szenario	Klimaschutz-Szenario
Private Haushalte Öffentliche Einrichtungen Gewerbe, Handel und Dienstleistungen Industrie	Sanierungsrate	Prozentualer Anteil der jährlich sanierten Gebäude am Gesamtgebäudebestand nach /FFE-79 21/	PHH, GHD, ÖE: 1,1 - 1,5 % pro Jahr	PHH, GHD, ÖE: 1,35 - 2,45 % pro Jahr
	Sanierungstiefe	Höhe des Standards einer Sanierung: Effizienzhausstufen in den Jahren bis 2040 nach /FFE-79 21/	PHH, GHD, ÖE: KfW 140 – KfW 85	PHH, GHD, ÖE: KfW 100 – KfW 40
	Tauschrate zu erneuerbaren Energien	Prozentualer Anteil der jährlich ausgetauschten Gas- und Ölkessel zu erneuerbaren Energien nach Experteneinschätzung	PHH, GHD, ÖE: 1,5 – 3,7 % pro Jahr	PHH, GHD, ÖE: 1,5 – 5,9 % pro Jahr
	Stromeffizienz	Entwicklung der Energieeffizienz bei der Anwendung elektrischer Energie nach /AGEB-04 20/	PHH, ÖE: -0,92 % pro Jahr GHD: -0,65 % pro Jahr IND: -0,84 % pro Jahr	PHH, ÖE: -1,5 % pro Jahr GHD: -1,5 % pro Jahr IND: -1,1 % pro Jahr
	Fortschreibung des Strom- und Wärmebedarfs	Treiber: Bevölkerungs-, Wohnflächen- und Entwicklung der Produktionsmengen nach /BLFS-03 23/ /BBS-01 22/	PHH, ÖE: +0,285 % pro Jahr GHD, IND: Tonziegelbranchenentwicklung bis 2040	PHH, ÖE: +0,285 % pro Jahr GHD, IND: Tonziegelbranchenentwicklung bis 2040
Verkehr	Verkehrsentwicklung	Zunahme des Verkehrsaufkommens nach der Bevölkerungsentwicklung /BLFS-03 23/	+0,285 % pro Jahr	+0,285 % pro Jahr
	Transformation PKW & Krafträder	Anteil vollelektrischer PKW und Krafträder nach Experteneinschätzung und Eröffnungsbilanz	2030: 15 % BEV 2040: 60 % BEV	2030: 30 % BEV 2040: 90 % BEV
	Transformation LKW & Sonstige	Anteil BEV-LKW und FCEV-LKW und sonstige Fahrzeuge nach Experteneinschätzung und Eröffnungsbilanz	2030: 10 % BEV 0 % FCEV 2040: 65 % BEV 5 % FCEV	2030: 30 % BEV 1 % FCEV 2040: 85 % BEV 10 % FCEV

5.1.2 Entwicklungstendenzen im Klimaschutzszenario

Die positive Entwicklung im Klimaschutzszenario durch Umsetzung konsequenter Klimaschutzpolitik und das umweltbewusstere Handeln aller Akteure äußert sich in einem hohen Ambitionsniveau bei der Rate jährlich sanierter Gebäude am Gebäudegesamtbestand (Sanierungsrate) und den höheren Standards der Sanierungstiefe (siehe Tabelle 5-1). Die getroffenen Annahmen basieren auf der Studie „Klimaneutrale Wärme München 2035“ und der in 5.1.1 beschriebenen Methode. Zur Erreichung dieser Steigerung der Sanierungsraten und -tiefen wird die Umsetzung entsprechender Regularien und Rahmenbedingungen, wie z. B. geeignete Ansprache und Informationen der Gebäudeeigentümer und ambitionierter Förderprogramme, vorausgesetzt (vgl. /FFE-79 21/). Die jährliche Tauschrate der Heizöl- und Erdgaskessel zu erneuerbaren Energien beträgt bis 2023 1,5 % und steigt bis 2025 auf 5,9 % an. Von 2025 bis 2040 beträgt die Tauschrate kontinuierlich 5,9 % (siehe Tabelle 5-1). Diese im Klimaschutzszenario angesetzten Tauschraten entsprechen nach Expertenmeinung der oberen Grenze der für umsetzbar angenommenen Tauschraten, da sie bereits eine leichte Steigerung gegenüber der in den kommenden Jahren zu erwartenden Kesseltauschrate (ca. 5 %) darstellen. Grund für die Limitierung der Tauschrate ist die Verfügbarkeit von hierfür benötigtem Fachpersonal (Handwerker) sowie Personal, das die entsprechenden Anlagen genehmigt (Behörden-Personal). Ein weiterer einschränkender Faktor ist die Bereitschaft der Bevölkerung, Heizsysteme auszutauschen, bevor diese das natürliche Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben.

Die Annahmen für die Fortschreibung der Stromeffizienz setzen den Einsatz der besten am Markt verfügbaren Technik der Haushalts- und sonstiger Geräte voraus. Hier wird davon ausgegangen, dass kontinuierlich immer die effizienteste Technik zum Einsatz kommt. Zu der historischen Fortschreibung der Stromeffizienz im Referenzszenario werden im Klimaschutzszenario höhere effizienzbedingte jährliche Stromeinsparungen angenommen. Für private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistung wird eine jährliche effizienzbedingte Stromeinsparung von 1,5 % und für Industrie eine jährliche Stromeinsparung von 1,1 % unterstellt (siehe Tabelle 5-1).

Die Fortschreibung des Strom- und Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario erfolgt analog zum Referenzszenario. Für private Haushalte und öffentliche Einrichtungen werden der Strom- und Wärmebedarf anhand der zu erwartenden Bevölkerungsentwicklung fortgeschrieben und für Industrie sowie Gewerbe, Handel

und Dienstleistungen anhand der erwarteten Entwicklung der Wertinger Leitbranchen (siehe Tabelle 5-1).

Die Annahmen für den Verkehrssektor im Klimaschutzszenario sind ambitionierter als die Annahmen im Referenzszenario. Hier erfolgt die Annahme, dass die Transformation fünf Jahre schneller vollzogen wird. Demnach folgt das Klimaschutzszenario den Plänen der Bundesregierung und der Anteil vollelektrischer PKW in 2030 beträgt ca. 30 %. Dieser Anteil wird auch für die Entwicklung der Krafträder unterstellt. Der Anteil vollelektrischer LKW beträgt 2030 ca. 30 % und der Anteil brennstoffzellenbetriebener LKW ca. 1 %. Bis 2040 wächst der Anteil brennstoffzellenbetriebener LKW auf 10 % an und der Anteil vollelektrischer PKW beträgt 85 %. Analog zu der Entwicklung der LKW verhält es sich mit der Transformation sonstiger Fahrzeuge wie Zugmaschinen und landwirtschaftlicher Nutzfahrzeuge.

5.2 Nutzungspotenziale aus Erneuerbaren Energien

„Deutschland hat unendlich viel Energie.“ Mit diesem Slogan wirbt die Agentur für Erneuerbare Energien /AEE-01 09/. Die Stadt Wertingen will einen möglichst hohen Anteil der Energieversorgung über Erneuerbare Energien abdecken und somit konventionelle Energieträger substituieren. Nach der Untersuchung der Energieeinspar- und -effizienzpotenziale wird daher auf das Potenzial Erneuerbarer Energien eingegangen.

In der Ist-Zustands-Analyse (siehe Kapitel 3 und 4) wurde ersichtlich, dass Wertingen bisher maßgeblich Solarenergie, Biomasse und einen geringen Teil an Wasserkraft und Umweltwärme nutzt. Als Ausgangsbasis für die Szenarienanalyse werden nachfolgend die (noch) verfügbaren Nutzungspotenziale aus Erneuerbaren Energien für die Stadt Wertingen untersucht.

5.2.1 Solarenergie

Ausgehend von der in Deutschland eintreffenden Strahlung erscheint das theoretische Potenzial tatsächlich nahezu unendlich. Solarenergie kann zum einen mittels Photovoltaik (PV) zur elektrischen Energieerzeugung oder zum anderen mittels Solarthermie (ST) zur direkten solaren Wärmeerzeugung genutzt werden.

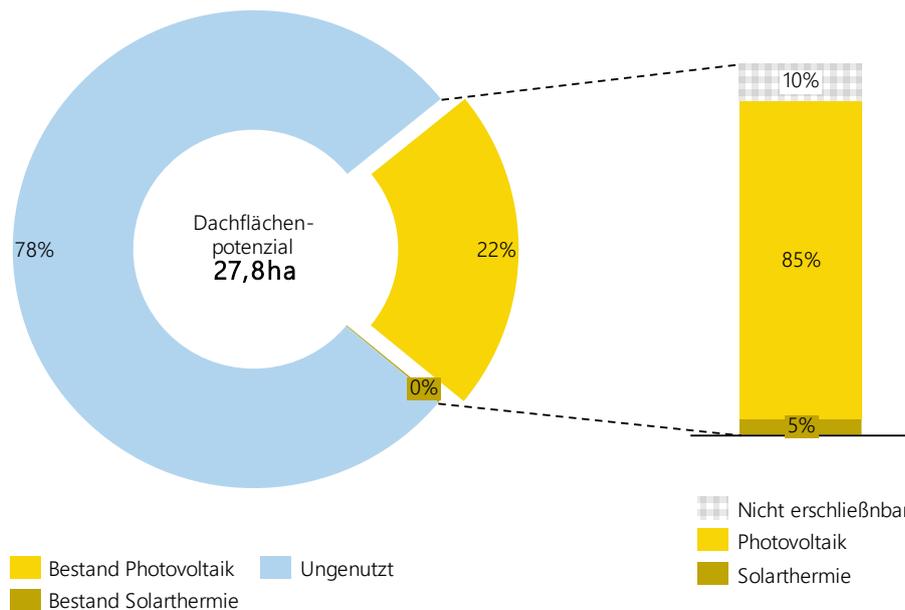


Abbildung 5-3: Dachflächenpotenzial zur Solarenergienutzung in Wertingen

Photovoltaik

Das Dachflächenpotenzial wurde für Wertingen basierend auf dem FfE-Gebäudemodell, das den Gebäudebestand für jede Gemeinde/Stadt in Deutschland beschreibt, und den Untersuchungsergebnissen eines hochauflösenden städtischen Solardachkatasters (SDK) bestimmt /JET-02 16/, vgl. Abbildung 5-3. Hierbei kann es grundsätzlich zu einer Flächen- und Technologiekonkurrenz kommen. Gerade bei kleineren Dachflächen kann gegebenenfalls nur eine der beiden Technologien installiert werden. Über die letzten Jahre hat sich trotz Förderung von Solarthermiekollektoren ein allgemeiner Trend zur verstärkten Dachflächenutzung für Photovoltaik gezeigt. Nachdem lange eine Förderung nach dem EEG eine Grundvoraussetzung zur Wirtschaftlichkeit darstellte, rechnen sich – zum heutigen Zeitpunkt – immer mehr Anlagen aufgrund gesunkener spezifischer Investitionskosten insbesondere zur Eigenverbrauchsoptimierung. Dieser Umstand wird auch anhand des bisherigen Anlagenbestands in Wertingen deutlich: rund 99 % der bisher belegten Dachfläche entfallen auf PV-Module zur Stromerzeugung, während 1 % der genutzten Fläche von Solarthermiekollektoren belegt wird. Dies liegt zum einen an einer vergleichsweise einfachen Technik, einem geringeren Installationsaufwand und der Möglichkeit zur Einspeisung und Vergütung des Überschussstroms. Zum anderen ist die Kombination aus einer Photovoltaikanlage und einer Wärmepumpe zusammen mit der Einspeisevergütung aus sich des Endverbrauchers bereits heute schon eine wirtschaftliche Variante.

Abbildung 5-3 visualisiert die Ergebnisse der Dachflächenpotenzialanalyse zur Solarenergienutzung in Wertingen. Insgesamt liegen anhand des Gebäudebestands rund 28 ha an geeigneter Dachfläche zur Solarenergienutzung vor, von welcher bis zum Jahr 2021 ca. 22 % für Solarenergie – hauptsächlich Photovoltaik – genutzt wurden. Knapp Dreiviertel des Dachflächenpotenzials ist bisher ungenutzt. Aufgrund des historischen Stadtkerns mit vielen denkmalgeschützten Häusern und individuellen Interessenslagen von Hauseigentümer:innen wird davon ausgegangen, dass ca. 10 % der ungenutzten Fläche auch weiterhin grundsätzlich nicht erschlossen werden können. In Anlehnung an die Bestandsverteilung der Technologiearten wird für das Flächenkonkurrenz Kriterium davon ausgegangen, dass vom erschließbaren Dachflächenpotenzial der Großteil für Photovoltaik (95 %) und ein geringerer Anteil für Solarthermie (5 %) zur Verfügung stehen. Der Technologieausbau bis 2040 erfolgt im Rahmen der Szenarienanalyse (Ergebnisse siehe Kapitel 5.3) modell-exogen unter der Annahme, dass im Referenzszenario bis 2040 38 % des Dachflächenpotenzials erschlossen sind. Im Gegensatz dazu erfolgt im Klimaschutzszenario die Annahme, dass bis 2040 75 % des Dachflächenpotenzials erschlossen ist.

Auf Basis der nutzbaren Dachflächen ergibt sich entsprechend den vorgestellten Annahmen ein PV-Gesamtpotenzial für Wertingen von rund 47 MWp.

Tabelle 5-2: Flächenkriterien zur Bestimmung des Raumwiderstands

Raumwiderstand	Flächenkriterien
kein	Kein Raumwiderstand bestätigt durch bestehende Freiflächenanlagen
gering (200 m-Randstreifen)	Landwirtschaftliche Flächen ohne identifizierten Raumwiderstand innerhalb des 200 m-Randstreifens entlang von Autobahnen und Schienenwegen
gering	Landwirtschaftliche Flächen ohne identifizierten Raumwiderstand
mittel	Naturpark / Biosphärenreservat (Kernzone) / Trinkwasserschutzgebiet (Zone III) / Heilquellenschutzgebiet (qualitativ III)
hoch	FFH-Gebiet / SPA-Gebiet / Biosphärenreservat (Pflegezone) / Landschaftsschutzgebiet / Trinkwasserschutzgebiet (Zone II) / Heilquellenschutzgebiet (qualitativ II) / Überschwemm-/Vorranggebiet Hochwasser
sehr hoch	Siedlungsfläche / Wald / Gewässer / Naturschutzgebiet / Naturdenkmal / Nationalpark / Biosphärenreservat (Entwicklungszone) / Ramsar-Gebiet / Trinkwasserschutzgebiet (Zone I) / Heilquellenschutzgebiet (quantitativ A) / Heilquellenschutzgebiet (qualitativ I)

Flächen ≤ 1 ha werden nicht berücksichtigt

Freiflächen-Photovoltaik

Zur Berechnung des Freiflächenpotenzials für die Photovoltaik wird anhand des in Tabelle 5 2 zugrunde gelegten Kriterienkatalogs mittels GIS-Anwendung der Raumwiderstand der Flächen für das Stadtgebiet Wertungen ermittelt (siehe Abbildung 5-4).

Der Raumwiderstand bestimmt in der Bauplanung allgemein die Machbarkeit von Infrastrukturmaßnahmen und kann entsprechend Tabelle 5-2 in sechs Kategorien – von keinem Widerstand anhand bestehender Anlagen bis sehr hohem Widerstand durch zum Beispiel bebaute Flächen – unterteilt werden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass neben dem Eignungskriterium des Raumwiderstands weitere Faktoren, wie z. B. Belange des Artenschutzes, Eigentumsverhältnisse von Flurstücken etc., vorliegen können. Die Analyse zeigt, dass sich grundsätzlich einige Flächen im Stadtgebiet – vorrangig Flächen mit geringem Raumwiderstand – zur Nutzung für Freiflächen-Photovoltaik eignen könnten, dies jedoch stark vom Einzelfall abhängt. Dennoch wird ersichtlich, dass hier ein erhebliches Potenzial für Photovoltaik vorhanden ist. In Abhängigkeit politischer und naturschutzrechtlicher Rahmenbedingungen kann hier dementsprechend angeknüpft werden.

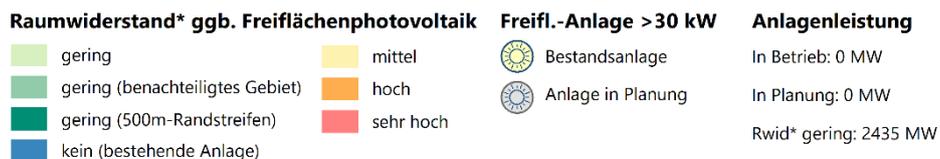
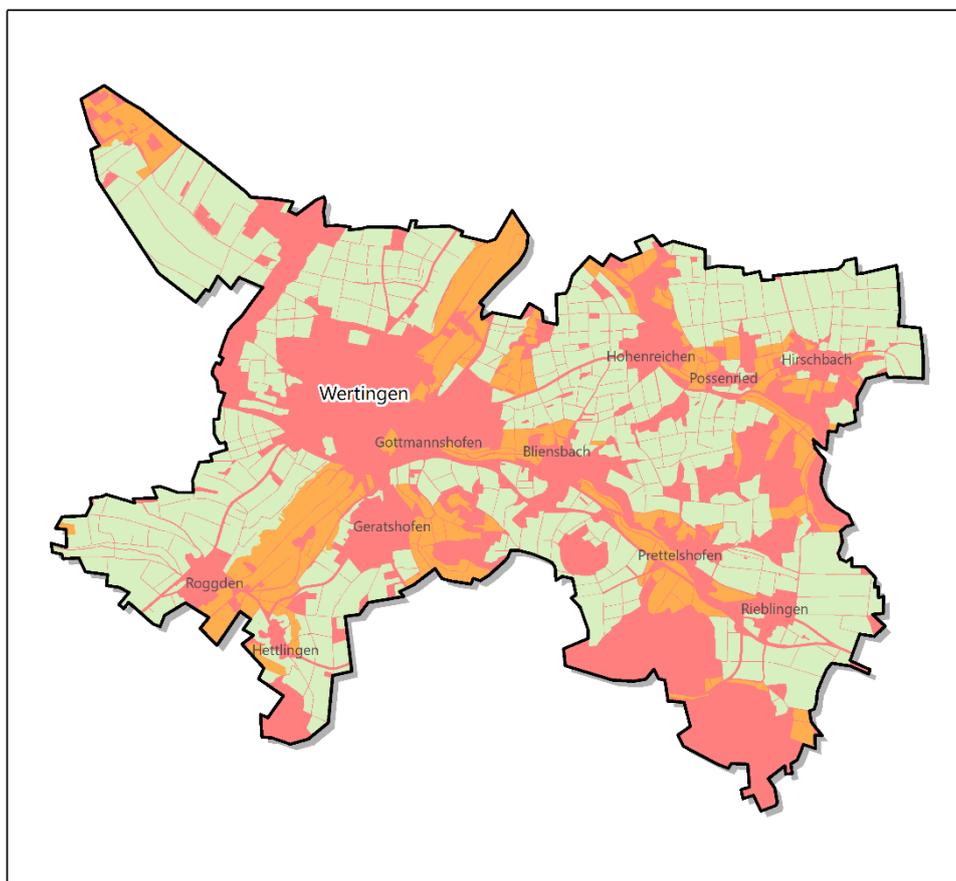
Tabelle 5-3: Potenzielle Fläche für Freiflächenphotovoltaik nach Raumwiderstandsklassen

Raumwiderstand	Fläche in ha
kein	-
gering (EEG-Kulisse: 200m-Randstreifen entlang von Schienenwegen)	-
gering	2435
mittel	-
hoch	717
Sehr hoch	2036
Gesamtfläche Stadtgebiet Wertingen	5188

Die Summe der potenziell geeigneten Flächen nach den genannten Raumwiderstandsklassen ist in nachstehender Tabelle 5-3 zusammengefasst. Die potenziell geeigneten Flächen mit einem geringen Raumwiderstand umfassen rund 2.435 ha im Stadtgebiet. Als Richtwert kann davon ausgegangen werden, dass pro Hektar eine Leistung von 1 MWp an Freiflächen-PV installiert werden könnte. Im Fall der Flächen mit einem geringen Raumwiderstand entspricht dies einem Potenzial von 2.435 MWp. Dieses Potenzial entspricht einem Großteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Stadt Wertingen, weshalb nicht die gesamte Fläche als praktisches Potenzial ausgewiesen und genutzt werden kann. Um das praktische Potenzial für Freiflächenphotovoltaikanlagen festzulegen, wird die deutschlandweite Ackerflächennutzung als Grundlage herangezogen. Derzeit werden in Deutschland ca. 15 % der Ackerfläche verwendet, um Energie- und Industriepflanzen anzubauen. Unter Zugrundelegung

dieses Anteils wird für Wertingen ein praktisches Potenzial von 186 MW ausgewiesen. Dies entspricht einer Fläche von 186 ha und damit 7,5 % der Flächen mit einem geringen Raumwiderstand.

Bis 2040 würden im Referenzszenario rund 25 %, im Klimaschutzszenario 40 % der mit geringem Raumwiderstand erschlossen werden. Dies entspricht dem realisierbaren Potenzial und damit der Schnittmenge aus wirtschaftlichen und praktischen Potenzial. Im Klimaschutzszenario entspricht dies ca. 1 % der Fläche des Wertinger Stadtgebiets.



* Der Raumwiderstand (Rwid) bestimmt in der Bauplanung allg. die Machbarkeit von Infrastrukturmaßnahmen
 Verwaltungsgrenze: © GeoBasis-DE / BKG 2021; Flächenberechnung auf Basis: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Abbildung 5-4: Raumwiderstand gegenüber Freiflächenphotovoltaik in der Gemeinde Wertingen

Im Stadtgebiet Wertingen liegt anhand der Raumwiderstandsanalyse für 2.435 ha ein geringer bis kein Raumwiderstand für Freiflächen-PV vor. Davon werden ca. 7,5 % als praktisches Potenzial ausgewiesen. Dies entspricht einem praktisch erschließbaren Potenzial für Freiflächen-PV von 186 MWp.

Solarthermie

Besonders heizungsunterstützende solarthermische Anlagen bergen für Gebäude mit einer Wohneinheit ein großes Potenzial bzgl. der Wärmebedarfsdeckung und werden auch vorrangig auf solchen Gebäudetypen installiert. Unter diesen Gebäudetyp fallen Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften und Reihenhäuser, sog. Ein-Wohneinheiten-Häuser. In den bayerischen Gemeinden sind im Mittel auf 19,1 % dieses Gebäudetyps solarthermische Anlagen mit einer durchschnittlichen Bruttokollektorfläche (d. h. Solar-Module inkl. Rahmen etc.) von 8,9 m² installiert. Für die Anlagen in Wertingen konnte ein spezifischer, nutzbarer Ertrag von 355 kWh/m² Bruttokollektorfläche und eine erzeugte Wärmemenge von 3.543 MWh für das Jahr 2021 ermittelt werden, vgl. Kapitel 4.2.2.

Weiterhin wurde für diesen Gebäudetyp ein solarthermisch substituierbares Endenergiepotenzial errechnet. Dieses erhöht sich zwar mit zunehmend installierter Kollektorfläche pro Gebäude. Es muss aber berücksichtigt werden, dass der spezifische, nutzbare Ertrag mit zunehmender Größe der Anlage abnimmt. Ebenfalls nimmt dieser spezifische Ertrag bei der Sanierung von Gebäuden ab, weil durch die Sanierung der Wärmebedarf und somit das solarthermisch substituierbare Potenzial gesenkt wird.

Für die Solarthermie steht zur regenerativen Wärmebereitstellung eine erschließbare Fläche von 4,5 % der bisher ungenutzten Dachflächen zur Verfügung. Hierbei steht die Technologie in Konkurrenz zum weiteren Ausbau der Nahwärmenetze und von Wärmepumpen. Es erfolgt die Annahme, dass im Zuge von Sanierungen und Kesseltausch pro Jahr 3 % des restlichen fossilen Endenergieverbrauchs durch Solarthermie, 25 % durch den Ausbau von Nahwärmenetzen und 72 % durch den Ausbau von Wärmepumpen substituiert werden. Im Fall des Referenzszenarios stehen dem Szenarienmodell 50 %, im Fall des Klimaschutzszenarios 100 % des erschließbaren Solarthermie-Dachflächenpotenzials zur Verfügung.

5.2.2 Biomasse

Ein Potenzial für die energetische Nutzung von Biomasse wird in der Regel über die nutzbaren

landwirtschaftlichen Flächen innerhalb eines Gebietes ermittelt. Zum einen muss dabei berücksichtigt werden, welcher Flächenanteil bereits mit Energiepflanzen bestückt ist und zum anderen welcher Anteil der Fläche für Futter- und Nahrungsmittelanbau benötigt wird.

Für Wertingen liegen keine offiziell freigegebenen, statistischen Zahlen zur Flächennutzung für den Anbau von Energiepflanzen vor. Auf Basis der installierten Leistung der Biomasseanlagen und weiteren Kennzahlen lässt sich dieser Flächenanteil jedoch abschätzen. Zunächst werden dafür der Futterbedarf für Viehbetriebe ermittelt und eine Abschätzung zum Mais-Anteil für Biogas-Anlagen durchgeführt. Der Substratmix kann hierbei durchaus sehr individuell sein. Nach einer statistischen Auswertung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) setzte sich der Substratmix für Biogasanlagen im Jahr 2021 zu 45 % aus nachwachsenden Rohstoffen, hiervon mit 85 % hauptanteilig aus Mais- und Grassilage, und zu knapp 50 % aus Wirtschaftsdünger, hiervon zu knapp 90 % aus Rinder- und Schweinegülle sowie Rindermist, zusammen.

Aus diesen Rahmenbedingungen lässt sich schließen, dass im Jahr 2021 bereits zwischen 700 und 1.200 Hektar im Stadtgebiet Wertingen für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden. Dies entspricht einem Anteil an der Landwirtschaftsfläche (ca. 3.000 h) von ca. 30 %.

Dieser Anteil ist im Vergleich bereits sehr hoch. In Bayern lag der Anteil energetisch genutzter Fläche im Jahr 2018 zuletzt bei insgesamt etwa 13 % /STMWI-04 22P/. Das praktisch umsetzbare Potenzial gilt bei den regionalen Fachleuten für das Stadtgebiet Wertingen als erschöpft. Potenzial wird vor allem noch in der verstärkten Wärmenutzung aus Bestandsanlagen sowie der Flexibilisierung der Leistungsbereitstellung gesehen. So werden aus den Bestandsanlagen rund 38 GWh/a Strom und 54,8 GWh/a Wärme erzeugt. Von letzteren wurden im Jahr 2021 ca. 10 % bzw. 7,4 GWh in den ausgewerteten Nahwärmenetzen genutzt.

Das praktische Potenzial zusätzlicher Biomasse-Nutzung wird in Wertingen als erschöpft angesehen. Potenziale liegen insbesondere in der Erschließung bisher noch ungenutzter Abwärmepotenziale aus den Bestandsanlagen.

Im Rahmen der Szenarienanalyse erfolgt die Annahme, dass im Klimaschutzszenario maximal noch 50 % (23,7 GWh/a) des bisher ungenutzten Abwärmepotenzials grundsätzlich und sinnvoll erschlossen werden können, da insbesondere örtliche Gegebenheiten, wie die Erzeuger- und Verbraucherstruktur, eine entscheidende Rolle spielen. Im Fall des Referenzszenarios liegt aufgrund eines deutlich geringeren Ambitionsniveaus die Erschließungsgrenze bei rund 40 % (19 GWh/a) des bisher ungenutzten Abwärmepotenzials.

5.2.3 Windkraft

Im Zuge des Energienutzungsplans für den Landkreis Donau-Ries wurde bereits eine ausführliche Analyse zur Windkraftnutzung durchgeführt.

Geeignete Standorte von Windkraftanlagen müssen zum einen die notwendigen Abstände zu Siedlungen, Verkehrswegen, Schutzgebieten etc. erfüllen und weisen zum anderen hohe mittlere Windgeschwindigkeiten auf. Alle Flächen, für welche die notwendigen Abstände zutreffen, werden nachfolgend als Windeignungsflächen bezeichnet. Zur Bestimmung des Windpotenzials im untersuchten Gebiet wurden zunächst die Windeignungsflächen bestimmt. Diese sind definiert über die gesamte Fläche abzüglich aller Windausschlussflächen. In Windausschlussflächen ist die Installation von Windkraftanlagen generell nicht zugelassen. Zu den Windausschlussflächen zählen beispielsweise Siedlungsgebiete, Vogel- und Naturschutzgebiete, Biotope etc. Abbildung 5-5 zeigt die Windeignungsflächen zusammenfassend für das

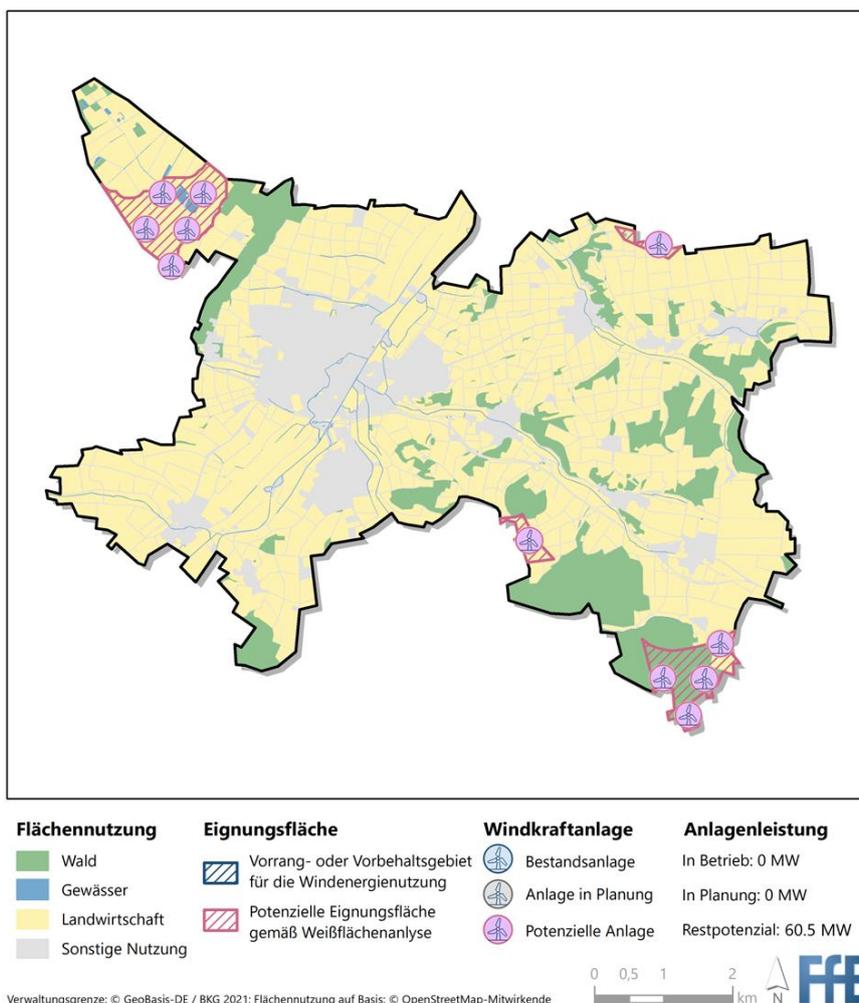


Abbildung 5-5: Windeignungsflächen im Wertigen Stadtgebiet, eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen, /DWD-02 12/, /RPVA-01 06/, /STMUV-01 13/

Wertinger Stadtgebiet. Die rot schraffierten Flächen stellen die Windeignungsflächen dar und sind mit Volllaststunden nach Weibull-Verteilung hinterlegt. Diese Volllaststunden sind nur eine erste Abschätzung und stellen kein gesichertes Ergebnis für einen konkreten Standort dar.

Insgesamt ergeben sich für das Wertinger Stadtgebiet, wie in Abbildung 5-5 dargestellt, vier Windvorrangflächen, die sich alle an der Grenze des Stadtgebiets befinden. Insgesamt wurden durch die Windpotenzialanalyse elf potenzielle Standorte mit einer kumulierten Nennleistung von 60,5 MW identifiziert. Diese Windpotenzialanalyse dient jedoch nur als grobe Orientierungshilfe zur Identifikation von Windeignungsflächen. Vor der konkreten Planung von Windkraftanlagen ist eine konkrete Potenzialanalyse basierend auf Windgeschwindigkeitsmessungen und eine Prüfung der gesetzlich vorgeschriebenen Mindestabstände unabdingbar.

Basierend auf einer ersten Windpotenzialanalyse wurden für das Wertinger Stadtgebiet vier Windeignungsflächen mit elf potenziellen Standorten für Windkraftanlagen identifiziert. Diese elf Standorte entsprechen einer Nennleistung von 60,5 MW.

Im Fall des Referenzszenarios stehen dem Szenariomodell 40 %, im Fall des Klimaschutzszenarios 80 % des Windkraftpotenzials zur Verfügung.

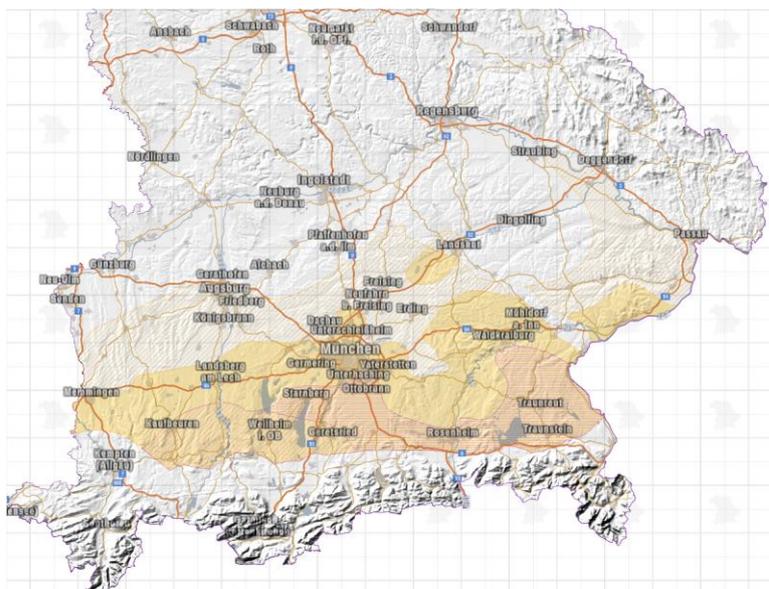
5.2.4 Wasserkraft

Durch einen Teil des Wertinger Stadtgebietes fließt die Zusam. Im Marktstammdatenregister sind bisher drei Wasserkraftanlagen mit einer gesamt Bruttoleistung von 100 kW enthalten. Zwei dieser Anlagen befinden sich direkt in der Stadt Wertingen. Die dritte Anlage liegt am Hohenreicher Mühlbach nahe dem Hartfeldhof. Umweltverbände wie der WWF und der Bund Naturschutz attestieren Bayern ein weitgehend ausgeschöpftes Ausbaupotenzial für Wasserkraft. Auch der Energieatlas Bayern weist für Wasserkraft in Wertingen kein weiteres technisches Erschließungs- oder Ertüchtigungspotenzial aus.

Vor diesem Hintergrund kommt der Wasserkraft in Wertingen keine signifikante Bedeutung zu, weshalb diese im Rahmen der Szenarienanalyse über den Status Quo hinaus nicht berücksichtigt wird.

5.2.5 Geothermie

Wie bereits in der Ist-Zustands-Analyse (siehe Kapitel 4.2.3) erläutert, spielt in Wertingen bisher nur oberflächennahe Geothermie in Form von Wärmepumpen eine Rolle. Nachfolgende Abbildung 5-6 zeigt geologisch günstige Gebiete für tiefengeothermische Nutzung in Bayern. In diesen Gebieten ist die Temperatur nahe der Oberfläche ausreichend hoch, um mittels Bohrungen genutzt werden zu können. Naturräumlich handelt es sich dabei um das Süddeutsche Molassebecken, in dessen Region bereits zahlreiche Tiefenbohrungen zu finden sind.



Günstige Gebiete zur Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern

Gebiete für hydrothermale Stromgewinnung

-  Gebiete mit günstigen geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Stromerzeugung
-  Gebiete mit möglicherweise weniger günstigen geologischen Verhältnissen (geringere Ergiebigkeiten) für eine hydrothermale Stromerzeugung

Gebiete für hydrothermale Wärmeergewinnung

-  Gebiete mit günstigen geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeergewinnung
-  Gebiete mit möglicherweise weniger günstigen geologischen Verhältnissen (geringere Ergiebigkeiten) für eine hydrothermale Wärmeergewinnung

Quelle: Energie-Atlas Bayern 2022
Bayerische Vermessungsverwaltung 2022,
Landesamt für Digitalisierung, Breitband und
Vermessung, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Abbildung 5-6: Günstige Gebiete zur Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern, Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern (Stand 2022) /BVL-01 22P/

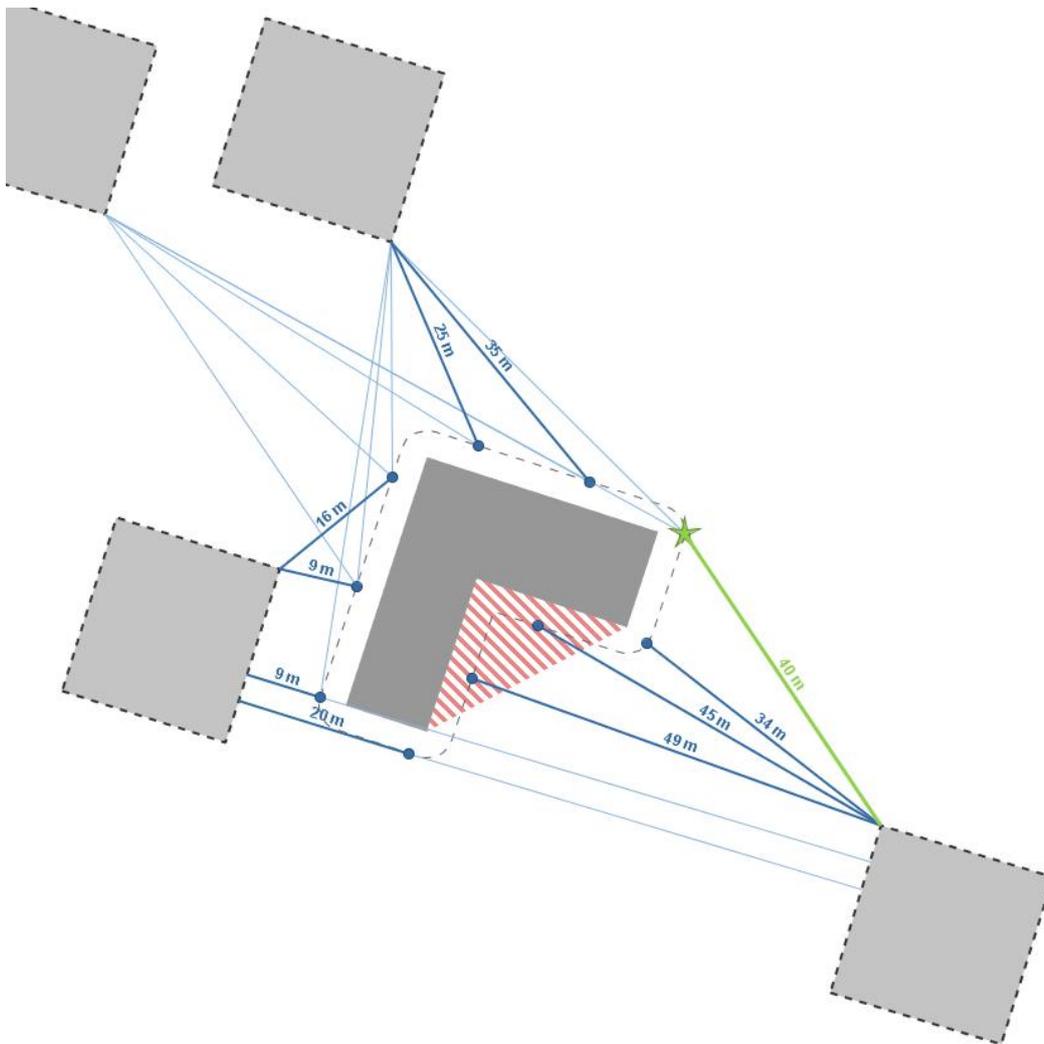


Abbildung 5-7: Ermittlung von Abständen zwischen Standorten für Luftwärmepumpen und Nachbarwohngebäuden, eigene Darstellung und Berechnungen

Anhand der Abbildung 5-6 ist ersichtlich, dass das Stadtgebiet deutlich außerhalb der ausgewiesenen Eignungsgebiete gemäß des Energie-Atlas Bayern liegt. Folglich wird die Tiefengeothermie im Rahmen der Szenarienanalyse des Klimaschutzkonzeptes nicht näher betrachtet.

Im Gegensatz dazu kann oberflächennahe Geothermie bzw. der Einsatz von Wärmepumpen genutzt werden. Die Ermittlung des technischen Potenzials hängt von einer Vielzahl an Rahmenbedingungen ab. Aus diesem Grund wurde von der FfE ein Simulationsmodell – die Wärmepumpen-Ampel² /FFE-65 22/ – für ganz Deutschland erstellt. Mithilfe des Modells wird das Wärmequellenpotenzial von Luft, Erde und Sonne anhand von Geo- und Statistikdaten je Grundstück ermittelt. Die Eignung wird u. a. anhand des Abstands zu den Nachbargebäuden, der Grundstücksfläche und

der Dachfläche ermittelt. Wenn das ermittelte Angebot größer als der Bedarf ist, dann eignet sich die Quelle für die Wärmeversorgung des Gebäudes.

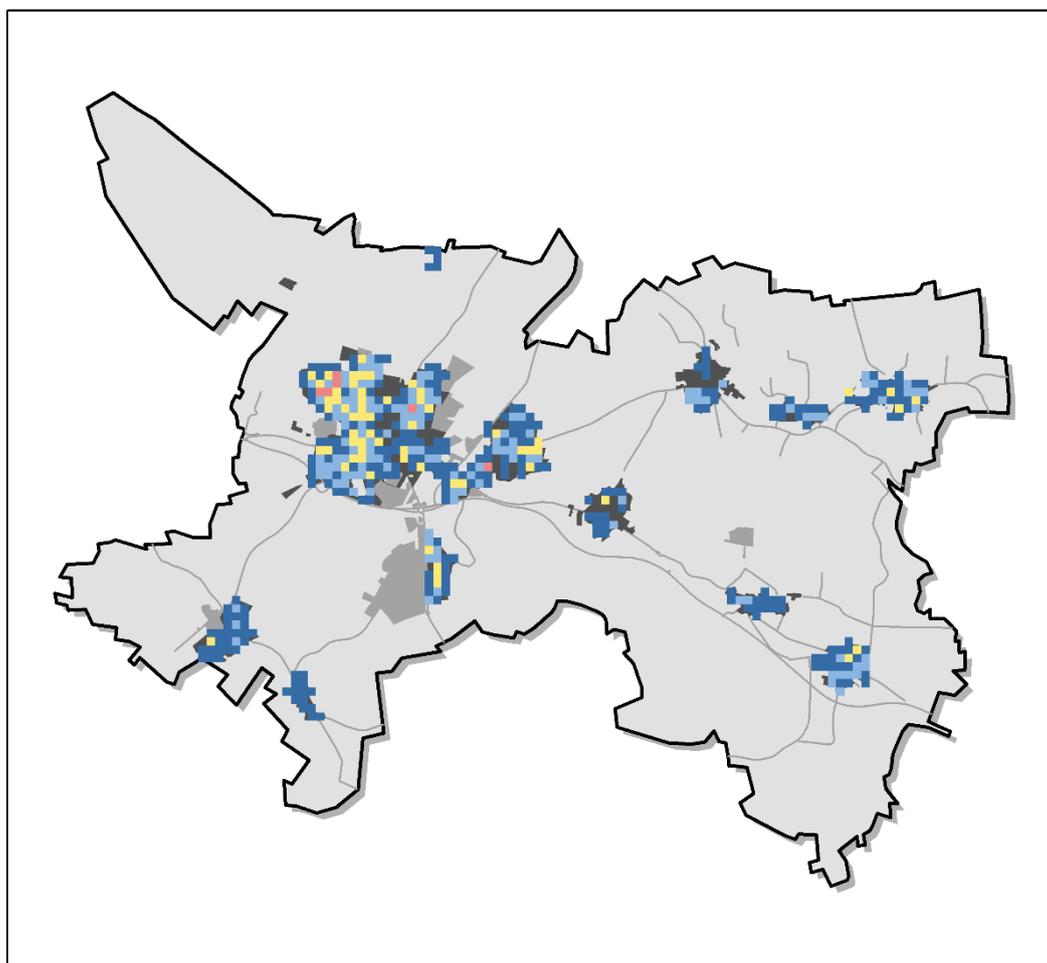
Ein Kriterium zur Installation von Luftwärmepumpen ist die Einhaltung von Schallschutz-Grenzwerten, da die Anlagen Lärm-Emissionen verursachen. Dabei spielt der Abstand des Anlagenstandorts zum nächsten Wohngebäude eine Rolle, vgl. Abbildung 5-7. Dieser wurde mithilfe eines Algorithmus anhand von Geodaten auf Einzelgebäudeebene ermittelt. Dazu wurden Anlagenstandorte um das Gebäude herum interpoliert und für jeden der Standorte der Abstand zum nächsten Nachbarn und somit der limitierende Abstand ermittelt, wie die untenstehende Abbildung zeigt. Der am besten geeignete Standort ist in der Abbildung 5-10 grün hervorgehoben. Reflexionsanfällige Standorte (rote Schraffur) wurden mit einem Malus

² Über das Webtool kann gebäudescharf die Eignung von Wohngebäuden für die untersuchten Wärmepumpen-Technologien in einer

interaktiven Karte dargestellt und überprüft werden. Das Tool ist unter www.waermepumpen-ampel.de erreichbar.

belegt. Für die weitere Berechnung wurde jedoch nicht der beste Standort ausgewählt, sondern der Median, weil der beste Standort möglicherweise oft nicht realisiert werden kann, da er im Modell z.B. direkt vor der Haustüre sein könnte. Zudem wurden an Straßen gelegene Standorte bevorzugt, weil diese oft in der Praxis realisiert werden. So sollen realistische Annahmen bzgl. der Akzeptanz in das Modell einfließen.

Abbildung 5-8 veranschaulicht den Wärmebedarf für das Stadtgebiet Wertingen. Die Auswertung ergab, dass rund 72 % des Wärmebedarfs des Wertinger Wohngebäudebestands durch Wärmepumpen gedeckt werden könnten. Das praktische Wärmeerzeugungspotenzial für den Status Quo entspricht damit rund 48 GWh/a.



Gemeindegebiet

- Wohngebiet (mit Siedlungsfläche)
- Industrie-/Gewerbegebiet
- Sonstiges Gebiet
- Verkehrsweg

Potenzial Wärmepumpe

- > 400
 - ≤ 400
 - ≤ 300
 - ≤ 200
 - ≤ 100
- Wärmeerzeugung in MWh

Wärmebedarfsdeckung

Wärmebedarf: 66.8 GWh
 Potenzial Wärmepumpe: 47.8 GWh
 Potenzieller Deckungsanteil: 71.6 %



Verwaltungsgrenze: © GeoBasis-DE / BKG 2021; Flächennutzung auf Basis: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Abbildung 5-8: Wärmebedarf des Wohngebäudebestands in Wertingen /FFE-65 22/

5.3 Szenarioergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Szenarien betrachtet. Dabei werden die Entwicklungen des Referenzszenarios mit den Entwicklungen im Klimaschutzszenario verglichen. Zu Beginn wird auf die Entwicklung der Energieeinsparung und Energieeffizienz eingegangen. Anschließend wird die Entwicklung der Endenergieverbräuche der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr untersucht, bevor der Ausbau der Erneuerbaren Energien beschrieben wird. Abschließend werden die Entwicklungen der gesamten Treibhausgasemissionen im Referenz- und im Klimaschutzszenario betrachtet. Die fortgeschriebenen Indikatoren zu den Ergebnisse der Szenarienanalyse sind zusammenfassend im Anhang A.2 aufgeführt.

5.3.1 Energieeinsparung und Energieeffizienz

Die nachfolgenden Diagramme in Abbildung 5-9 zeigen die Entwicklung des Strom- und Wärmeverbrauchs sowie den Endenergieverbrauch des Verkehrssektors in Wertingen für den Status Quo, sowie die Stützjahre 2025, 2030, 2035 und 2040.

Hier gilt es zu beachten, dass der Bereich Strom weder den Strom für die Wärmebereitstellung noch den Strom für den Verkehrssektor beinhaltet. Diese Stromanteile sind in den jeweiligen Bereichen (Wärme bzw. Verkehr) selbst enthalten. Strom beinhaltet in dieser Darstellung lediglich den Strom für Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnik, mechanische Energie und sonstige Anwendungen.

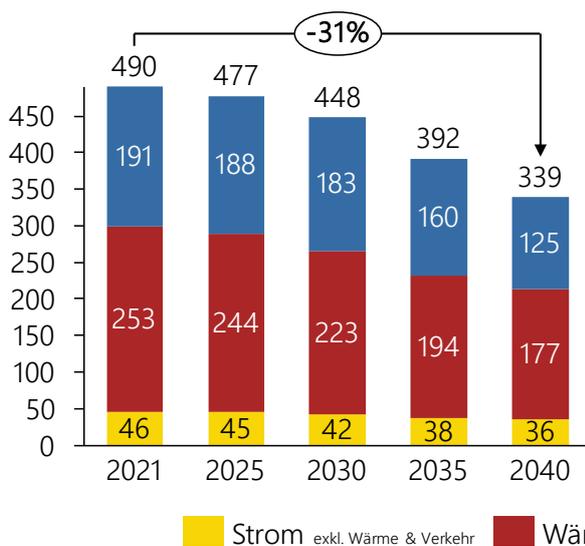
Im Vergleich zum Referenzszenario wird deutlich, dass der gesamte Endenergieverbrauch im Klimaschutzszenario bis 2040 stärker zurückgeht. Der Gesamtrückgang seit 2021 beträgt im Referenzszenario 31 % bzw. 44 % im Klimaschutzszenario. Dabei sind vor allem die technischen Effizienzgewinne durch den Hochlauf der Elektromobilität, den Hochlauf der Wärmepumpen und effizienterer Geräte im Haushalt für die Einsparungen verantwortlich.

Den Effizienzgewinnen steht die Bedarfszunahme in allen Bereichen durch eine steigende Bevölkerungsentwicklung gegenüber. Allerdings überwiegt der Bedarfsrückgang durch Effizienzgewinne den steigenden Bedarf durch die Bevölkerungsentwicklung in beiden Szenarien deutlich.

Abbildung 5-10 zeigt die Entwicklung des gesamten Endenergieverbrauchs nach Energieträgern. Diese Darstellung veranschaulicht den deutlichen Anstieg der Elektrifizierung bis 2040 sowohl im Referenz- als auch im Klimaschutzszenario. Im Gegensatz zu Abbildung 5-9 umfasst der Energieträger Strom in dieser Darstellung den Strom für die Wärmebereitstellung, den Strombedarf für den Verkehrssektor und den Strombedarf für Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnik, mechanische Energie und sonstige Anwendungen.

Der Anteil von Strom am Energieträgermix wächst im Klimaschutzszenario von 10 Prozent in 2020 auf 56 Prozent in 2040 an. Für den Endenergieverbrauch an Strom in 2040 sind maßgeblich Wärmepumpen,

Endenergieverbrauch nach Sektoren
in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Sektoren
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

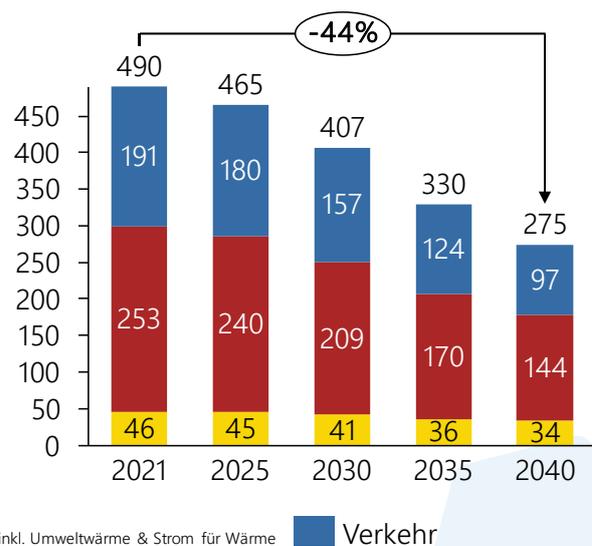
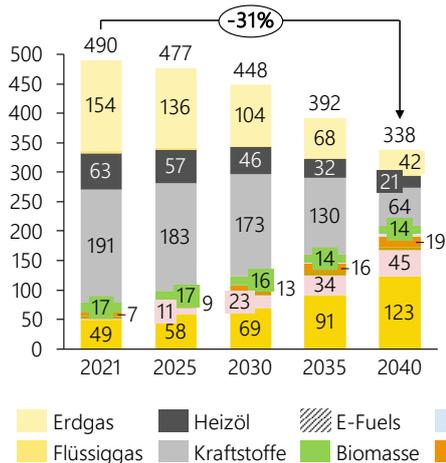


Abbildung 5-9: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (Strom, Wärme und Verkehr) in den zwei Zukunftsszenarien bis 2040

Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

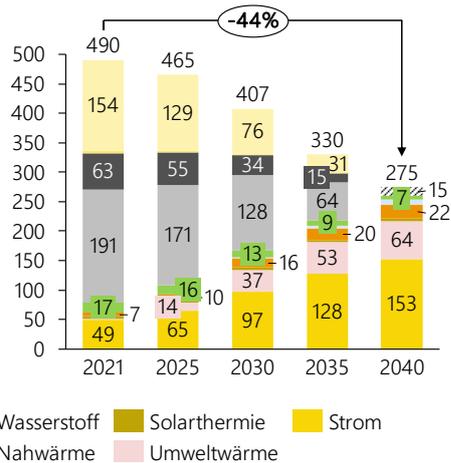


Abbildung 5-10: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in den zwei Zukunftsszenarien bis 2040

Elektrodenheizkessel, Elektroautos und sonstige Stromanwendungen verantwortlich. Der Einsatz von E-Fuels im Klimaschutzszenario im Jahr 2040 ist auf ausschließlich den Verkehrssektor zurückzuführen (siehe Abschnitt 5.3.4). Die detaillierte Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern für private Haushalte, Industrie, GHD und öffentliche Einrichtungen kann Anhang A.3 entnommen werden.

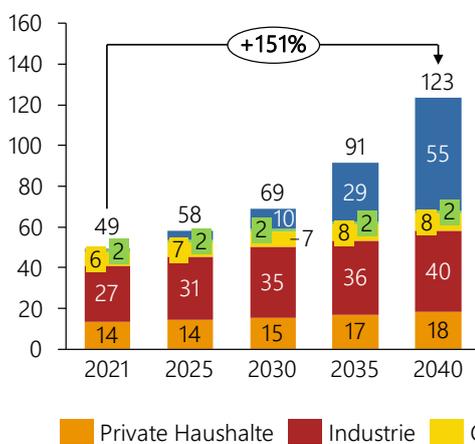
Wird der Strombedarf in die Zukunft bis 2040 fortgeschrieben, so ergeben sich folgende Entwicklungen für das Referenz- und das Klimaschutzszenario (siehe Abbildung 5-11).

Die Industrie hat mit 55 % (2021) den Hauptanteil am Stromverbrauch in Wertingen. Sowohl im

Referenzszenario als auch im Klimaschutzszenario wird die Zunahme des Strombedarfs durch den Wechsel von konventionellen fossilen Technologien (Verbrennerfahrzeuge, Gaskessel etc.) hin zu elektrifizierten Technologien (Elektromobilität, Wärmepumpe etc.) hervorgerufen. Dabei hat die Elektrifizierung des Verkehrssektors den größten Einfluss auf den steigenden Strombedarf. So steigt der Verbrauch im Referenzszenario auf 55 GWh und im Klimaschutzszenario auf 73 GWh im Jahr 2040 an.

Einen weiteren Beitrag zum steigenden Strombedarf hat das prognostizierte Bevölkerungswachstum, das einen stärkeren Wärme- und Mobilitätsbedarf zur Folge hat. Der steigende Strombedarf, bedingt durch die Elektrifizierung, übersteigt die

Strombedarfsentwicklung nach Sektoren
in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



Strombedarfsentwicklung nach Sektoren
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

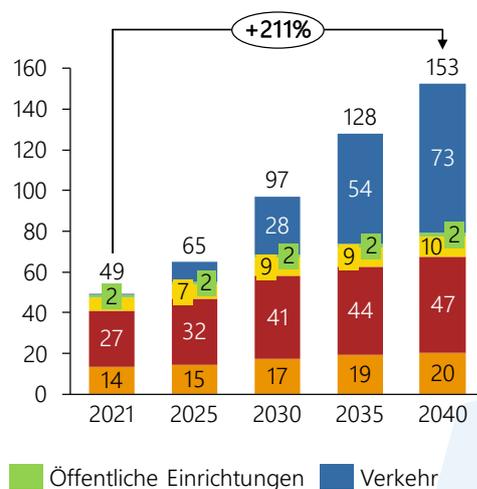


Abbildung 5-11: Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren in zwei Zukunftsszenarien

Stromeffizienzgewinne dabei deutlich (vgl. Strom in Abbildung 5-9 und Abbildung 5-11).

Ohne verstärkte Klimaschutzanstrengungen steigt der Strombedarf im Referenzszenario bis 2040 um ca. 151 % an und bei Umsetzung einer konsequenten Klimaschutzpolitik verdreifacht er sich bis 2040. Unter der Voraussetzung des kontinuierlichen Ausbaus der Erneuerbaren Stromerzeugung trägt der Energieträger Strom somit maßgeblich zu der Entwicklung hin zur Klimaneutralität bei.

Deckungsbeitrag Erneuerbarer Energien
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

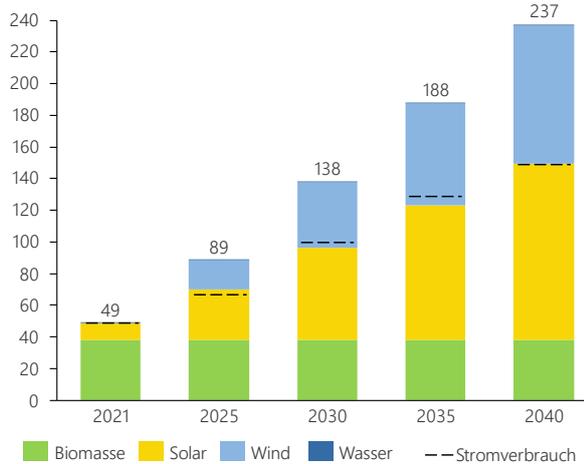
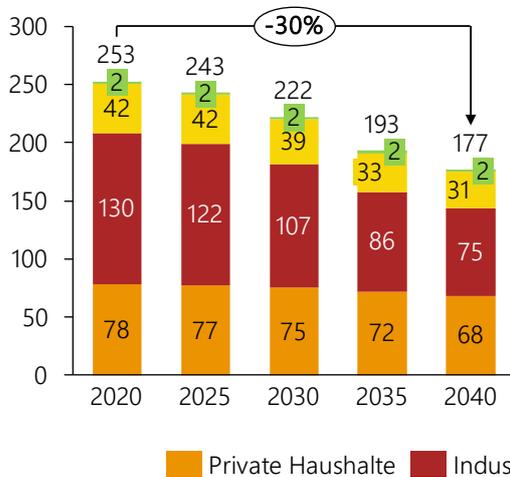


Abbildung 5-12: Deckungsbeitrag der Stromerzeugung aus Erneuerbarer Energien

Abbildung 5-12 zeigt den Beitrag der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien zur Deckung des

Endenergiebedarf (Wärme) nach Sektoren
in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



steigenden Stromverbrauchs im Klimaschutzszenario. Die Abbildung veranschaulicht zu welchem Grad Wertingen den Stromverbrauch durch eigene erneuerbare Stromerzeugung in Zukunft decken kann. Hier wird deutlich, dass der Ausbau der Photovoltaikanlagen den stärksten Treiber für die klimafreundliche Stromversorgung darstellt. Für den Ausbau Erneuerbarer Energien werden im Klimaschutzszenario die PV-Dachflächenpotenziale zu 75 % und die PV-Freiflächenpotenziale zu 40 % erschlossen. Der größte Einzeltreiber zur lokalen erneuerbaren Stromproduktion ist der Ausbau der Windkraft. Im Klimaschutzszenario werden die lokalen Windkraftpotenziale zu 80 % erschlossen. Die Ausbauziele zur lokalen Stromproduktion im Klimaschutzszenario orientieren sich dabei an den Vorgaben für den Landkreis Dillingen an der Donau /FFE-17 23/. Bilanziell kann Wertingen bereits im Jahr 2021 den eigenen Strombedarf decken und entwickelt sich immer weiter zum Stromexporteur. Im Jahr 2040 kann ca. ein Drittel des lokal produzierten Stroms exportiert werden.

5.3.2 Entwicklung des Wärmesektors

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs zur Wärmebereitstellung nach Sektoren zeigt, dass die Industrie mit circa 51 % in 2021 den größten Anteil am Wärmeendenergiebedarf hat (siehe Abbildung 5-13). Im Unterschied zu den anderen Sektoren ist der Wärmeendenergiebedarf in der Industrie hauptsächlich auf die Prozesswärme zurückzuführen. Im Klimaschutzszenario ist eine wesentlich höhere Reduktion des Wärmeendenergiebedarfs im Vergleich zum Status Quo möglich. Der Wärmeendenergiebedarf reduziert sich im Klimaschutzszenario um 110 GWh (-43 %),

Endenergiebedarf (Wärme) nach Sektoren
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

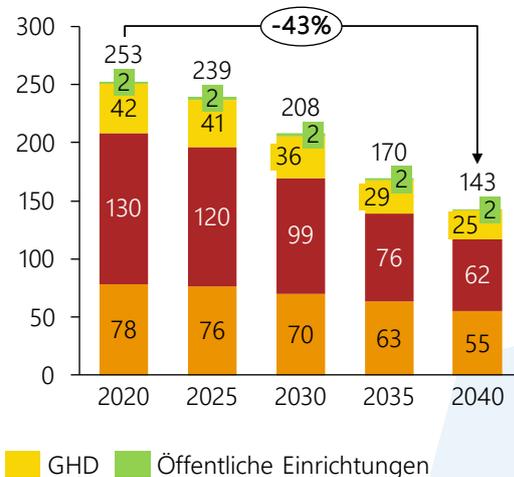


Abbildung 5-13: Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Sektoren in zwei Zukunftsszenarien

Endenergiebedarf (Wärme) nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario

Endenergiebedarf (Wärme) nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

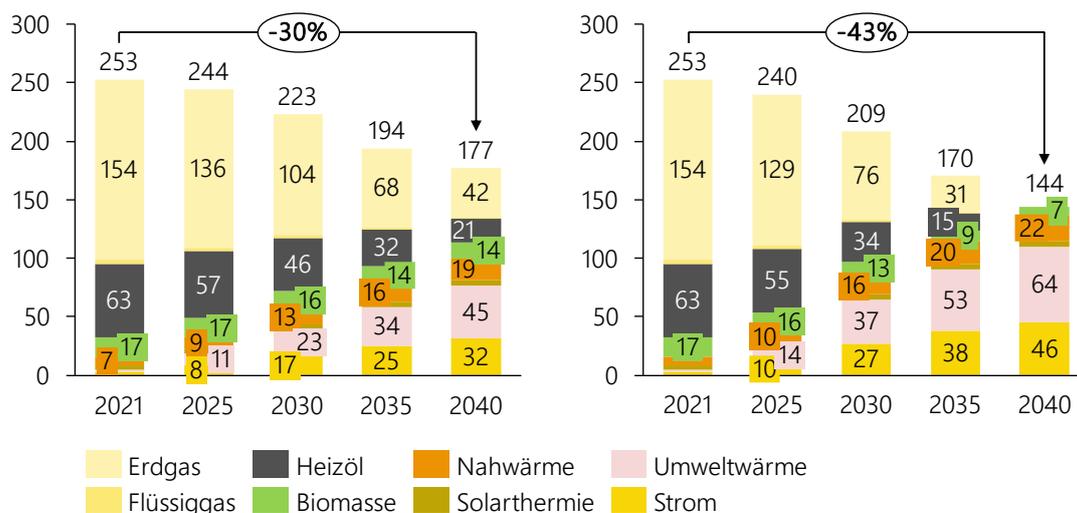


Abbildung 5-14: Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Energieträgern in zwei Zukunftsszenarien

während er im Referenzszenario nur um 76 GWh (-30 %) sinkt.

Die ambitionierten Sanierungstiefen und höheren Sanierungsraten im Klimaschutzszenario im Vergleich zum Referenzszenario führen zu diesem stärkeren Rückgang des Wärmeendenergiebedarfs im Klimaschutzszenario (vgl. Tabelle 5-1). Dazu kommt, dass der Technologiewechsel von konventionellen Technologien, wie dem Gaskessel, zu erneuerbaren Technologien (z. B. Wärmepumpen) im Klimaschutzszenario schneller voranschreitet. Die höheren Kesseltauschraten im Klimaschutzszenario führen zu höheren Effizienzgewinnen als im Referenzszenario und somit zu einem stärkeren Rückgang des Wärmeendenergiebedarfs.

Diesem sinkenden Wärmeendenergiebedarf wirkt der zusätzliche Wärmebedarf infolge des prognostizierten Bevölkerungswachstums entgegen. Die gesamte Abnahme des Wärmeendenergiebedarfs wird dadurch in beiden Szenarien jedoch nur leicht gemindert.

Ergänzend zu Abbildung 5-13 zeigt Abbildung 5-14 die Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Energieträgern in beiden Zukunftsszenarien. Der Technologiewechsel von konventionelle Technologien, wie dem Gaskessel, zu erneuerbaren Technologien (z.B. Wärmepumpen) wird hier durch die Veränderung des Energieträgermixes über die Zeit sichtbar. Die Sanierungsraten, Sanierungstiefen und Kesseltauschraten im Referenzszenario reichen nicht aus, um die fossilen Energieträger vollständig bis 2040 zu substituieren. Lediglich im ambitionierteren

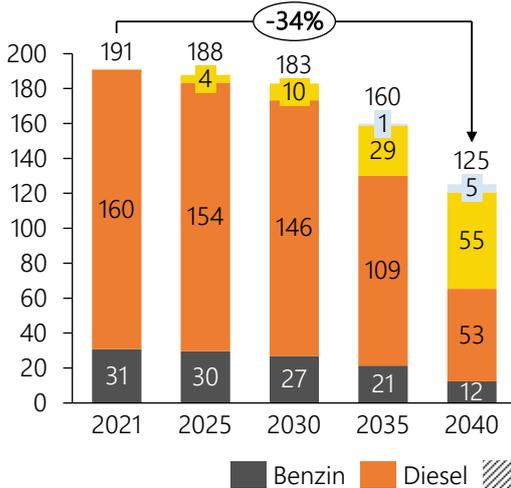
Klimaschutzszenario wird eine klimaneutrale Wärmeversorgung in 2040 erreicht.

5.3.3 Entwicklung des Verkehrssektors

Im Klimaschutzszenario wird der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in 2040 durch die Energieträger Strom, Wasserstoff und E-Fuels gedeckt. Wohingegen im Referenzszenario nicht davon ausgegangen wird, dass der hohe Restbedarf an Diesel und Benzin durch E-Fuels gedeckt werden kann, weshalb dieser Energieträger hier nicht zum Einsatz kommt. Im Klimaschutzszenario wird Wasserstoff ab 2030 für Schwerlast-LKW eingesetzt und steigt bis 2040 auf einen Anteil von 10 % an. Im Referenzszenario kommt Wasserstoff erst 2035 im Schwerlast-LKW Verkehr zum Einsatz.

Obwohl die Verkehrsentwicklung jährlich analog zur prognostizierten Bevölkerungsentwicklung um 0,285 % zunimmt (vgl. Tabelle 5-1), sinkt der gesamte Endenergieverbrauch in Abbildung 5-15 im Referenzszenario um 66 GWh und im Klimaschutzszenario um 94 GWh. Der Rückgang des Endenergieverbrauchs ist auf die Effizienzgewinne durch den Einsatz von Elektromotoren und Brennstoffzellen-Motoren zurückzuführen. Elektromotoren sind ungefähr um den Faktor 3,25 effizienter als herkömmliche Verbrennungsmotoren. Für Brennstoffzellen-Motoren liegt der Faktor bei ungefähr 1,75. Da der Anteil der nachhaltigen Antriebsformen bis 2040 in beiden Szenarien stark zunimmt, geht der Endenergieverbrauch zurück.

Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

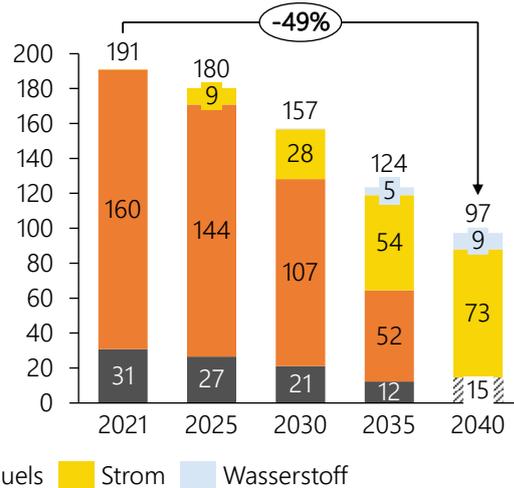


Abbildung 5-15: Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors in den zwei Zukunftsszenarien

Aufgrund der Lebensdauer der Fahrzeuge und den angenommenen Neuzulassungsraten verbleiben in 2040 konventionelle Verbrennerfahrzeuge sowohl im Referenz- als auch im Klimaschutzszenario weiterhin im System. Die konventionellen Kraftstoffe werden im Klimaschutzszenario ab dem Jahr 2040 durch E-Fuels substituiert.

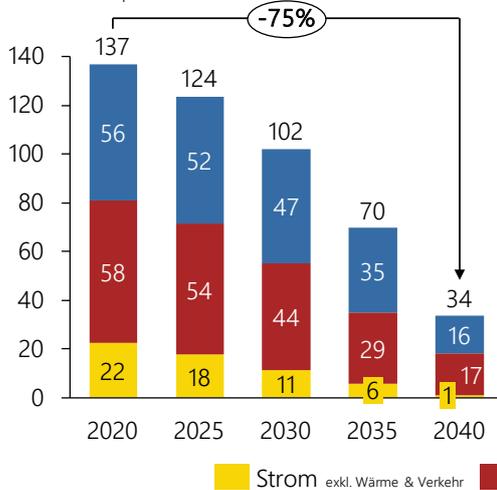
5.3.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Der Ausstoß von Treibhausgasen lässt sich durch einen reduzierten Energieverbrauch oder die Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Energieträger senken. Aus den vorangegangenen Abschnitten wurde ersichtlich, dass beide Wege zur CO₂-Äq.-Minderung beitragen.

Die CO₂-Äq.-Einsparungen wurden anhand der spezifischen CO₂-Äq.-Faktoren der eingesetzten Energieträger berechnet. Die verwendeten Faktoren stammen aus dem GEMIS Datenbanksystem und vom Umweltbundesamt (siehe Anhang A.1) /UBA-07 22/ /I-INAS-01 21/. Für die spezifischen CO₂-Äq.-Faktoren für Wasserstoff wurden die spezifischen CO₂-Äq.-Faktoren für Strom durch die Wirkungsgrade der Elektrolyse in dem jeweiligen Stützjahr berechnet.

In Abbildung 5-16 ist die Entwicklung der CO₂-Äq.-Emissionen für die zwei Zukunftsszenarien dargestellt. Obwohl der Stromverbrauch exklusive der Stromanwendungen für den Wärme- und Verkehrssektor in beiden Szenarien nur leicht zurückgeht (vgl. Abbildung 5-9), verringern sich die CO₂-Äq.-Emissionen

CO₂-Emissionen nach Sektoren
in kt CO_{2äq}/a | Referenzszenario



CO₂-Emissionen nach Sektoren
in kt CO_{2äq}/a | Klimaschutzszenario

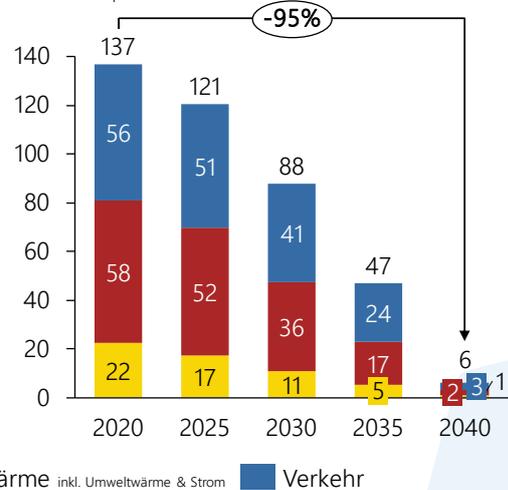
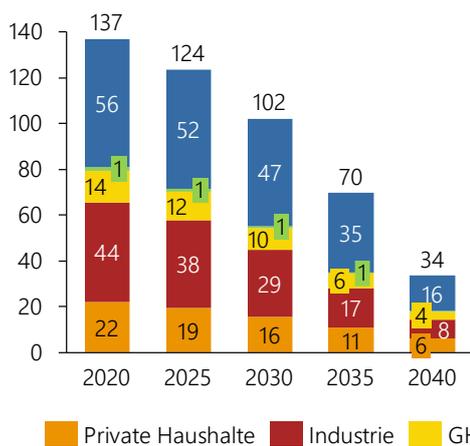


Abbildung 5-16: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den zwei Zukunftsszenarien

CO₂-Emissionen nach Sektoren
in kt CO_{2äq}/a | Wertingen | Referenzszenario



CO₂-Emissionen nach Sektoren
in kt CO_{2äq}/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

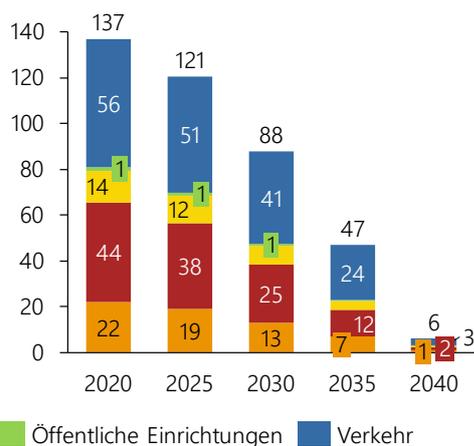


Abbildung 5-17: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den zwei Zukunftsszenarien nach Sektoren

stark. Dies liegt daran, dass der Anteil erneuerbarer Energien im gesamtdeutschen Strommix laut den aktuell relevantesten wissenschaftlichen Energiesystemstudien immer weiter ansteigt /DENA-05 17/ /PROG-01 21/ /BCG-01 21/. Auch der Anteil erneuerbarer Energieträger für die Bereitstellung des Wärme- und Mobilitätsbedarfs steigt bis 2040 in beiden Szenarien an und führt zu einem Rückgang der Treibhausgasemissionen. Dennoch verbleiben auch im Klimaschutzszenario im Jahr 2040 ein geringer Anteil an Restemissionen im System. Bei der Wärmebereitstellung sind diese primär auf die verbleibende Biomassennutzung (Pellet, Scheitholz und Hackschnitzel) und deren Vorketten zurückzuführen. Im Verkehr führt der Einsatz von E-Fuels im Klimaschutzszenario zu verbleibenden Emissionen und auch der deutsche Strommix in 2040 verursacht laut Umweltbundesamt noch ca. 30 g CO₂-Äq./kWh (siehe Anhang A.1).

Abbildung 5-17 stellt die Entwicklung der CO₂-Äq.-Emissionen für die zwei Zukunftsszenarien nach Sektoren dar. Hier wird deutlich, welche Sektoren maßgeblich für die Restemissionen in 2040 verantwortlich sind.

Insgesamt könnten die Treibhausgasemissionen im Klimaschutzszenario bis 2040 auf 6 kt CO₂ Äq. pro Jahr reduziert werden. Das entspricht 28 kt CO₂-Äq. pro Jahr mehr als im Referenzszenario. Damit sinken die pro Kopf Emissionen in Wertingen im Klimaschutzszenario auf unter 1 t CO₂-Äq. pro Jahr.

6 Empfehlungen zu energie- und klimapolitischen Zielen

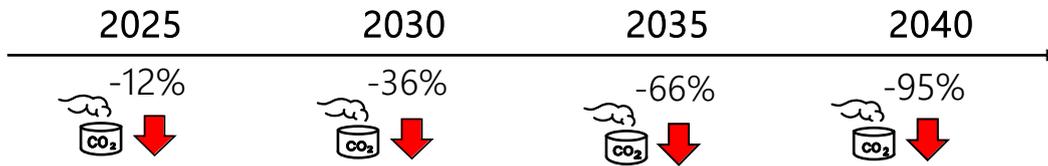


Abbildung 6-1: THG-Reduktionsziele gegenüber 2021 für Wertingen

Zu Beginn des Klimaschutzkonzeptes wurde gemeinsam mit den Akteuren vor Ort ein übergeordnetes Leitbild zur Energiewende und zum Klimaschutz in Wertingen erarbeitet, welches im Anhang A.7 dargestellt ist. Hierbei wurden bereits erste relevante Handlungsfelder und Maßnahmentreiber identifiziert, welche im Rahmen der Szenarienanalyse weiter vertieft wurden.

Ein Kernziel des Klimaschutzkonzeptes ist die Ableitung konkreter Klimaschutzziele für die relevantesten Handlungsfelder auf Basis der Energie- und Treibhausgasbilanz sowie des berechneten Klimaschuttszenarios. Im Folgenden wird auf die Klimaschutzziele für den Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich für die Stützjahre 2025, 2030, 2035 und 2040 eingegangen.

Das Klimaschutzszenario erreicht in 2040 sektorübergreifend spezifische CO₂-Emissionen von unter einer Tonne pro Einwohner in Wertingen. Ziel ist es, eine Senkung der CO₂-Emissionen bis 2040 um 95 % gegenüber 2020 zu erzielen. Abbildung 6-1 zeigt die Emissionsreduktionsziele für die jeweiligen Stützjahre. Bei den verbleibenden Restemissionen handelt es sich um so genannte unvermeidbare Emissionen, die bei der Strombereitstellung durch erneuerbare Energien entstehen. Diese sind beispielsweise zurückzuführen auf die Produktion von PV-Modulen und Windkraftanlagen. Zum Erreichen einer vollständigen Treibhausgasneutralität müssen diese Emissionen kompensiert werden. Dies ist beispielsweise möglich durch die Renaturierung von Moorflächen.

Der Bereich der erneuerbaren Stromerzeugung hat eine Verzehnfachung (+935 %) der solaren

³ Annahme: eine Photovoltaikleistung besitzt eine Peakleistung von 10kWp

Stromerzeugung mittels Photovoltaik-Anlagen bis 2040 zum Ziel. Für die Realisierung dieses Ziels hat ein klimaneutrales Wertingen im Jahr 2040 eine installierte Photovoltaikdachanlagenleistung von 37 MWp sowie eine installierte Photovoltaikfreiflächenanlagenleistung von 74 MWp. Dafür bedarf es ungefähr 3.700 Photovoltaikdachanlagen³ und 106 Fußballfeldern⁴ mit Freiflächenphotovoltaikanlagen.

Im Bereich der Wärmeerzeugung werden die fossilen Energieträger (Erdgas, Flüssiggas und Heizöl) sukzessive durch erneuerbare Energieträger (vor allem Strom für Direktheizungen und Wärmepumpenstrom) ersetzt. Ziel im Wärmebereich ist es, bis 2040 die komplette Wärmeversorgung aus erneuerbaren Quellen bereitzustellen. Die Haupttreiber, die zu dieser Entwicklung führen, sind die Verbrauchsreduktion durch Gebäudesanierungen, der Ausbau der Nahwärme und der starke Ausbau von Wärmepumpen in der dezentralen Versorgung. Beim Ausbau von Wärmepumpen ist darauf zu achten, den Einbau von Wärmepumpen-Hybridsystemen (eine Kombination aus Wärmepumpe und einem öl- oder gasbetriebenen Heizkessel) möglichst zu vermeiden, da durch diese auf absehbare Zeit keine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung sichergestellt werden kann. Kann aufgrund des hohen spezifischen Wärmebedarfs eines Gebäudes zum Zeitpunkt des Heizsystemwechsels nur ein Hybridsystem verbaut werden, so hat die energetische Sanierung dieses Gebäudes höchste Priorität. Bei der Auslegung des Hybridsystems sollte berücksichtigt werden, dass das Gebäude nach der Sanierung ausschließlich mit der Wärmepumpe beheizt werden kann.

Um in 2040 die fossilen Energieträger durch erneuerbare Wärmebereitstellung zu ersetzen, werden

⁴ Annahme: ein durchschnittliches Fußballfeld hat eine Fläche von 0,7 ha

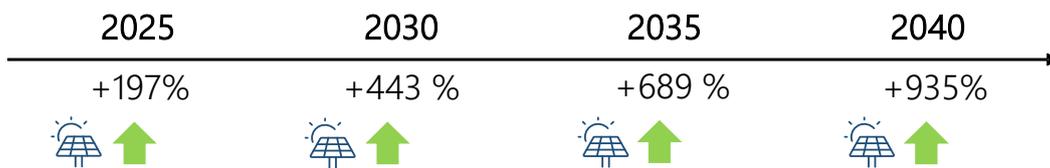


Abbildung 6-2: Empfohlener Ausbau der solaren Stromerzeugung gegenüber 2021 in Wertingen



Abbildung 6-3: Reduktion der fossilen Energieträger gegenüber 2021 in Wertingen

zusätzlich (im Vergleich zu 2023) 34 % der Wohngebäude energetisch saniert und 1630 Wärmepumpen installiert. In einem Monat müssen dafür 8 zusätzliche Wärmepumpen installiert und fünf Wohngebäude energetisch saniert werden. Abbildung 6-3 zeigt den prozentualen Rückgang der fossilen Energieträger zur Wärmebereitstellung über die Stützjahre.

Im Verkehrssektor werden Diesel und Benzin durch Strom (75 %), synthetische Kraftstoffe (15 %) und Wasserstoff (10 %) bis 2040 ersetzt. Haupttreiber ist hier die Elektrifizierung des Individualverkehrs. Im Jahr 2040 sind ca. 6.000 (88 %) der in Wertingen

zugelassenen PKWs elektrisch. Dafür werden monatlich im Schnitt 29 elektrische PKWs zugelassen. Abbildung 6-4 stellt die Ziele für den Anteil von Strom am Kraftstoffmix für die Stützjahre bis 2040 dar.

Zusammenfassend visualisiert Abbildung 6-5 die Maßnahmenbausteine zur Erreichung der Klimaschutzziele für Wertingen für 2040 und bricht die Ziele auf konkrete monatliche Handlungsempfehlungen herunter.

Anhang A.5 zeigt zusammenfassend die Ziele anhand der Entwicklung der Endenergieverbräuche für die



Abbildung 6-4: Anstieg des Anteils der Elektromobilität am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Ein Monat in Wertingen von 2023 bis 2040

 <p>Installation von Photovoltaikanalgen auf 13 Gebäuden (10 kWp je Gebäude)</p>	 <p>Installation von Photovoltaikanlagen auf 0,5 Fußballfeldern</p>
 <p>Neuzulassung von 29 PkWs mit Elektroantrieb</p>	 <p>Installation von 8 Wärmepumpen</p>
 <p>Energetische Sanierung von 5 Wohngebäuden</p>	 <p>Inbetriebnahme von 0,05 Windkraftanlagen mit einer Leistung von jeweils 5 Megawatt</p>

Abbildung 6-5: Maßnahmenbausteine zur Erreichung der Klimaschutzziele für Wertingen pro Monat und bis 2040

Sektoren Private Haushalte, Industrie, GHD, Öffentliche Einrichtungen und Verkehr auf. Ergänzend dazu zeigt Anhang A.6 die Ziele der einzelnen Sektoren anhand der Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf. Im Anhang A.6 wird ein potentieller Weg für Wertungen, hin zu einem treibhausgasneutralen Energiesektor, im Jahr 2040 aufgezeigt. Dieser leitet sich aus dem Zielszenario ab und gibt für die Jahre 2025, 2030, 2035 und 2040 Ziele für Dachphotovoltaikanlagen, Freiflächenphotovoltaikanlagen, Windkraftanlagen, Wärmepumpen, energetischen Sanierungen und zugelassenen Elektroautos an.

7 Klimaschutzmaßnahmen

Um die gesetzten Klimaschutzziele zu erreichen, bedarf es der Umsetzung konkreter Maßnahmen in den Sektoren. Ein wesentlicher Bestandteil des Klimaschutzkonzeptes ist daher die konzeptionelle Maßnahmenentwicklung. Seitens der Stadt Wertungen wurde besonderer Wert auf die Einbindung lokaler Akteure gelegt. Daher wurden in enger Zusammenarbeit mit kommunalen Mandatsträgern, Energieversorgern, Industrievertretern und Mitgliedern des Arbeitskreises „Nachhaltigkeit und Klimaschutz“ im Zuge von drei Akteursworkshops und einer öffentlichen Veranstaltung Maßnahmen erarbeitet, priorisiert, bewertet und anschließend in anschaulicher Form aufbereitet.

In diesem Kapitel werden zunächst Handlungsoptionen der Stadt dargelegt, bevor die Methode der Maßnahmenentwicklung, Bewertung und Aufbereitung vorgestellt wird. Im letzten Teil des Kapitels werden die erarbeiteten Maßnahmen in einer Übersicht dargestellt.

7.1 Handlungsoptionen der Stadt

Voraussetzung für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist die Beteiligung aller Bürger:innen, Akteur:innen und aller kommunaler Stakeholder. Die

Stadt selbst hat nicht auf alle energierelevanten Bereiche und Akteure die gleichen Einflussmöglichkeiten. Grundvoraussetzung für den Hochlauf der Einspeisung erneuerbarer Energien durch einen verstärkten Ausbau der Photovoltaikanlagen sind zum Beispiel verfügbare Stromnetzkapazitäten. Bereits heute scheitern Maßnahmen zur Einspeisung erneuerbarer Energien an ausgeschöpften Netzkapazitäten der Netzbetreiber. Dieser Bereich liegt nicht im direkten Einflussbereich der Stadt. Hier kann sie jedoch auf politischer Ebene Einfluss nehmen und als Aktivator der Politik dienen. Direkten Einfluss hat die Stadt auf ihre eigenen Liegenschaften, die Straßenbeleuchtung und den eigenen Fuhrpark. Abbildung 7-1 veranschaulicht die Handlungsoptionen der Stadt.

7.2 Maßnahmenentwicklung

Im Rahmen des Maßnahmenworkshops mit den lokalen Akteur:innen wurden viel Gruppen gebildet und Maßnahmen zu folgenden Handlungsfeldern erarbeitet:

- Klimaschutz durch Energieeffizienz
- Klimaschutz durch erneuerbare Energieerzeugung

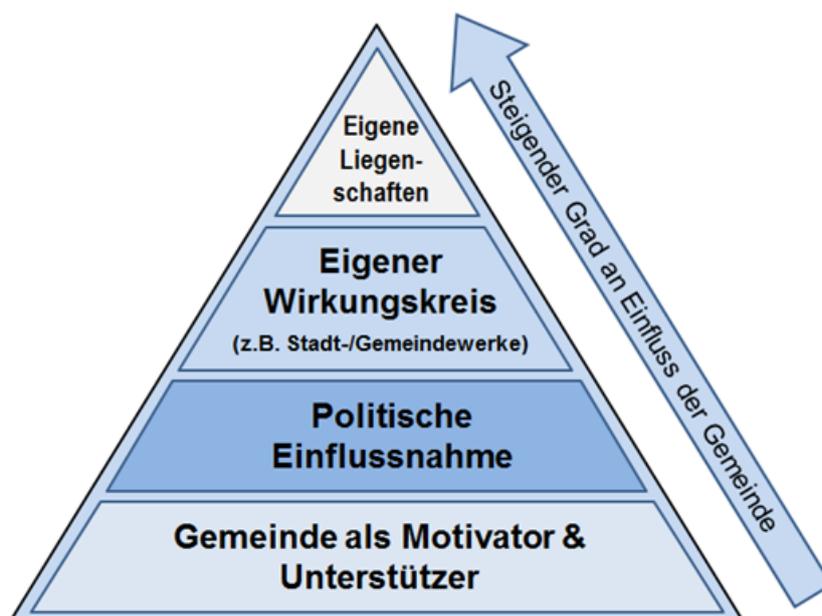


Abbildung 7-1: Pyramide der Handlungsoptionen der Stadt, eigene Darstellung

- Klimaschutz im Bereich Umwelt- & Ressourcenschutz
- Klimaschutz in der Mobilität

Bei der Maßnahmenarbeit wurde auf die Kompetenzen und Hintergründe der jeweiligen Akteure geachtet. Die im Workshop gesammelten Maßnahmen wurden von der FfE im Nachgang zusammengefasst und geclustert.

Da parallel zum Klimaschutzkonzept in der Stadt Wertingen auch ein Mobilitätskonzept erarbeitet wird, wurde zusammen mit der Stadtverwaltung entschieden das Thema Mobilität nicht weiter vertieft in der Maßnahmenarbeit zu behandeln.

Für die verbleibenden Handlungsfelder wurden Steckbriefe je Maßnahme erstellt, welche neben einer Kurzbeschreibung der Maßnahme, die angestrebten Ziele, Verantwortlichkeiten, Fördermöglichkeiten und erste Schritte zur Umsetzung enthalten, sowie eine Bewertung der Umsetzbarkeit mit zugehörigen Erfolgsindikatoren. Diese Steckbriefe wurden im Rahmen einer Informationsveranstaltung vorgestellt und mit den lokalen Akteuer:innen diskutiert. Das Feedback aus dieser Veranstaltung ist in die Finalisierung der Maßnahmenbeschreibung eingegangen.

Zur abschließenden Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen wurde ein weiterer Workshop mit den Akteuer:innen veranstaltet. In diesem wurde zunächst das Konzept der Nutzerwertanalyse vorgestellt. Anschließend wurden Kriterien zur Bewertung der Maßnahmen gesammelt. Mit Hilfe des SIMOS-Verfahrens wurden anschließend die zehn relevantesten Kriterien von den Akteuer:innen ausgewählt und priorisiert. Diese sind in Tabelle 7-1 gelistet.

Die ersten fünf Kriterien wurden von den Akteuer:innen als besonders bedeutend eingestuft und gehen daher in die Maßnahmenbewertung mit doppelter Gewichtung ein. Diese Bewertungskriterien wurden im Anschluss verwendet, um eine themenbezogene Nutzwertanalyse durch die Akteuer:innen durchzuführen. Hierfür wurden die Akteuer:innen einem der drei Handlungsfelder (Energieeffizienz, Energieerzeugung, Umwelt- & Ressourcenschutz) zugeteilt. Die zugehörigen Maßnahmen wurden dann eigenständig von den Akteuer:innen anhand einer bereitgestellten Bewertungsmatrix eingeordnet. Die Akteursperspektive floss durch dieses Verfahren besonders stark in die Bewertung der Maßnahmen mit ein. Die abgegebenen Bewertungsbögen wurden von der FfE zusammengefasst und aufbereitet. Ferner wurde aus den Ergebnissen die Angabe der Priorität der Maßnahmen in den Steckbriefen abgeleitet. Die Ergebnisse der

Tabelle 7-1: Kriterienbewertung nach SIMOS

Bewertungskriterium	Rang nach SIMOS
Lokale Wertschöpfung	2
CO2-Impact	2
Versorgungssicherheit	2
öffentliche Akzeptanz	2
Transparenz - Informationsbedarf	2
Ressourcenverfügbarkeit - Material	1
Investitionsaufwand - Kommunal	1
kurzfristig umsetzbar	1
Einfluss der Stakeholder	1
Personenaufwand für die Umsetzung	1

Tabelle 7-2: Übersicht des Maßnahmenkatalogs für Wertingen

Maßnahmenkategorie		
Klimaschutz durch Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> • Bestandsgebäudeanalyse • Fifty-Fifty Programm • Wertinger Unternehmerforum • Plattform für lokale Mitfahrgelegenheiten • * Betriebszeitoptimierung der Straßenbeleuchtung 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschule • Energiemanagement für kommunale Liegenschaften • 100 Häuser Programm • Wertinger Klimawettbewerb • * Energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften
Klimaschutz durch Energieerzeugung	<ul style="list-style-type: none"> • Wertinger Klimafond • Leuchtturmprojekt Innenstadt PV • Kommunale Wärmeplanung • Lokale Biomasse Offensive • * Förderung von Dachflächen-PV für Privathaushalte • * Förderung von Balkonkraftwerken 	<ul style="list-style-type: none"> • Lokale Windkraft stärken • Gründung von Stadtwerken • Gaskessel-Leasing Initiative • * PV-Anlagen auf Straßenleuchten/iLamp mit WLAN
Klimaschutz im Bereich Umwelt- & Ressourcenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Etablierung eines Klimaschutzmanagements • Klimaschutzleitbild für Wertingen • Informationskampagne Klimaschutz • Wertinger Klimatag • Prüfen von Graben- und Baumschnittarbeiten • Ausweitung der Blühflächen • * Pflanzen von Bäumen • * Vortragsreihe zu bewusster Ernährung 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltverträgliche Flächennutzung • Datenanalyse Müllaufkommen • Renaturierung der Niedermoorflächen • Tauschregal am Wertstoffhof • *Vortragsreihe zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Nutzwertanalyse sind noch einmal im Anhang A.10 aufgelistet.

Die Maßnahmen wurden final in einer Exceltabelle zusammengetragen und thematisch eingeordnet. Anhang A.9 zeigt die zugehörige Exceltabelle.

7.3 Maßnahmenüberblick und Aufbereitung der Maßnahmen

Insgesamt wurden 25 Maßnahmen zu den drei Handlungsfeldern ausgearbeitet. Tabelle 7-2 gibt eine Übersicht über die erarbeiteten Klimaschutzmaßnahmen für Wertingen in Abhängigkeit von dem zugeordneten Handlungsfeld. Themenspezifisch passend wurden von Seiten der FFE im Nachgang zu den Workshops 8 weitere Maßnahmen ergänzt. Diese sind mit einem * markiert.

Darüber hinaus wurden die Maßnahmen in Form von Steckbriefen visuell aufbereitet, um als anschauliche Arbeitsgrundlage für die zukünftige Realisierung der Maßnahmen zu dienen. Die einzelnen Maßnahmensteckbriefe sind in A.8 im Anhang dargestellt.

Zusätzlich wurden die Maßnahmen noch einmal zeitlich eingeordnet. In Anhang A.10 sind noch einmal alle Maßnahmen in einer Tabelle aufgelistet. Die letzte Spalte gibt dabei an, bis wann die Maßnahmen gemäß des Zielpfads aus Anhang A.6 spätestens umgesetzt sein sollen. Diese zeitlichen Angaben sind dabei als Orientierungshilfe zu sehen.

Die Maßnahmensteckbriefe geben einen Überblick über die wichtigsten Informationen zu jeder Maßnahme. Sie enthalten die bewertete Priorität aus den oben genannten Kriterien. Außerdem wird das Kriterium des Umsetzungsaufwands zusätzlich dargestellt. Darüber hinaus enthält der Steckbrief eine Kurzbeschreibung der Maßnahme, die Ziele, Verantwortlichkeiten, Fördermöglichkeiten, die ersten Schritte der Umsetzung, Umsetzungsrisiken und Indikatoren, die den Erfolg einer Maßnahme bewerten.

8 Umsetzungs- und Kommunikationsstrategie

Das Ziel der Umsetzungs- und Kommunikationsstrategie ist es, die Öffentlichkeit über die Notwendigkeit und Bedeutung von Klimaschutzmaßnahmen zu informieren und sie zur aktiven Teilnahme und Umsetzung zu motivieren. Es geht darum, die Botschaft des integrierten Klimaschutzkonzepts zu vermitteln und die Menschen dazu zu bringen, ihre Verhaltensweisen und Handlungen anzupassen, mit dem Ziel den Klimaschutz zu fördern. Eine erfolgreiche Kommunikationsstrategie kann dazu beitragen, ein Bewusstsein für den Klimaschutz zu schaffen, das Engagement der Menschen zu fördern und letztendlich zu einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen und einer Verbesserung des Klimas beitragen. Sie umfasst drei wesentliche Aufgabenbereiche:

- Zielgruppenanalyse
- Aufbereitung der Botschaften und Informationen
- Auswahl geeigneter Kommunikationskanäle

Aus dem Ziel der Umsetzungs- und Kommunikationsstrategie ergeben sich folgende Zielgruppen für die Botschaften und Informationen, die vermittelt werden sollen:

- Bürgerinnen und Bürger
- Unternehmen
- Schulen
- Vereine und politische Entscheidungsträger

Jede Zielgruppe hat unterschiedliche Bedürfnisse, Interessen und Verhaltensweisen. Aus diesem Grund wurden Maßnahmen mit dem Ziel der Aktivierung und Beteiligung der Öffentlichkeit entwickelt, die sich der übergeordneten Vernetzung und Kommunikation widmen. Diese Maßnahmen stellen einen großen Teil des mit dem Akteurskreis erarbeiteten Maßnahmenkatalog (vgl. Anhang A.8). Besonders hervorzuheben sind die Maßnahmen der Kommunikationsstrategie, die in dieser Kategorie die höchsten Prioritäten erreicht haben:

Einbinden der Schulen

Das Thema Energie und Klimaschutz muss kontinuierlich am Laufen gehalten werden. Die aktive Einbindung von Schulen in dieses Thema trägt dazu bei, das Bewusstsein für Umweltprobleme der Schülerinnen

und Schüler zu stärken, die Kreativität und Innovationsfähigkeit zu fördern, ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit und ihr Selbstbewusstsein zu stärken, sowie sie zu motivieren, ihre Ideen und Lösungen in die Tat umzusetzen. Im Folgenden werden ausgewählte Beispiele für erfolgreiche Einbindung von Schulen aufgezeigt:

1. Energieeffizienz-Contest: Bei diesem Wettbewerb werden Schülerinnen und Schüler aufgerufen, Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz in ihrer Schule zu entwickeln und umzusetzen. Die besten Projekte werden vom WWF ausgezeichnet.
2. Fifty-Fifty Programm: Bei diesem Programm wird das Energiesparen der Schülerinnen und Schüler aktiv gefördert. 50 % der eingesparten eingesparten Energiekosten stehen dabei der Schule zur freien Verfügung
3. Klimaschule: In diesem Projekt wird durch die Schülerinnen und Schüler ein eigenes Klimaschutzkonzept durch die Schule erstellt. Dabei soll weiteres Bewusstsein für das Thema Klimaschutz geschaffen werden. Zudem soll das Projekt zum aktiven Handeln animieren.
4. Umweltdetektive: Dieser Wettbewerb richtet sich an Grundschulklassen und fordert sie auf, in ihrem Umfeld nach umweltfreundlichen Verhaltensweisen zu suchen und diese in einem Projekt darzustellen (Bsp.: Fast-Fashion, Mülltrennung...)
5. Schulradeln: Bei diesem Wettbewerb geht es darum, möglichst viele Kilometer mit dem Fahrrad zurückzulegen. Ziel des Wettbewerbs ist es, ein Bewusstsein für den Einsatz des Fahrrads als umweltfreundliches Fortbewegungsmittel zu schaffen und dadurch den Klimaschutz zu fördern.

Vortragsreihe zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Als eine weitere Maßnahme zur Steigerung des Klimaschutzbewusstseins in der Bevölkerung, der Aufklärung und Wissensbildung können Vortragsreihen zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit dienen. In einem regelmäßigem Turnus können

so aktuelle und relevante Themenbereiche durch Bürger:innen oder externe Experten näher gebracht werden. Ergänzt werden können diese Vorträge durch Nachhaltigkeitsmessen mit lokalen Akteuren.

Einführung eines Klimastammtisches

Die Zusammenkunft unterschiedlicher Akteure aus der Wirtschaft, Politik und der Bevölkerung im Rahmen der Erarbeitung des Klimaschutzkonzeptes haben dazu beigetragen, eine Austauschplattform zu bieten, auf der sich Akteure austauschen, informieren und gemeinsam Maßnahmen ergreifen können. Ziel dieser Maßnahme ist es, die Austauschplattform vorzuführen. Für die Organisation des Stammtisches ist eine verantwortliche Person entscheidend, die folgende Aufgaben verteilt und organisatorische Tätigkeiten übernimmt:

- Definition von Themenfeldern, die besprochen werden
- Datenaustausch der Akteure
- Planung des Ortes, des Zeitpunktes
- Feedback und Einarbeitung von Verbesserungsvorschlägen

Von einem Klimastammtisch kann jeder profitieren, da er als Ursprung für ein steigendes Klimaschutzbewusstsein und konkreter Maßnahmen zum Klimaschutz fungieren kann.

Ein entscheidender Bereich der Kommunikationsstrategie ist die Wahl der richtigen Kommunikationskanäle, um eine effektive und zielgerichtete Kommunikation zu gewährleisten. Im Rahmen der genannten Maßnahmen werden bereits Webseiten, öffentliche Informationsveranstaltungen oder externe Energieberater als Kommunikationskanäle genannt. Unterschiedliche Kanäle zu nutzen ist notwendig, um eine Vielzahl an Zielgruppen ansprechen zu können. Eine Diversifizierung der Kommunikationskanäle ermöglicht es, verschiedene Zielgruppen auf unterschiedlichen Wegen anzusprechen und sicherzustellen, dass wichtige Informationen bei allen ankommen. Neben den genannten Kommunikationskanälen wird daher die Nutzung weiterer Kanäle, wie Pressemitteilungen, Newsletter, Social Media oder Plakate empfohlen, um eine effektive Aufklärungs- und Informationsvermittlung sicherzustellen.

9 Verstetigungsstrategie

Für einen langfristig erfolgreichen Klimaschutz in Wertingen sind je nach Handlungsfeld, Maßnahme und Umsetzungsphase unterschiedliche (lokale) Akteure betroffen. Dies erfordert von allen Beteiligten ein aktives Mitwirken und zentrale Organisations- sowie Koordinationsstrukturen im Zuge der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes. Oftmals hat die Stadt Wertingen selbst jedoch nur beschränkten Handlungsspielraum und Einfluss auf eine entsprechende Maßnahmenumsetzung, da dies gegebenenfalls nur durch Dritte geschehen kann. Folglich kommen der Politik und Stadtverwaltung eine essenzielle Aufgabe zu, sowohl die Aktivitäten rund um das Thema Klimaschutz in Form einer Vorbildwirkung kontinuierlich präsent zu halten als auch eine koordinative und motivierende Rolle einzunehmen.

9.1 Zentrales Klimaschutzmanagement

Die Grundvoraussetzung einer erfolgreichen, langfristigen und zielgerichteten Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes sind ausreichende personelle und finanzielle Ressourcen. Hierbei hat sich gezeigt, dass die Aufgaben für ein aktives und zentrales Klimaschutzmanagement inzwischen so vielfältig sind, als dass sie in der Regel nicht mehr „nebenher“ als Zusatzaufgabe von anderweitig eingebundenen Mitarbeiter:innen der Stadtverwaltung langfristig übernommen werden können. Mindestens für die Anfangsphase wird es als essenziell angesehen, dass zur Begleitung der Konzeptumsetzung und als Koordinationsstelle zwischen den verschiedenen Akteuren die Stelle einer: s Klimaschutzmanager:in geschaffen wird. Basierend auf der Zusammenarbeit mit verschiedenen anderen Kommunen wird empfohlen, diese Stelle als Stabstelle direkt unter dem Bürgermeister anzusiedeln, da es sich beim Klimaschutz um eine Querschnittsaufgabe handelt. Dies sichert in den kommenden Jahren eine strukturelle, organisatorische Instanz sowie ein zentrales Klimaschutzmanagement in Form einer Koordinierungsstelle zwischen den unterschiedlichen Akteuren. Die Stelle des Klimaschutzmanagements wird zudem durch die Nationale Klimaschutzinitiative gefördert und unterliegt in diesem Fall deren Förderbedingungen. Folgende Aufgaben sind insbesondere mit dem zentralen Klimaschutzmanagement verbunden:

- Koordination der Energie- und Klimaschutzaktivitäten zwischen Politik, Verwaltung, Unternehmen, Handwerk und Bürger:innen
- Methodische Entwicklung von Zielen, Standards und Leitlinien in Anlehnung an die Zielvorschläge des Klimaschutzkonzeptes
- Initiierung von Klimaschutzmaßnahmen und -projekten innerhalb der Stadtverwaltung und im Stadtgebiet
- Akzeptanzförderung von Klimaschutzmaßnahmen durch aktive Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zum Wissenstransfer
- Integration von Klimaschutzaspekten in alle Prozessabläufe
- Fachliche Unterstützung bei der Vorbereitung, Planung und Untersuchung von Finanzierungsmöglichkeiten bei der Umsetzung einzelner Klimaschutzmaßnahmen
- Sukzessive Fortführung des Maßnahmenkatalogs
- Projektmanagement durchgeführter Aktivitäten
- Moderation bereichsübergreifender Zusammenarbeit
- Controlling im Rahmen eines jährlichen Klimaschutzberichtwesens

Darüber hinaus ist es von entscheidender Bedeutung, dass zukünftig ausreichend finanzielle Mittel sichergestellt bzw. aufgebaut werden. Die gängigste Form ist die Eigenfinanzierung klimaschutzrelevanter Maßnahmen /DIU-02 18/:

Ein stadtverwaltungsinternes Contracting bietet beispielsweise als Sonderform der Eigenfinanzierung die Möglichkeit zur Verwirklichung von Klimaschutz- und Effizienzmaßnahmen ohne Fremdfinanzierung. Abbildung 9-1 zeigt nachfolgend den schematischen Ablauf auf.

Hierbei übernimmt innerhalb der Verwaltung, beispielsweise das Bauamt, die Rolle des Vertragspartners (stadtinterner Contractor), der die Finanzierung, Planung und Durchführung einer Energiespar- bzw. Klimaschutzmaßnahme für eine andere Organisationseinheit realisiert. Mit dem Contractingmodell werden die eingesparten Energiekosten, die durch die Umsetzung einer Klimaschutzmaßnahme erzielt wurden, zur verwaltungsinternen Refinanzierung genutzt. Als Voraussetzung zur Eigenfinanzierung durch dieses

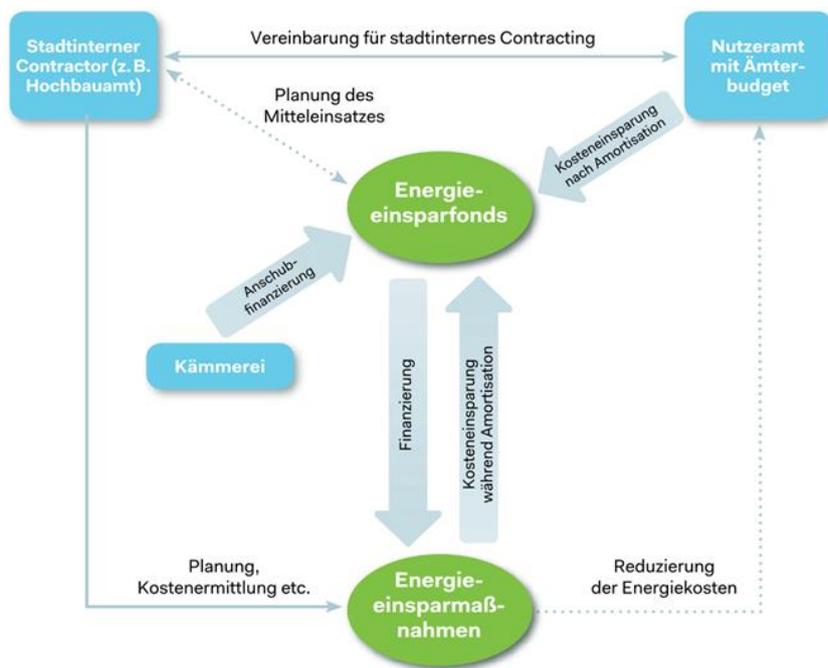


Abbildung 9-1: Möglichkeit zur Eigenfinanzierung von Klimaschutzmaßnahmen – stadtinternes Contracting /DIU-02 18/

Contractingmodell gilt, dass die Stadt eine Vorfinanzierung der Einsparinvestitionen tätigen kann. Im Idealfall trägt diese initiale Anschubfinanzierung dazu bei, dass einem eingerichteten Energiespar- bzw. Klimaschutzfonds die Rückflüsse aus eingesparten Energiekosten wieder als neuen Mittel zugutekommen. Dieser Kreislauf ermöglicht der Stadt die fortlaufende Planung und Umsetzung von weiteren Energieeinspar- und Klimaschutzmaßnahmen ohne die Notwendigkeit für Fremdkapital.

9.2 Vernetzung relevanter Akteure

Das zuvor beschriebene, zentrale Klimaschutzmanagement ist die Grundvoraussetzung für langfristigen Erfolg. Dies ersetzt zwar nicht strukturelle, personelle oder finanzielle Ressourcen, leistet jedoch einen entscheidenden Beitrag zur zielgerichteten Verfolgung der lokalen Klimaschutzaktivitäten. Darüber hinaus wird empfohlen, bereits gebildete Strukturen und Formate wie z.B. Akteurskreistreffen, die im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes

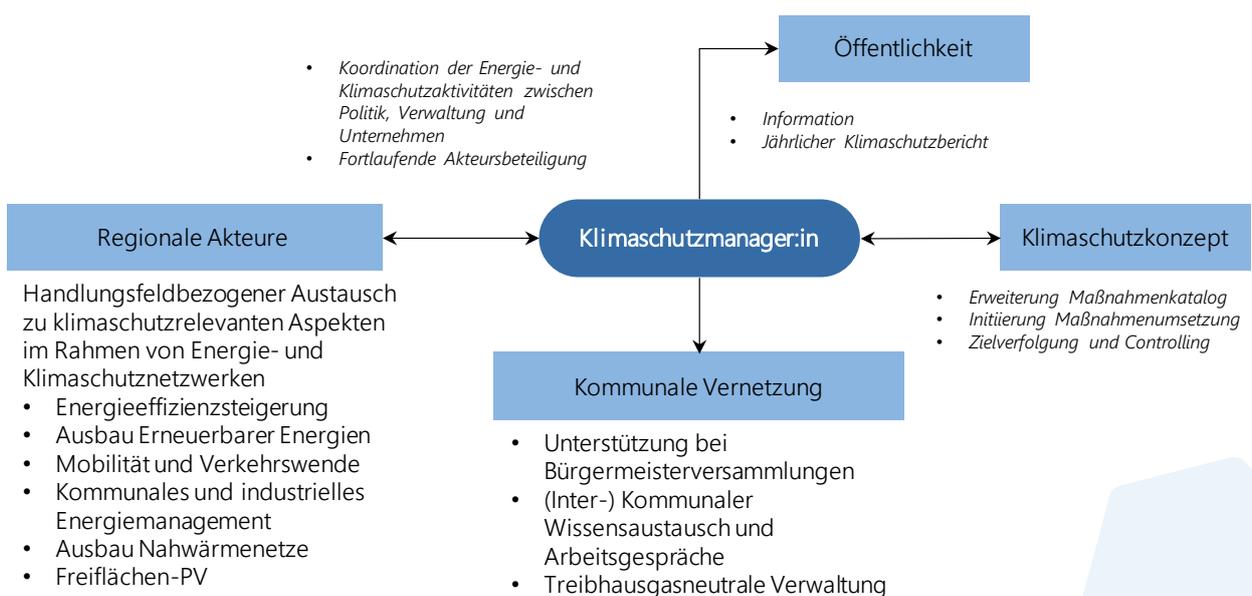


Abbildung 9-2: Vernetzungsprozess in Wertingen

durchgeführt wurden, mit themenspezifischen Workshops fortzuführen, vgl. Abbildung 9-2. Dadurch kann die Vernetzung regionaler Akteure langfristig etabliert werden. Gleichzeitig ist eine kommunale Vernetzung in Bezug auf Klimaschutzaktivitäten ein weiterer wichtiger Baustein zum arbeitsbezogenen Austausch und dem Lernen von Best-Practice-Beispielen anderer Kommunen. Eine regelmäßige Information der Öffentlichkeit unterstützt hierbei die Akzeptanz des kommunalen Klimaschutzes, siehe auch Kapitel 8.

10 Controlling- und Evaluationskonzept

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes wurden für die Stadt Wertingen energie- und klimapolitische Ziele sowie Handlungsempfehlungen bis zum Jahr 2040 abgeleitet, vgl. Kapitel 6. Dazu wurden unter anderem Teilziele (kurz-, mittel- und langfristig) für den Ausbau erneuerbarer Energien sowie für die Reduzierung des Energieverbrauches bis zum Jahr 2040 ausgearbeitet. Um diese Ziele zu erreichen und somit auf dem Weg zur Energie- und Klimawende ein Zeichen zu setzen, wurden für die Stadt Wertingen 33 konkrete Maßnahmen ausgearbeitet. Die wohl wichtigste Aufgabe ist es nun, die erarbeiteten Maßnahmen in der Region umzusetzen. Um den Erfolg der Klimaschutzaktivitäten der Stadt Wertingen zu messen, zu steuern und zu kommunizieren, wird ein regelmäßiges Monitoring & Controlling vorgeschlagen.

Nachfolgend werden überwachende Parameter und Rahmenbedingungen aufgeführt, die dem Monitoring von Teilzielen dienen. Dabei werden Parameter, die den Verlauf des Prozesses zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zur Erschließung von Energieeinsparpotenzialen überwachen können, benannt. Des Weiteren wird aufgezeigt, wie die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen kontrolliert werden kann.

10.1 Parameter und Rahmenbedingungen für das Monitoring von Teilzielen

Um den Fortschritt der gesteckten Ziele zu überwachen, sind Monitoring-Parameter notwendig. Mit Hilfe dieser Parameter soll überprüft werden können, ob ein hinreichender Fortschritt in Bezug auf die gesteckten Ziele erreicht wurde oder positive oder negative Abweichungen festzustellen sind. Ziel ist es, frühzeitig zu erkennen, ob der Prozessablauf korrigiert werden muss und welche Maßnahmen dafür geeignet sein können. Mit dem vorliegenden Konzept werden für jede Energieerzeugungstechnik sowie für die Einsparmaßnahmen Parameter und Vorgehensweise der Zielüberwachung benannt.

Zielüberprüfung: Reduktion des Stromverbrauchs

Das Fortschreiten der Ziele im Bereich Reduktion des Stromverbrauches ist an einem Indikator festzumachen:

- Verbrauchte Strommenge

Der Rückgang des Stromverbrauches ist durch die Abfrage der verkauften Energiemengen bei den regionalen Netzversorgern nachvollziehbar.

Zielüberprüfung: Ausbau der Photovoltaik

Der Ausbau der Photovoltaikanlagen wird durch zwei Indikatoren gekennzeichnet:

- Anzahl der installierten PV-Anlagen
- Einspeisung der elektrischen Energiemenge nach dem EEG

Die mit Photovoltaikanlagen erzeugte Kilowattstunde Solarstrom wird in Deutschland meist über das EEG vergütet. Über die Förderung nach dem EEG für die Einspeisung ins öffentliche Netz lässt sich die Strommenge aus Photovoltaik ermitteln. Diese Daten können bei den regionalen Netzbetreibern erfragt werden. Zusätzlich kann der Ausbau der Photovoltaikanlagen über die im Marktstammdatenregister hinterlegten Anlagen überwacht werden.

Zielüberprüfung: Ausbau der Windenergie

Der Ausbau der Windenergie kann mit Hilfe von zwei Indikatoren überwacht werden:

- Einspeisung von elektrischer Energie nach dem EEG
- Genehmigung von Bauvorhaben von neuen Windenergieanlagen

Die Einspeisedaten von Windenergieanlagen nach dem EEG sind ein direkter Parameter, um den Ausbau dieser Technik zu überprüfen. Diese Daten können bei regionalen Energieversorgern erfragt werden. Bislang gibt es noch keine Windkraftanlagen in Wertingen.

Geplante Windenergieanlagen können anhand der genehmigungsrechtlichen Verfahren in der Region überwacht werden. Diese Daten liegen dem Kreis vor. Die Bestrebungen von Investoren und Betreibern von Windenergieanlagen sollten im Auge behalten werden.

Zielüberprüfung: Reduktion des Wärmeverbrauchs

Die Überwachung des Fortschritts im Bereich Reduktion des Wärmeverbrauchs beinhaltet zwei Indikatoren:

- verkaufte Energiemengen der leitungsgebundenen Energieträger (v. a. Erdgas, Nahwärme)
- Kesselleistung bei nicht leitungsgebundenen Energieträgern (v. a. Heizöl)

Im Bereich Wärme werden leitungsgebundene und nicht leitungsgebundene Energieträger unterschieden. Die Reduktion der leitungsgebundenen Energieträger lässt sich in regelmäßigen Abständen durch die Verkaufsdaten der Energieversorger überprüfen. Diese sind bei den jeweiligen regionalen Energieversorgern abrufbar. Zu beachten ist der Einfluss der Witterung. Durch die Witterungsbereinigung der Verbräuche, z. B. über Gradtagszahlen, können die Verbräuche verschiedener Jahre und Regionen verglichen und Verbrauchssenkungen identifiziert werden.

Zielüberprüfung: Ausbau der Solarthermie

Für das Fortschreiten des Ausbaus der Solarthermie gibt es nur eine relevante Quelle:

- Installierte Anlagen und installierte Leistung

Installierte und nach dem Marktanreizprogramm über die BAFA geförderte Solarthermieanlagen werden durch www.solaratlas.de registriert. Auf dieser Internetseite sind die installierten Solarthermieanlagen nach Postleitzahlen und Jahren abrufbar.

Zielüberprüfung: Ausbau der Geothermie

Der Indikator für die oberflächennahe Geothermie ist:

- Spezialtarif für Wärmepumpen der Energieversorger

Einige Energieversorger geben einen Spezialtarif für Wärmepumpen aus. Durch die Abfrage der regionalen Energieversorger und deren Abgabe an elektrischer Energie in ihrem Segment für Wärmepumpen (Sondertarifkunden) lässt sich auf den Stand des Ausbaus der oberflächennahen Geothermie schließen.

Zielüberprüfung: Reduzierung der Verkehrsleistung

Im Bereich Verkehr können hilfsweise indirekte Indikatoren verwendet werden:

- Daten aus Verkehrszählungen, sofern vorhanden
- Zugelassene Fahrzeuge

Die zugelassenen Fahrzeuge können beim statistischen Bundesamt oder der regionalen Zulassungsstelle abgefragt werden. Mit den zuständigen Stellen im Landkreis sollte geklärt werden, welche zusätzlichen Daten erhoben werden sollten, um die im Klimaschutzkonzept zugrunde liegenden Ziele überprüfen zu können.

Zielüberprüfung: Ausbau erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich

Die Elektromobilität wird einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz leisten, einerseits wegen der Reduzierung des Energieverbrauchs aufgrund der effizienteren Antriebstechnik, andererseits durch die Substitution fossiler Treibstoffe durch Strom aus erneuerbarer Energieproduktion.

Folgende Indikatoren kommen für die Überwachung des Einsatzes erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich in Frage:

- Anzahl an Tankstellen für erneuerbare Treibstoffe
- Anzahl der öffentlichen und privaten Ladesäulen
- Anzahl der Anmeldungen von Elektroautos

10.2 Rhythmus der Datenerhebung

Der Rhythmus für die Abfrage der einzelnen Daten der verschiedenen Indikatoren liegt in einem Zeitrahmen zwischen einem Jahr und fünf Jahren. Verschiedene Institutionen geben unterschiedliche Empfehlungen dazu ab. Eine gute Orientierung ist hier zum Beispiel das Energiedatenmonitoring des Landkreises Donau-Ries:

Hierzu erfolgt das Monitoring der Stromverbrauchs- und -erzeugungsdaten jährlich, während ein ganzheitliches Energiedatenmonitoring inklusive der Wärmeverbrauchs- und -erzeugungsdaten aufgrund des Aufwands nur alle vier Jahre durchgeführt wird.

Die Ergebnisse der Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz sollte öffentlichkeitswirksam kommuniziert werden, zum Beispiel in Form einer entsprechenden Pressemitteilung.

Literaturverzeichnis

- AEE 01 09 Hintergrundinformation Wärme speichern. Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien e. V., 2009
- AGEB 04 20 Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland - Daten für die Jahre von 1990 bis 2019: <https://ag-energiebilanzen.de/38-0-Effizienzindikatoren.html>; Berlin: AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), 2020 (überarbeitet: 2020).
- AGEB 04 23 Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland - Daten für die Jahre von 1990 bis 2022; Berlin: AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), 2023.
- AVV 01 22 Eine Größe in der Region: der AVV in Zahlen. In <https://www.avv-augsburg.de/der-avv/ueber-uns/zahlen-fakten>. (Abruf am 2024-01-01); Augsburg: Augsburger Verkehrs- und Tarifverbund GmbH, 2022.
- BAFA 05 22 Bestandsdaten der BAFA im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP) für die Stadt Wertingen - Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen; Eschborn: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2022.
- BBS 01 22 Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-Erden-Industrie bis 2040 in Deutschland. Berlin: Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden e.V., 2022.
- BCG 01 21 Boston Consulting Group: Klimapfade 2.0 - Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft. Berlin: Bundesverband der Deutschen Industrie, 2021.
- BETW 01 22 Diesel- und Benzinverbrauch Betriebs-hof Wertingen 2019-2022; Wertingen: Betriebshof Wertingen, 2022.
- BLFS 03 23 Regionalisierte Bevölkerungsvorausbe-rechnung für Bayern bis 2041 - Demo-graphisches Profil für den Landkreis Dil-lingen a.d. Donau. Fürth: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2023.
- BLFS 04 22 Statistische Berichte - Einwohner-zahlen am 31. Dezember 2021 - dc_title_alter-native_1. Führt: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2022.
- BLFS 05 22 Statistische Berichte - Sozialversi-cherungspflichtig beschäftigte Ar-beitnehmer in Bayern und deren Pendlerverhalten am 30. Juni 2021. Führt : Bayerisches Landes-amt für Statistik, 2022.
- BLFS 06 22 Einwohnerzahlen am 31. Dezember 2021 - Gemeinden, Kreise und Re-gierungsbezirke in Bayern Basis: Zen-sus 2011. Fürth: Bayerisches Landes-amt für Statistik, 2022.
- BMWK 01 22 Eröffnungsbilanz Klimaschutz. Berlin: BMWK, 2022.
- BVL 01 22P Günstige Gebiete zur Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern. Mün-chen: Bayerische Vermessungs-ver-waltung, Landesamt für Digitalisie-rung, Breitband und Vermessung, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2022.
- CORR 01 13 Corradini, Roger: Regional differen-zierte Solarthermie-Potenziale für Gebäude mit einer Wohneinheit. Dis-sertation an der Fakultät für Maschi-nenbau der Ruhr-Universität Bo-chum. Herausgegeben durch die Forschungsstelle für Energiewirt-schaft e.V. (FfE), München 2013 – ISBN 978-3-941802-26-1; ISBN-A 10.978.3941802/261.
- DENA 05 17 dena-Leitstudie Integrierte Energie-wende - Zwischenfazit Impulse und Erkenntnisse aus dem Studienpro-cess. Berlin: Deutsche Energie-Agen-tur GmbH (dena), 2017
- DESTATIS 12 23 Beschäftigungsstatistik - Sozialversi-cherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Tabel-len/insgesamt.html>; Wiesbaden: Statistisches Bundes-amt, 2023.
- DIU 02 18 Link, Greta: Klimaschutz in Kommu-nen - Praxisleitfaden - 3., aktuali-sierte und erweiterte Auflage. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik, 2018. ISBN: 978-3-88118-585-1.

DIW 02 08	Kalinowska, Dominika; Kunert, Uwe: Kraftfahrzeugverkehr 2007 - Alternative Antriebe bei Pkw auf dem Vormarsch in: DIW Wochenbericht Nr. 50. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), 2008	FNR 01 21P	Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH & Öko-Institut e.V., 2021. Stromerzeugung aus Biomasse 2021. Gülzow-Prüzen: Fachagentur Nachhaltigkeitsrohstoffe e.V. (FNR), 2021.
DWD 02 12	Digitale Weibulldaten der Windgeschwindigkeit für gesamt Deutschland im 200-m-Raster. Offenbach: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2012	HURL 01 23	Kaminkehrdaten Wertingen; Wertingen: Dieter Hurler, 2023.
DWD 03 20P	Globalstrahlung in Deutschland - Jahressumme 2020. Offenbach: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2020.	IFEU 02 19	Hertle, Hans et al.: BSKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland - Kurzfassung (Aktualisierung 11/2019). Heidelberg: Ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, 2019.
FFE 05 17	Dufter, Christa; Guminski, Andrej; Orthofer, Clara; von Roon, Serafin; Gruber, Anna: Lastflexibilisierung in der Industrie – Metastudienanalyse zur Identifikation relevanter Aspekte bei der Potenzialermittlung in: Paper und Vortrag bei der IEWT 2017 in Wien. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2017	IINAS 01 21	Global Emission Model for Integrated Systems (GEMIS) - Version 5.0: https://iinas.org/downloads/gemis-downloads/ ; Darmstadt: Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS GmbH), 2021.
FFE 17 23	Kigle, Stephan: Bayernplan Energie 2040 - Wege zur Treibhausgasneutralität - Abschlussbericht. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE), 2023.	JET 02 16	Jetter, Fabian; Bosch, Stephan: Energiewende auf dem Dach - Siedlungsstrukturelle Informationen als Grundlage zur Berechnung des Solarpotenzials auf Wohngebäuden. In: Kartographische Nachrichten. Bonn: Gesellschaft für Kartographie und Geomatik (DGfK e.V.), 2016
FFE 18 14	Serafin von Roon; Steinert, Corinna; Rebitzer, Simon: Energie-nutzungsplan für den Landkreis Donau-Ries. München: Forschungsgesellschaft für Energie-wirtschaft mbH, 2014 – ISBN: 978-3-945029-98-5, ISBN-A: 10.978.3945029/985	KBA 10 21P	Inländerfahrleistung - Entwicklungen der Fahrleistungen nach Fahrzeugarten seit 2016. In https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/2020/2020_vk_kurzbericht.html . (Abruf am 2021-12-21); Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), 2021.
FFE 51 14	The FfE Regionalized Energy System Model (FREM). Munich: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), 2014	KBA 11 21P	Verkehr in Kilometern (VK) - Zeitreihe 2014 - 2020. In https://www.kba.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Statistik/Kraftverkehr/VK/vk_2020.xlsx . (Abruf am 2021-12-21); Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), 2021.
FFE 62 23	Anonym: Interview - Fragebogen Nahwärme; Wertingen: Anonym, 2023.	KBA 11 22	Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Gemeinden; Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt, 2022.
FFE 65 22	Wärmepumpen-Ampel. In https://waermepumpen-ampel.ffe.de . (Abruf am 2022-10-19); München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., 2022.	KLÄWE 01 22	Tankmengen Klärwerk Wertingen 2019-2022; Wertingen: Klärwerk Wertingen, 2022.
FFE 79 21	Kleinertz, Britta et al.: Klimaneutrale Wärme München 2035 - Ermittlung der Möglichkeiten zur Umsetzung von Lösungspfaden für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in der Landeshauptstadt München. München & Freiburg:		

- KOM 01 19P Richtlinien zum Umwelt-Förder-schwerpunkt „Klimaschutz in Kom-munen“ im Klimaschutz-programm Bayern 2050 (Förder-richtlinien Kom-munaler Klima-schutz – KommKlima-FöR) (Komm-KlimaFöR). Ausgefertigt am 2019-12-05; München: Bayeri-sches Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz, 2019.
- LEW 01 22 Regionale Energieerzeugung Wertin-gen; Augsburg: LEW Verteilnetz GmbH, 2022.
- LEW 02 22 Netzmenge Wertingen; Augsburg: LEW Verteilnetz GmbH, 2022.
- PROG 01 21 Klimaneutrales Deutschland 2045 - Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Ber-lin: Prognos AG, 2021.
- RPVA 01 06 Regionalplan Augsburg (9) 2006. Augsburg: Regionaler Planungsver-band Augsburg, 2006
- STAMB 01 22 Gasverbrauch 2019-2021 Wertingen; Amberg: Stadtwerke Amberg, 2022.
- STMUG 01 05 Oberflächennahe Geothermie - Hei-zen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund. Ein Über-blick für Bau-herren, Planer und Fachhandwerker in Bayern. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), 2005
- STMUV 01 13 Fachinformationssystem Natur-schutz (FIS-Natur) in: [http://www.lfu.bayern.de/na-tur/fis_natur/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/natur/fis_natur/index.htm). München: Bayerischen Staatsministerium für Um-welt und Verbraucherschutz (StMUV), 2013
- STMWI 02 13 Energie-Atlas Bayern - Web Map Service in: <http://geoportal.bay-ern.de/energieatlas-karten/?0>. Mün-chen: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, 2013
- STMWI 04 22P Biomasse - Daten und Fakten. In https://www.energieatlas.bay-ern.de/thema_biomasse/daten. (Ab-ruf am 2022-06-22); München: Baye-risches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2022.
- STMWI 07 22 Monitoringbericht - Zum Umbau der Energieversorgung Bayerns: Bay-erisches Staatsministerium für Wirt-schaft, Landesentwicklung und Ener-gie, 2022.
- STMWI 08 22 Energiedaten.Bayern - Schätzbilanz. München: Bayerisches Staatsministe-rium für Wirtschaft, Landesentwick-lung und Energie (STMWI), 2022.
- TUB 01 05 Köhler, Silke: Geothermisch angetrie-bene Dampfkraftprozesse - Analyse und Prozessvergleich binärer Kraft-werke - Zur Erlangung des akademi-schen Grades Doktorin der Ingeni-eurwissenschaften. Berlin: Technische Universität Berlin, 2005
- UBA 07 22 Icha, Petra: Entwicklung der spezifi-schen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2021. Dessau-Roßlau: Um-weltbundesamt, 2022.
- UBA 08 23 Erneuerbare Energien in Zahlen. In <https://www.umweltbundes-amt.de/themen/klima-energie/er-neuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>. (Abruf am 2024-01-09); Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2023

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Der Energie-Dreisprung.....	9
Abbildung 2-2:	Vorgehensweise bei der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes, eigene Darstellung nach /DIU-02 18/.....	10
Abbildung 3-1:	Endenergieverbrauch 2021 im Stadtgebiet Wertingen nach Verbrauchssektoren (links) und Anwendungsbereichen (rechts), eigene Berechnung nach /LEW-02 22/, /BETW-01 22/, /KLÄWE-01 22/, /HURL-01 23/, /AGEB-04 23/, /BAFA-05 22/, /FFE-62 23/, /STAMB-01 22/, /STWE-01 23/.....	13
Abbildung 3-2:	Stromverbrauch (Endenergie) im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, eigene Darstellung.....	14
Abbildung 3-3:	Wärmeverbrauch (Endenergie) im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, eigene Darstellung.....	16
Abbildung 3-4:	Wärmeverbrauch (Endenergie) im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, eigene Darstellung.....	16
Abbildung 3-5:	Kraftstoffverbrauch (Endenergie) im Jahr 2021 für das Stadtgebiet Wertingen, eigene Darstellung.....	18
Abbildung 3-6:	Treibhausgasemissionen nach Verbrauchssektoren für Wertingen, eigene Darstellung und Berechnung nach /IINAS-01 21/.....	19
Abbildung 3-7:	Treibhausgasemissionen nach Anwendungsarten und des Wärmeverbrauchs für Wertingen, eigene Darstellung und Berechnung nach /IINAS-01 21/.....	20
Abbildung 3-8:	Treibhausgasemissionen in Wertingen 2021 und der Beitrag der lokalen Stromversorgung, eigene Darstellung und Berechnung nach /IFEU-02 19/.....	20
Abbildung 4-1:	Erneuerbare Stromerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2021 in Wertingen, nach /LEW-01 22/.....	22
Abbildung 4-2:	Deckungsbeitrag der erneuerbaren Stromerzeugung am Stromverbrauch in Wertingen im Jahr 2021, eigene Darstellung und Berechnung nach /IFEU-02 19/.....	23
Abbildung 4-3:	Stromerzeugung aus Biomasse 2021 in Deutschland /FNR-01 21P/.....	23
Abbildung 4-4:	Solare Einstrahlung in Deutschland im Jahr 2020 /DWD-03 20P/.....	25
Abbildung 4-5:	Anteil der erneuerbaren Wärmeerzeugung am Wärmeverbrauch im Jahr 2021 in Wertingen, nach /EGSW-01 20/, /NIO-01 22/, /FFE-18 14/.....	26
Abbildung 4-6:	Anteil der Energieträger zur erneuerbaren Wärmeerzeugung im Jahr 2021 in Wertingen, nach /NIO-01 22/, /FFE-18 14/.....	26
Abbildung 4-7:	Anzahl BAFA-geförderter Anlagen für Wertingen im Zeitraum 2015-2021 /BAFA-05 22/.....	27
Abbildung 4-8:	Installierte Leistung bzw. Fläche BAFA-geförderter Anlagen für Wertingen im Zeitraum 2015-2021 /BAFA-05 22/.....	27
Abbildung 5-1:	Abgrenzung des Potenzialbegriffs nach /FFE-05 17/.....	29
Abbildung 5-2:	Übersicht der Zukunftsszenarien für Strom, Wärme und Verkehr (Quelle: creativeart & wirestock/freepic.com).....	30
Abbildung 5-3:	Dachflächenpotenzial zur Solarenergienutzung in Wertingen.....	34
Abbildung 5-4:	Raumwiderstand gegenüber Freiflächenphotovoltaik in der Gemeinde Wertingen.....	36
Abbildung 5-5:	Windeignungsflächen im Wertigen Stadtgebiet, eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen, /DWD-02 12/, /RPVA-01 06/, /STMUV-01 13/.....	38
Abbildung 5-6:	Günstige Gebiete zur Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern, Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern (Stand 2022) /BVL-01 22P/.....	39

Abbildung 5-7:	Ermittlung von Abständen zwischen Standorten für Luftwärmepumpen und Nachbarwohngebäuden, eigene Darstellung und Berechnungen.....	40
Abbildung 5-8:	Wärmebedarf des Wohngebäudebestands in Wertingen /FFE-65 22/.....	41
Abbildung 5-9:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (Strom, Wärme und Verkehr) in den zwei Zukunftsszenarien bis 2040	42
Abbildung 5-10:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in den zwei Zukunftsszenarien bis 2040.....	43
Abbildung 5-11:	Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren in zwei Zukunftsszenarien	43
Abbildung 5-12:	Deckungsbeitrag der Stromerzeugung aus Erneuerbarer Energien	44
Abbildung 5-13:	Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Sektoren in zwei Zukunftsszenarien	44
Abbildung 5-14:	Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Energieträgern in zwei Zukunftsszenarien.....	45
Abbildung 5-15:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors in den zwei Zukunftsszenarien	46
Abbildung 5-16:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in den zwei Zukunftsszenarien	46
Abbildung 5-17:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in den zwei Zukunftsszenarien nach Sektoren.....	47
Abbildung 6-1:	THG-Reduktionsziele gegenüber 2021 für Wertingen	48
Abbildung 6-2:	Empfohlener Ausbau der solaren Stromerzeugung gegenüber 2021 in Wertingen.....	49
Abbildung 6-3:	Reduktion der fossilen Energieträger gegenüber 2021 in Wertingen.....	49
Abbildung 6-4:	Anstieg des Anteils der Elektromobilität am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor	49
Abbildung 6-5:	Maßnahmenbausteine zur Erreichung der Klimaschutzziele für Wertingen pro Monat und bis 2040.....	49
Abbildung 7-1:	Pyramide der Handlungsoptionen der Stadt, eigene Darstellung	51
Abbildung 9-1:	Möglichkeit zur Eigenfinanzierung von Klimaschutzmaßnahmen – stadtinternes Contracting /DIU-02 18/	57
Abbildung 9-2:	Verstetigungsprozess in Wertingen.....	57
Abbildung A-1:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für die privaten Haushalte.....	70
Abbildung A-2:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für die Industrie	70
Abbildung A-3:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für Gewerbe, Handel & Dienstleistungen	71
Abbildung A-4:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für öffentliche Einrichtungen.....	71
Abbildung A-5:	Roadmap zur Zielerreichung	73
Abbildung A-6:	Leitbild für Energiewende und Klimaschutz in Wertingen	74
Abbildung A-7:	Maßnahme Bestandsgebäudeanalyse	75
Abbildung A-8:	Maßnahme Fifty-Fifty-Programm.....	76
Abbildung A-9:	Maßnahme Klimaschule	77
Abbildung A-10:	Maßnahme Wertinger Unternehmerforum	78
Abbildung A-11:	Maßnahme Energiemanagement für kommunale Einrichtungen.....	79
Abbildung A-12:	Maßnahme Energetische Sanierung von kommunalen Liegenschaften.....	80
Abbildung A-13:	Maßnahme Betriebszeitoptimierung der Straßenbeleuchtung	81
Abbildung A-14:	Maßnahme 100 Häuser Programm.....	82
Abbildung A-15:	Maßnahme Wertinger Klimawettbewerb.....	83
Abbildung A-16:	Maßnahme Plattform für lokale Mitfahrgelegenheiten.....	84
Abbildung A-17:	Maßnahme Etablierung eines Klimaschutzmanagements.....	85
Abbildung A-18:	Maßnahme Klimaschutzleitbild für Wertingen.....	86
Abbildung A-19:	Maßnahme Informationskampagne Klimaschutz	87
Abbildung A-20:	Maßnahme Vortragsreihe zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit.....	88

Abbildung A-21: Maßnahme Wertinger Klimawettbewerb.....	89
Abbildung A-22: Maßnahme Vortragsreihe zu bewusster Ernährung.....	90
Abbildung A-23: Maßnahme Pflanzen von Bäumen.....	91
Abbildung A-24: Maßnahme Umweltverträgliche Flächennutzung	92
Abbildung A-25: Maßnahme Datenanalyse Müllaufkommen	93
Abbildung A-26: Maßnahme Renaturierung von Niedermoorflächen	94
Abbildung A-27: Maßnahme Tauschregal am Wertstoffhof.....	95
Abbildung A-28: Maßnahme Prüfen von Graben- und Baumschnittarbeiten	96
Abbildung A-29: Maßnahme Ausweitung der Blühflächen	97
Abbildung A-30: Maßnahme Wertinger Klimafond	98
Abbildung A-31: Maßnahme Leuchtturmprojekt Innenstadt PV.....	99
Abbildung A-32: Maßnahme Förderung von Dachflächen-PV für Privathaushalte	100
Abbildung A-33: Maßnahme Förderung von Balkonkraftwerken	101
Abbildung A-34: Maßnahme PV-Anlagen auf Straßenleuchten / iLamp mit WLAN	102
Abbildung A-35: Maßnahme Kommunale Wärmeplanung	103
Abbildung A-36: Maßnahme Lokale Windkraft stärken	104
Abbildung A-37: Maßnahme Gründung von Stadtwerken	105
Abbildung A-38: Maßnahme Lokale Biomasse Offensive	106
Abbildung A-39: Maßnahme Gaskessel-Leasing Initiative.....	107
Abbildung A-40: Einordnung der identifizierten Klimaschutzmaßnahmen	108

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Energieeinheiten und Umrechnung, eigene Darstellung	12
Tabelle 3-2:	Indikatorenvergleich für Strom /BLFS-06 22/, /STMWI-07 22/, /STMWI-08 22/, /DESTA TIS-12 23/, /UBA-08 23/, /AGEB-04 23/	15
Tabelle 3-3:	Indikatorenvergleich für Wärme /BLFS-04 22/, /BLFS-05 22/, /STMWI-07 22/, / DESTA TIS-12 23/, /UBA-08 23/, /AGEB-04 23/	17
Tabelle 3-4:	Übersicht der Emissionsfaktoren	18
Tabelle 4-1:	Anzahl und installierte Leistung der Anlagen zur erneuerbaren Strom- erzeugung in Wertingen 2021 (EEG-vergütete Anlagen) /LEW-01 22/.....	22
Tabelle 5-1:	Übersicht der Modelleingangsparameter für die untersuchten Szenarien	32
Tabelle 5-2:	Flächenkriterien zur Bestimmung des Raumwiderstands.....	35
Tabelle 5-3:	Potenzielle Fläche für Freiflächenphotovoltaik nach Raumwiderstandsklassen	35
Tabelle 7-1:	Kriterienbewertung nach SIMOS	52
Tabelle 7-2:	Übersicht des Maßnahmenkatalogs für Wertingen	53
Tabelle A-1:	Emissionsfaktoren zur THG-Bilanzierung Quelle: GEMIS 5.0, Umweltbundesamt, eigene Berechnungen	68
Tabelle A-2:	Indikatorenvergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs bis 2040 (Referenzszenario).....	68
Tabelle A-3:	Indikatorenvergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs bis 2040 (Klimaschutzszenario)	69
Tabelle A-4:	Indikatorenvergleich der spezifischen Strombedarfsentwicklung bis 2040 (Referenzszenario).....	69
Tabelle A-5:	Indikatorenvergleich der spezifischen Strombedarfsentwicklung bis 2040 (Klimaschutzszenario)	69
Tabelle A-6:	Indikatorenvergleich der spezifischen Wärmebedarfsentwicklung bis 2040 (Referenzszenario).....	69
Tabelle A-7:	Indikatorenvergleich der spezifischen Wärmebedarfsentwicklung bis 2040 (Klimaschutzszenario)	69
Tabelle A-8:	Indikatorenvergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen bis 2040 (Referenzszenario).....	69
Tabelle A-9:	Indikatorenvergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen bis 2040 (Klimaschutzszenario)	70
Tabelle A-10:	Empfehlungen für die Ziele der EEV Entwicklung nach Sektoren	71
Tabelle A-11:	Empfehlungen für Ziele der THG-Entwicklung nach Sektoren.....	72
Tabelle A-12:	Umsetzungsplan für die identifizierten Klimaschutzmaßnahmen.....	108

A Anhang

A.1 Emissionsfaktoren zur THG-Bilanzierung

Tabelle A-1: Emissionsfaktoren zur THG-Bilanzierung Quelle: GEMIS 5.0, Umweltbundesamt, eigene Berechnungen

g CO ₂ -Äq./kWh	2021	2023	2025	2030	2035	2040
Erdgas	234,2	234,8	235,4	237,0	224,4	211,8
Flüssiggas	234,2	234,8	235,4	237,0	224,4	211,8
Heizöl	313,9	313,1	312,2	310,1	307,1	304,1
Hackschnitzel	17,3	16,5	15,6	13,5	12,6	11,7
Pellet	17,4	16,5	15,5	13,1	11,0	8,8
Scheitholz	12,6	11,6	10,6	8,2	8,2	8,2
Nahwärme	19,2	18,6	18,0	16,4	14,9	13,3
Solarthermie	19,1	18,5	17,8	16,2	14,3	12,3
Umweltwärme	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Strom	485,0	435,9	386,8	264,0	147,6	31,2
Wärmepumpe	485,0	435,9	386,8	264,0	147,6	31,2
Elektrodenheizkessel	485,0	435,9	386,8	264,0	147,6	31,2
Photovoltaik	25,7	24,7	23,7	21,2	20,7	20,2
Windkraft	8,7	8,5	8,4	8,1	7,3	6,4
Benzin	298,2	288,9	279,7	256,5	231,6	206,7
Diesel	292,4	284,3	276,2	256,0	233,3	210,6
Biogas	99,4	92,7	85,9	69,0	69,0	69,0
Biomethan	112,7	105,2	97,7	79,0	79,0	79,0
Wasserstoff	755,0	676,8	598,6	403,0	232,6	46,0
E-Fuels						40,0

A.2 Indikatoren anhand der Szenarienanalyse

Tabelle A-2: Indikatorenvergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs bis 2040 (Referenzszenario)

kWh/EW	2020	2025	2030	2035	2040
Strom	4.919	4.727	4.315	3.710	3.360
Wärme	26.857	25.484	22.726	18.982	16.483
Verkehr	20.301	19.607	18.611	15.646	11.628
Summe	52.077	49.817	45.652	38.339	31.472

Tabelle A-3: Indikatorenvergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs bis 2040 (Klimaschutzszenario)

kWh/EW	2020	2025	2030	2035	2040
Strom	4.919	4.693	4.210	3.529	3.115
Wärme	26.857	25.069	21.251	16.682	13.360
Verkehr	20.301	18.823	15.998	12.092	9.032
Summe	52.077	48.585	41.459	32.303	25.507

Tabelle A-4: Indikatorenvergleich der spezifischen Strombedarfsentwicklung bis 2040 (Referenzszenario)

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	1.435	1.486	1.576	1.664	1.702	kWh/EW
Industrie	5.597	6.228	6.803	6.812	7.069	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
GHD	1.248	1.340	1.424	1.414	1.480	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	174	172	170	167	161	kWh/EW
Verkehr	30	466	1.012	3.071	5.868	kWh/EW

Tabelle A-5: Indikatorenvergleich der spezifischen Strombedarfsentwicklung bis 2040 (Klimaschutzszenario)

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	1.435	1.516	1.739	1.864	1.864	kWh/EW
Industrie	5.597	6.459	8.025	8.202	8.431	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
GHD	1.248	1.395	1.684	1.724	1.784	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	174	172	181	166	156	kWh/EW
Verkehr	30	998	3.022	5.789	7.801	kWh/EW

Tabelle A-6: Indikatorenvergleich der spezifischen Wärmebedarfsentwicklung bis 2040 (Referenzszenario)

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	8.295	8.102	7.715	7.129	6.429	kWh/EW
Industrie	26.587	24.540	20.810	16.112	13.416	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
GHD	8.534	8.329	7.537	6.209	5.496	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	257	250	238	219	198	kWh/EW

Tabelle A-7: Indikatorenvergleich der spezifischen Wärmebedarfsentwicklung bis 2040 (Klimaschutzszenario)

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	8.295	8.010	7.233	6.258	5.159	kWh/EW
Industrie	26.587	24.018	19.406	14.188	11.033	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
GHD	8.534	8.237	7.060	5.440	4.391	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	257	248	224	195	162	kWh/EW

Tabelle A-8: Indikatorenvergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen bis 2040 (Referenzszenario)

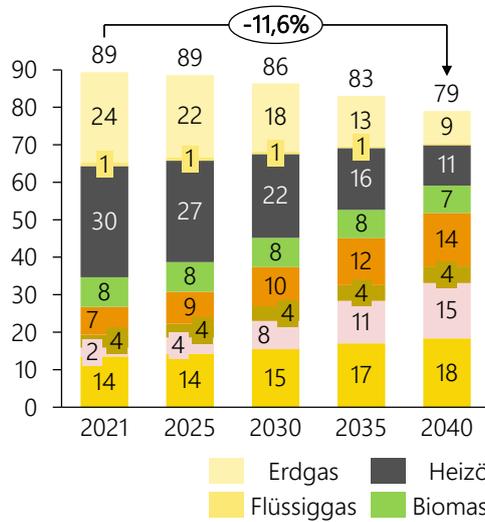
	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	2,3	2,1	1,6	1,1	0,6	t CO ₂ -Äq./EW
Industrie	4,6	4,0	3,0	1,7	0,8	t CO ₂ -Äq./soz.vers.pfl. Besch.
GHD	1,5	1,3	1,0	0,6	0,3	t CO ₂ -Äq./soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	t CO ₂ -Äq./EW
Verkehr	6,0	5,5	4,8	3,4	1,5	t CO ₂ -Äq./EW

Tabelle A-9: Indikatorenvergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen bis 2040 (Klimaschutzszenario)

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	2,3	2,0	1,3	0,7	0,1	t CO ₂ -Äq./EW
Industrie	4,6	3,9	2,6	1,2	0,1	t CO ₂ -Äq./soz.vers.pfl. Besch.
GHD	1,5	1,3	0,8	0,4	0,0	t CO ₂ -Äq./soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	t CO ₂ -Äq./EW
Verkehr	6,0	5,3	4,1	2,4	0,3	t CO ₂ -Äq./EW

A.3 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für private Haushalte, Industrie, GHD und öffentliche Einrichtungen

Endenergieverbrauch nach Energieträger in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

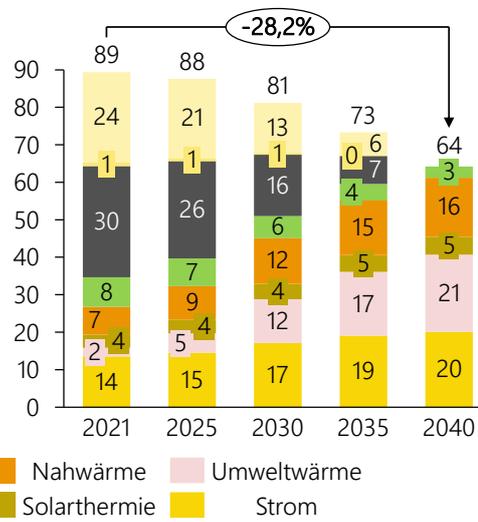
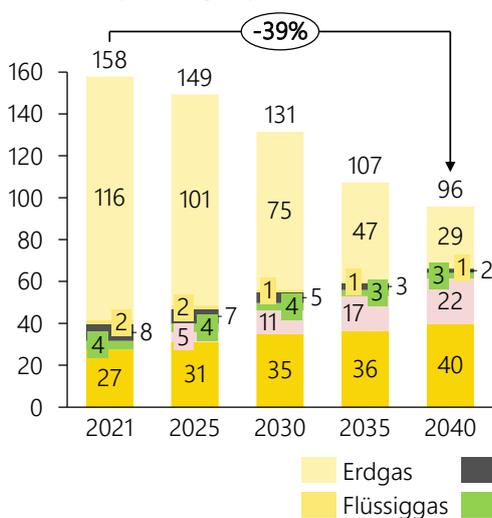


Abbildung A-1. Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für die privaten Haushalte

Endenergieverbrauch nach Energieträger in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

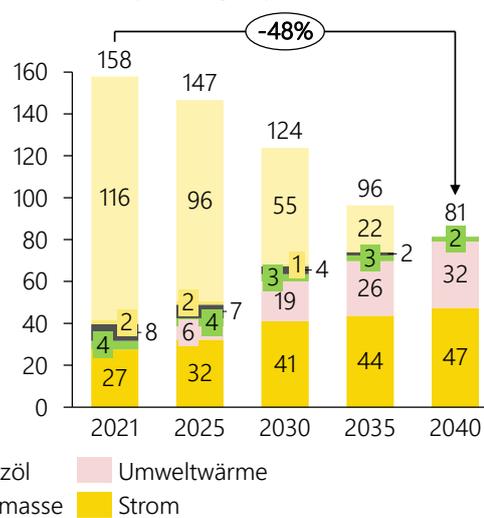
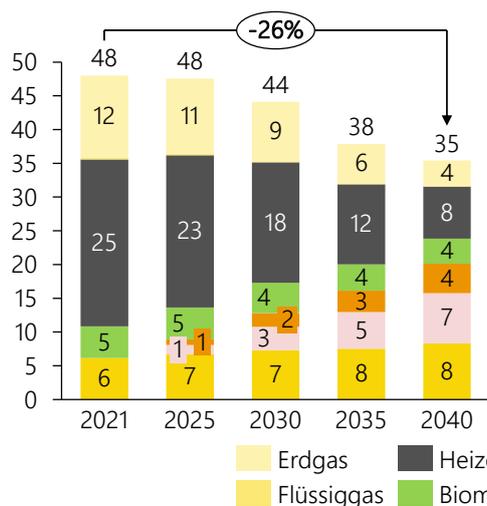


Abbildung A-2. Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für die Industrie

Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

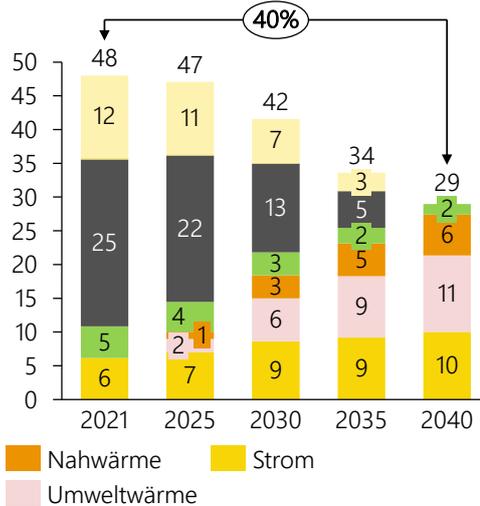
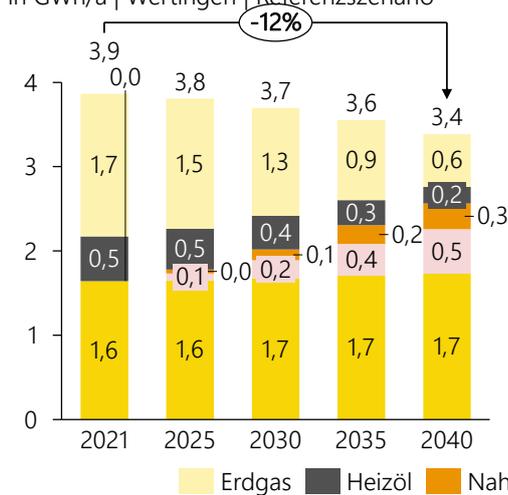


Abbildung A-3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für Gewerbe, Handel & Dienstleistungen

Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Wertingen | Klimaschutzszenario

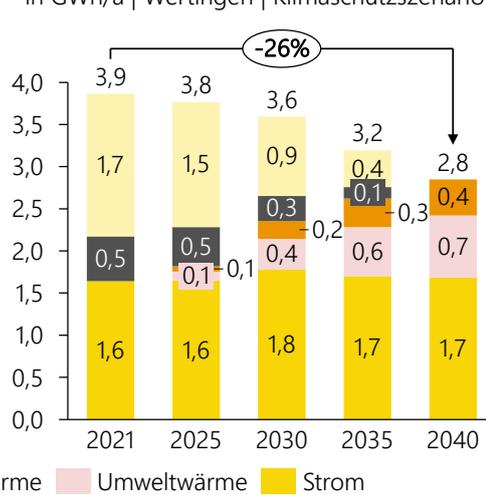


Abbildung A-4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für öffentliche Einrichtungen

A.5 Empfehlungen für Ziele der EEV-Entwicklung nach Sektoren

Tabelle A-10: Empfehlungen für die Ziele der EEV Entwicklung nach Sektoren

GWh Rückgang in %/a	2020	2025	2030	2035	2040

Private Haushalte	89,4 GWh	87,6 GWh 2 %	81,2 GWh 9 %	73,3 GWh 18 %	64,2 GWh 28 %
Industrie	157,9 GWh	146,6 GWh 7 %	123,7 GWh 22 %	96,3 GWh 39 %	81,4 GWh 48 %
Gewerbe, Handel & Dienstleistungen	48,0 GWh	47,1 GWh 2 %	41,6 GWh 13 %	33,6 GWh 30 %	29,0 GWh 40 %
Öffentliche Einrichtungen	3,9 GWh	3,8 GWh 3 %	3,6 GWh 7 %	3,2 GWh 17 %	2,8 GWh 26 %
Verkehr	191,1 GWh	180,3 GWh 6 %	157,1 GWh 18 %	123,5 GWh 35 %	97,2 GWh 49 %

*Die Ziele richten sich nach dem berechneten Klimaschutzszenario

A.6 Empfehlungen für Ziele der THG-Entwicklung nach Sektoren

Tabelle A-11: Empfehlungen für Ziele der THG-Entwicklung nach Sektoren

kt CO ₂ -Äq. Rückgang in %/a	2020	2025	2030	2035	2040
Private Haushalte	22,1 ktCO ₂ -Äq.	19,2 ktCO ₂ -Äq. 13 %	13,2 ktCO ₂ -Äq. 40 %	6,8 ktCO ₂ -Äq. 69 %	0,9 ktCO ₂ -Äq. 96 %
Industrie	43,6 ktCO ₂ -Äq.	37,6 ktCO ₂ -Äq. 14 %	25,4 ktCO ₂ -Äq. 42 %	12,0 ktCO ₂ -Äq. 73 %	1,5 ktCO ₂ -Äq. 97 %
Gewerbe, Handel & Dienstleistungen	13,7 ktCO ₂ -Äq.	12,1 ktCO ₂ -Äq. 12 %	8,0 ktCO ₂ -Äq. 42 %	3,7 ktCO ₂ -Äq. 73 %	0,4 ktCO ₂ -Äq. 97 %
Öffentliche Einrichtungen	1,4 ktCO ₂ -Äq.	1,1 ktCO ₂ -Äq. 17 %	0,8 ktCO ₂ -Äq. 42 %	0,4 ktCO ₂ -Äq. 71 %	0,1 ktCO ₂ -Äq. 96 %
Verkehr	56,1 ktCO ₂ -Äq.	50,9 ktCO ₂ -Äq. 9 %	40,5 ktCO ₂ -Äq. 28 %	24,1 ktCO ₂ -Äq. 57 %	3,3 ktCO ₂ -Äq. 94 %

*Die Ziele richten sich nach dem berechneten Klimaschutzszenario

A.6 Ausbauziele auf dem Weg in die Treibhausgasneutralität

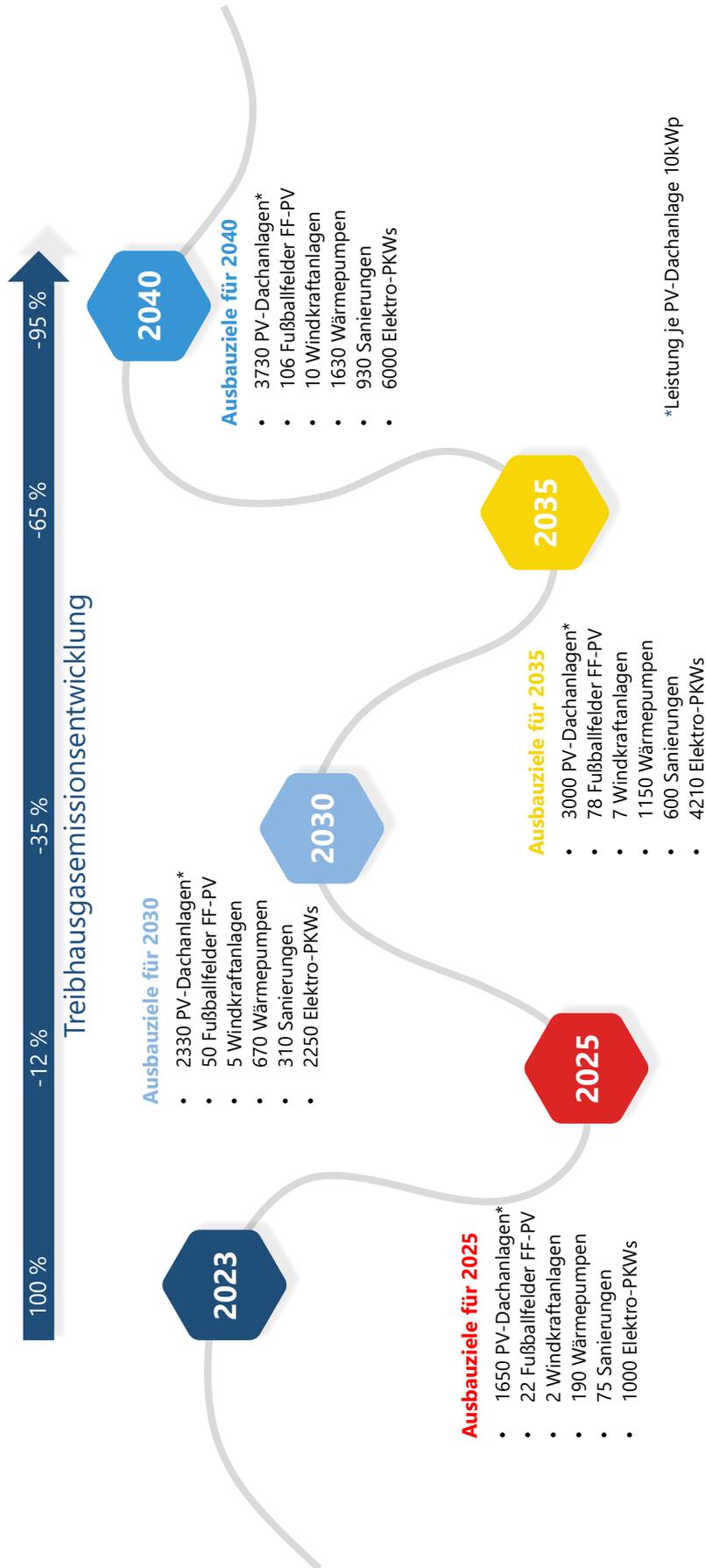


Abbildung A-5: Roadmap zur Zielerreichung

A.7 Leitbild für Energiewende und Klimaschutz

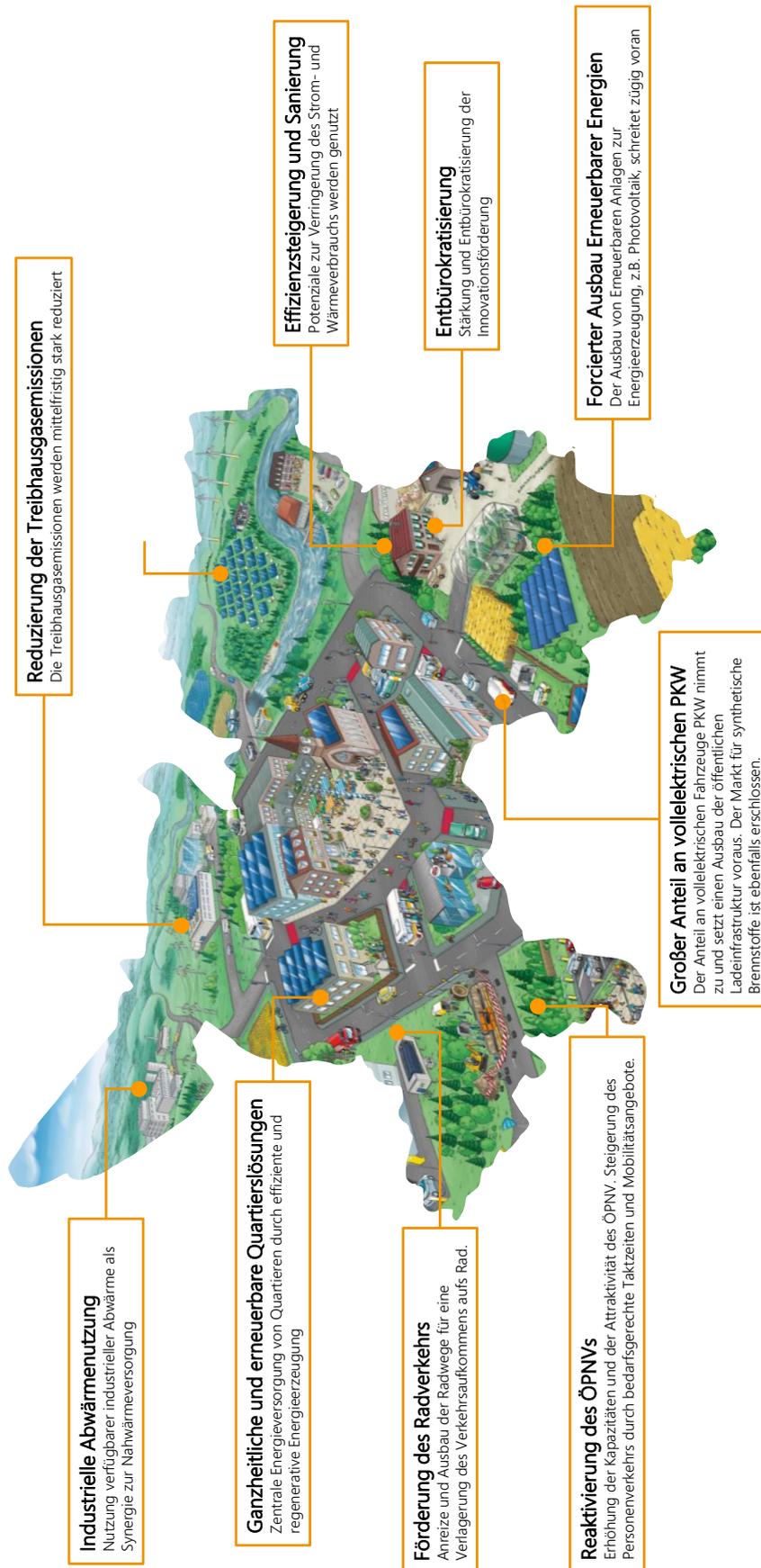


Abbildung A-6: Leitbild für Energiewende und Klimaschutz in Wertingen

Bestandsgebäudeanalyse

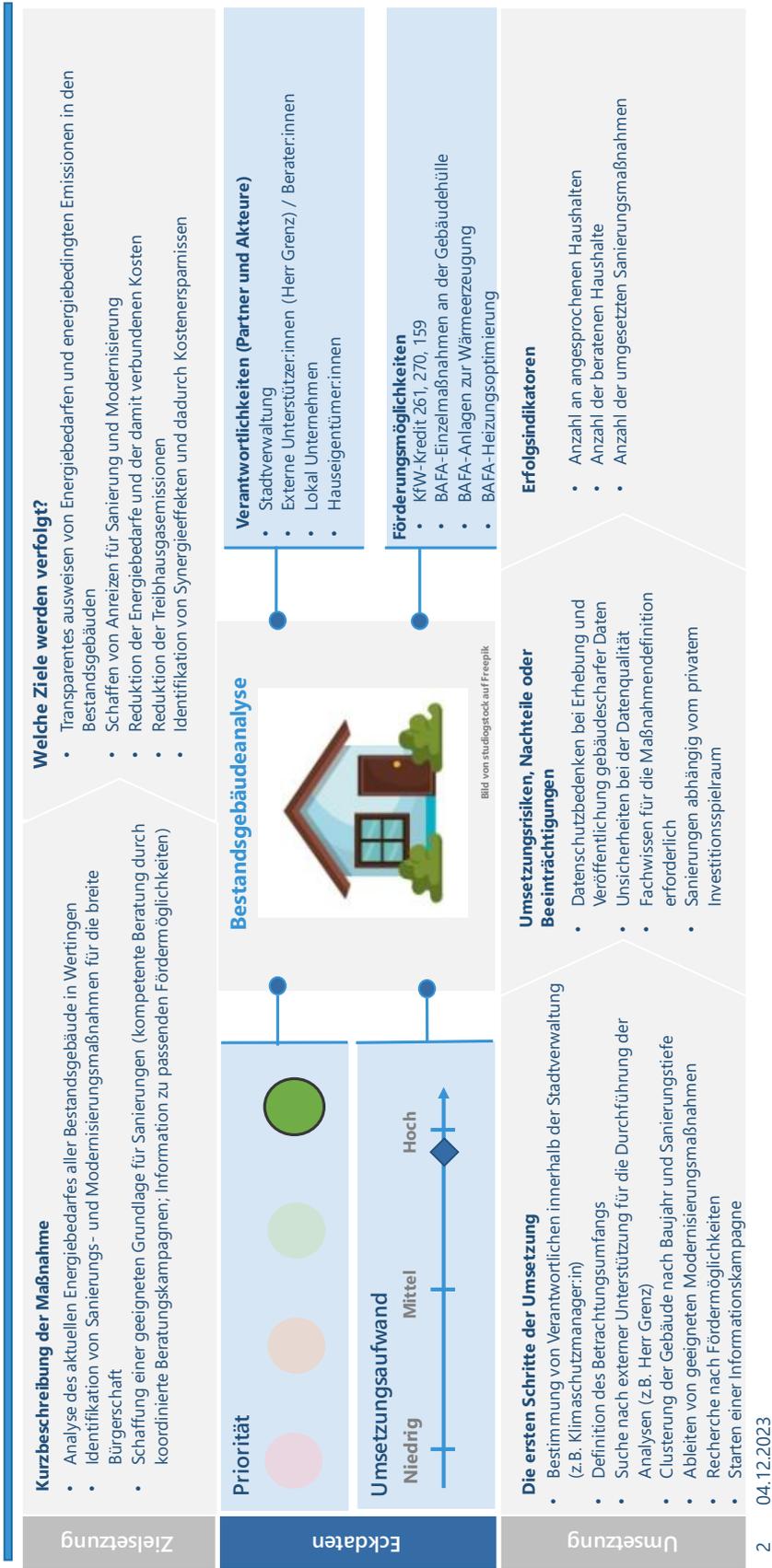


Abbildung A-7: Maßnahme Bestandsgebäudeanalyse

Fifty-Fifty Programm

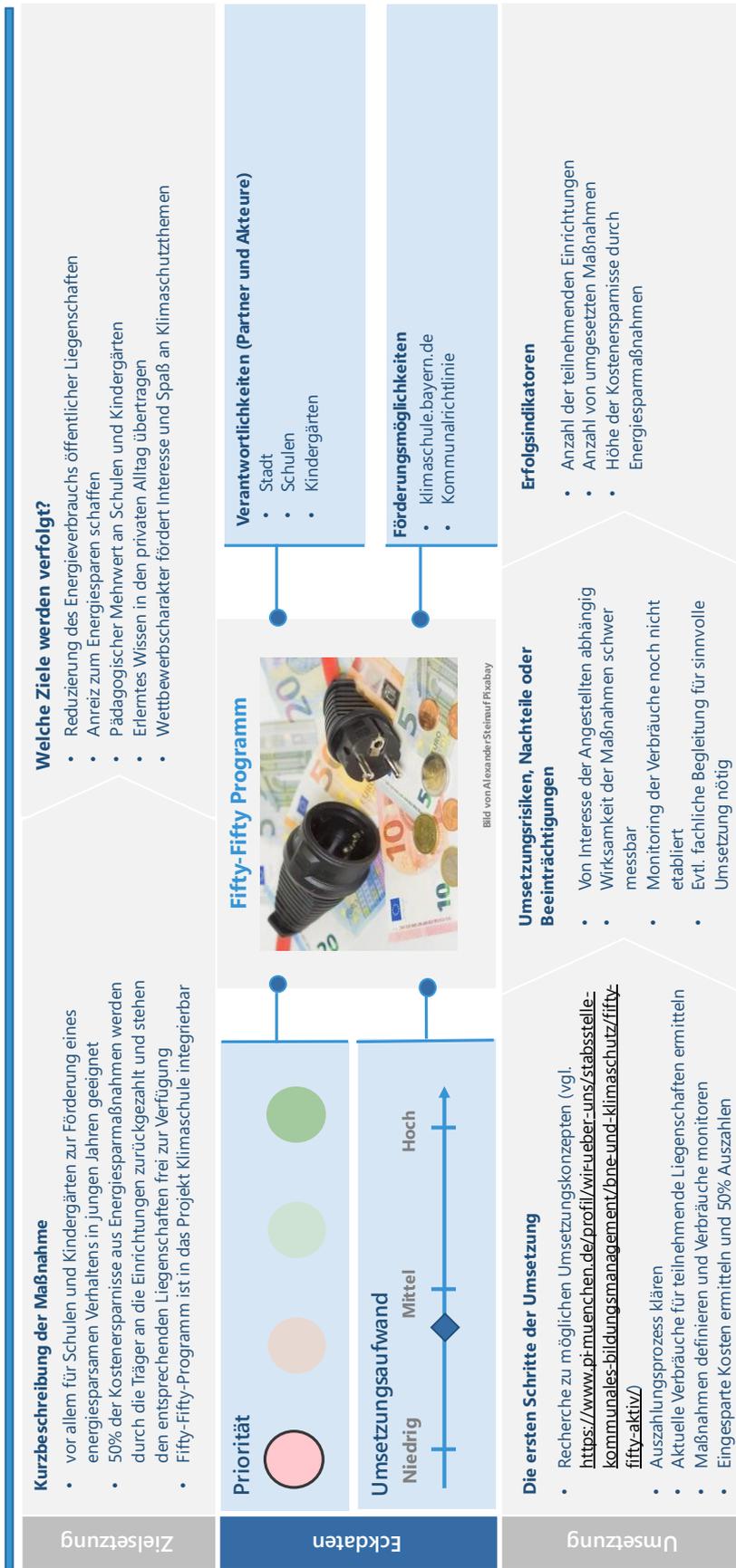


Abbildung A-8: Maßnahme Fifty-Fifty-Programm

Klimaschule

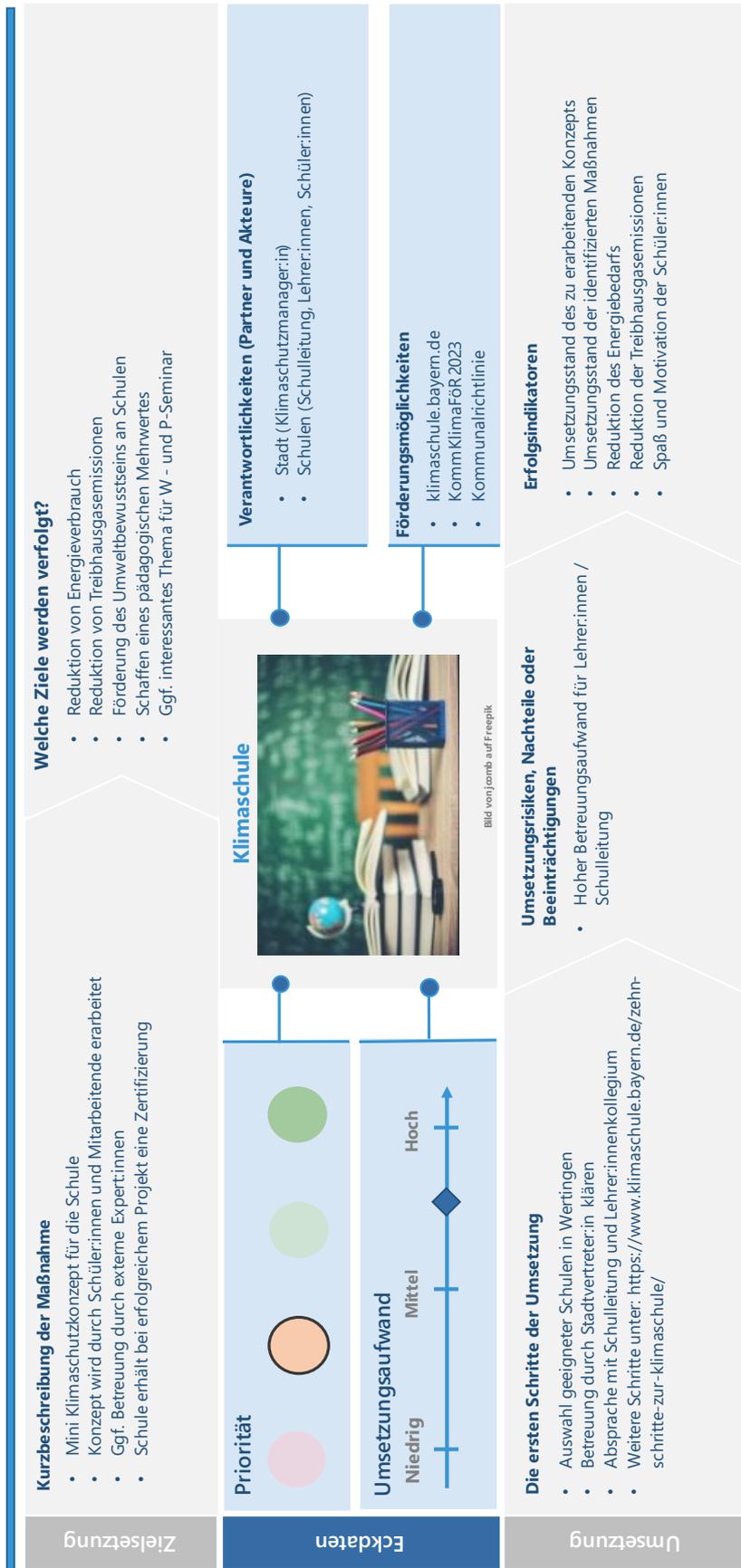


Abbildung A-9: Maßnahme Klimaschule

Wertinger Unternehmerforum

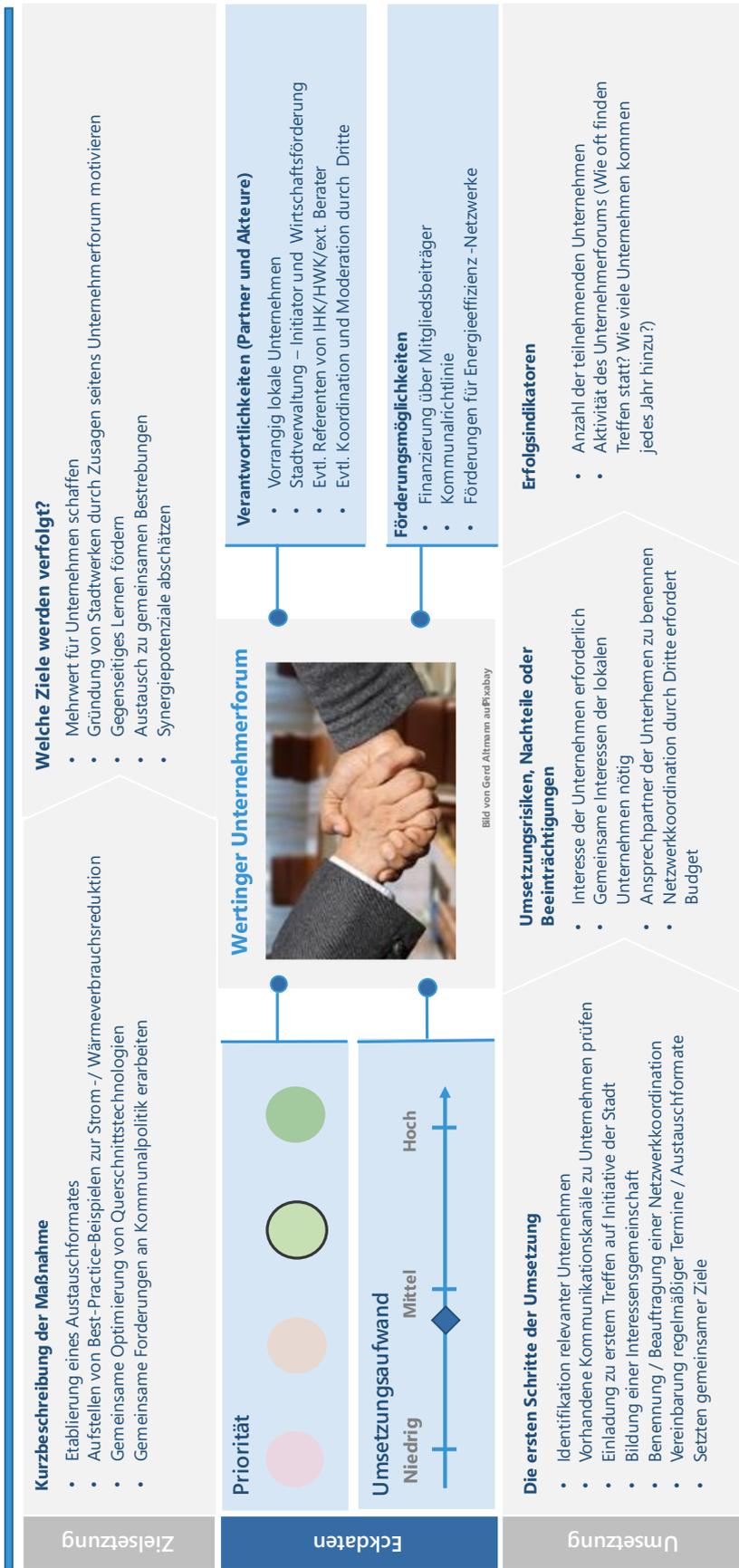


Abbildung A-10: Maßnahme Wertinger Unternehmerforum

Energiemanagement für kommunale Liegenschaften

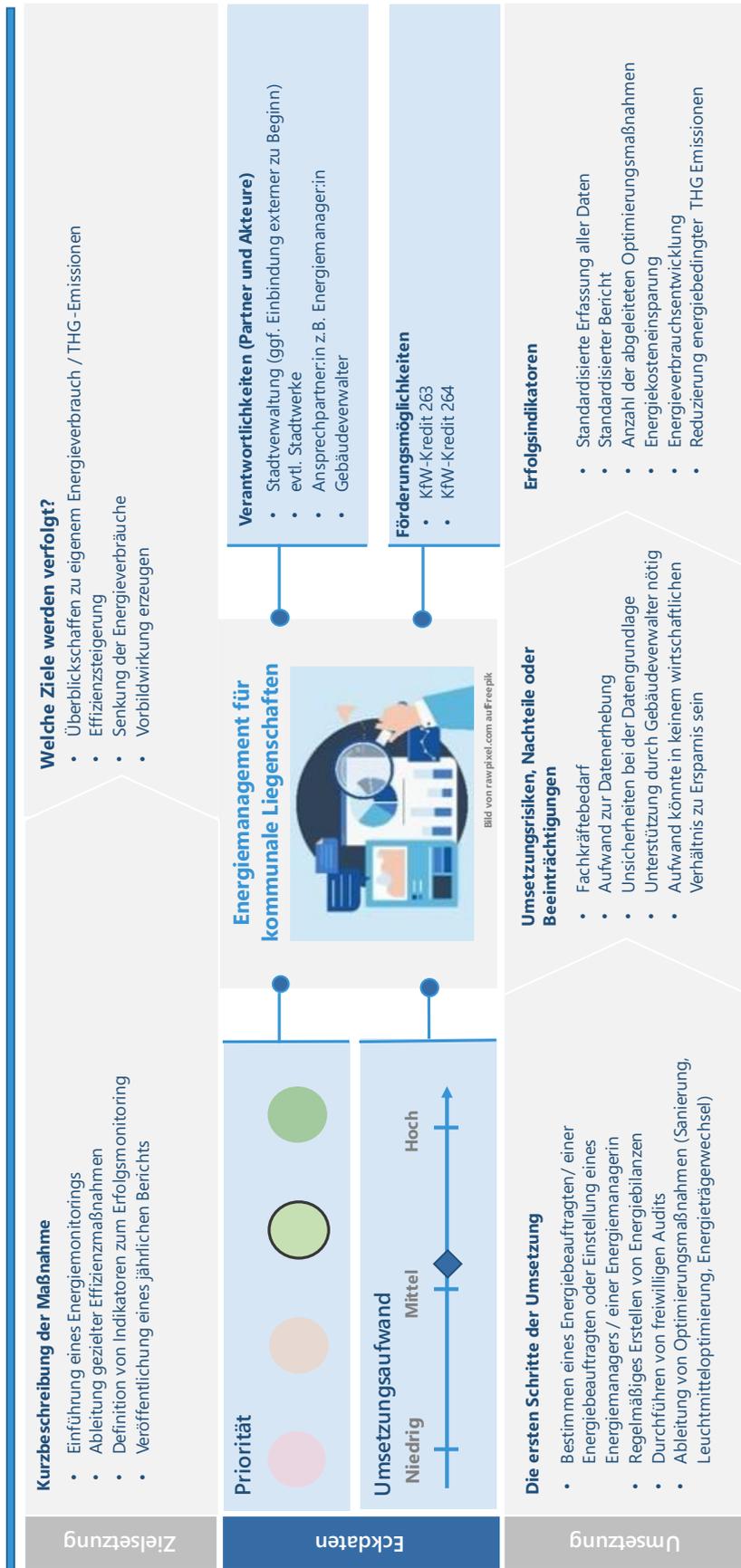


Abbildung A-11: Maßnahme Energiemanagement für kommunale Einrichtungen

* Energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften

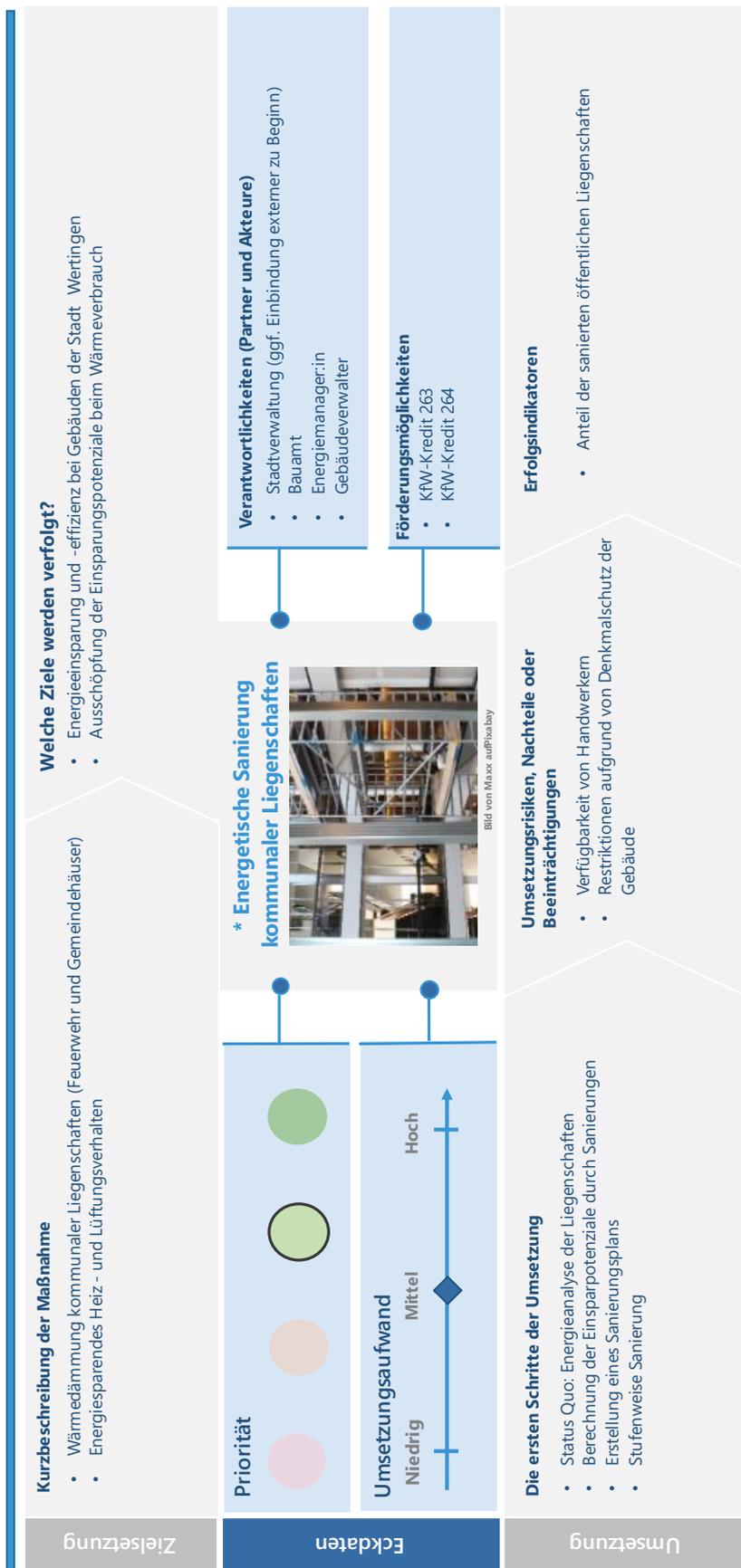


Abbildung A-12: Maßnahme Energetische Sanierung von kommunalen Liegenschaften

* Betriebszeitoptimierung der Straßenbeleuchtung

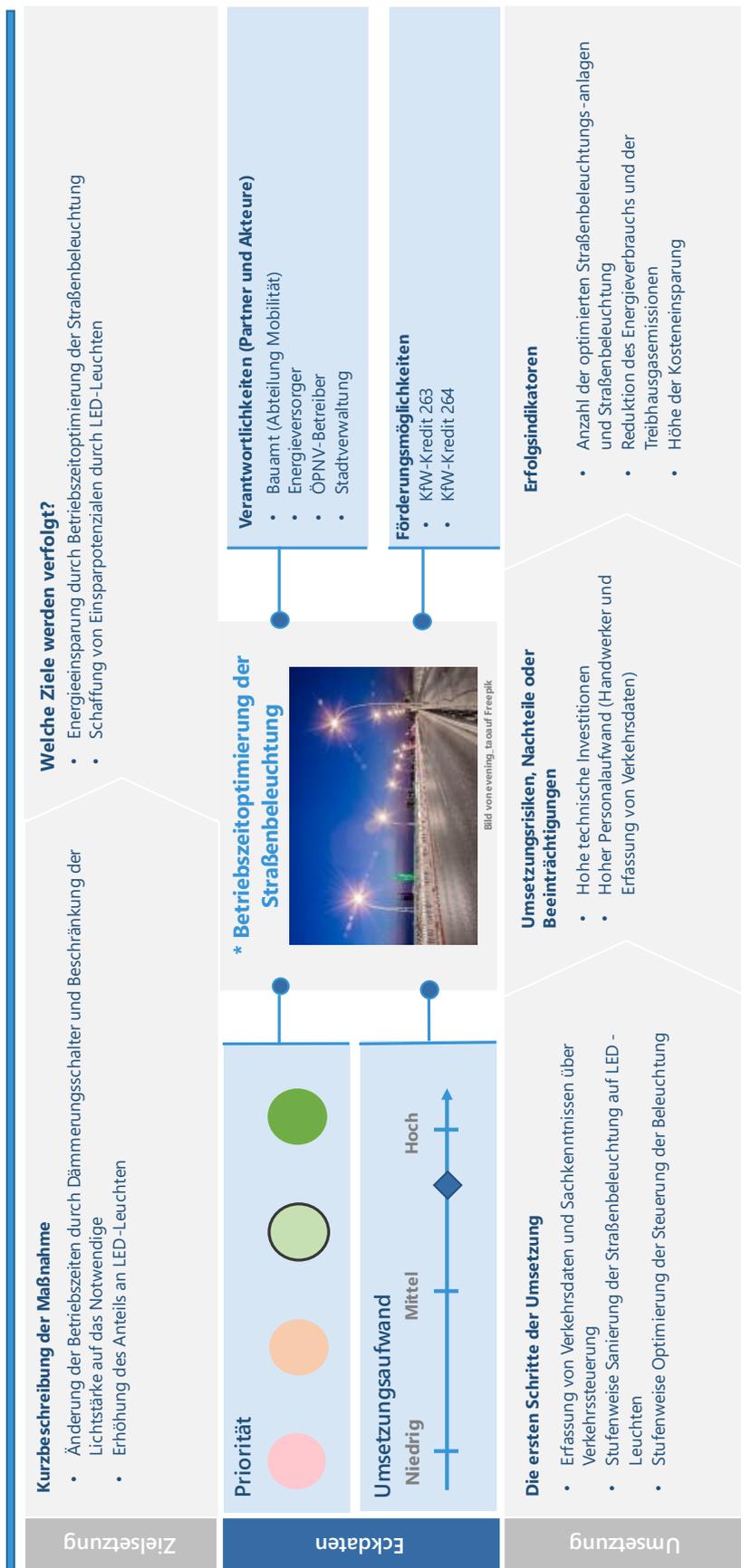


Abbildung A-13: Maßnahme Betriebszeitoptimierung der Straßenbeleuchtung

100 Häuser Programm

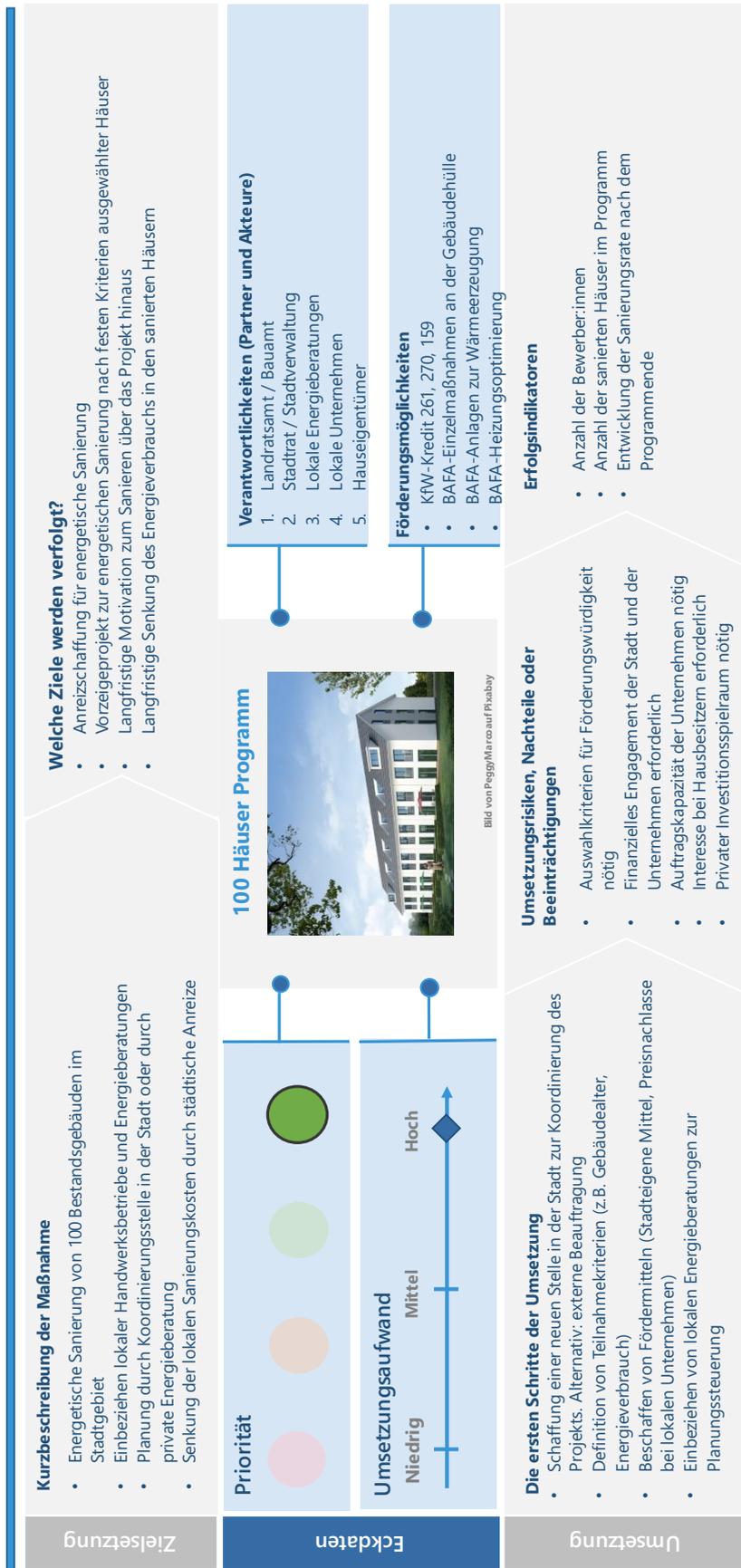


Abbildung A-14: Maßnahme 100 Häuser Programm

Wertinger Energiesparwettbewerb

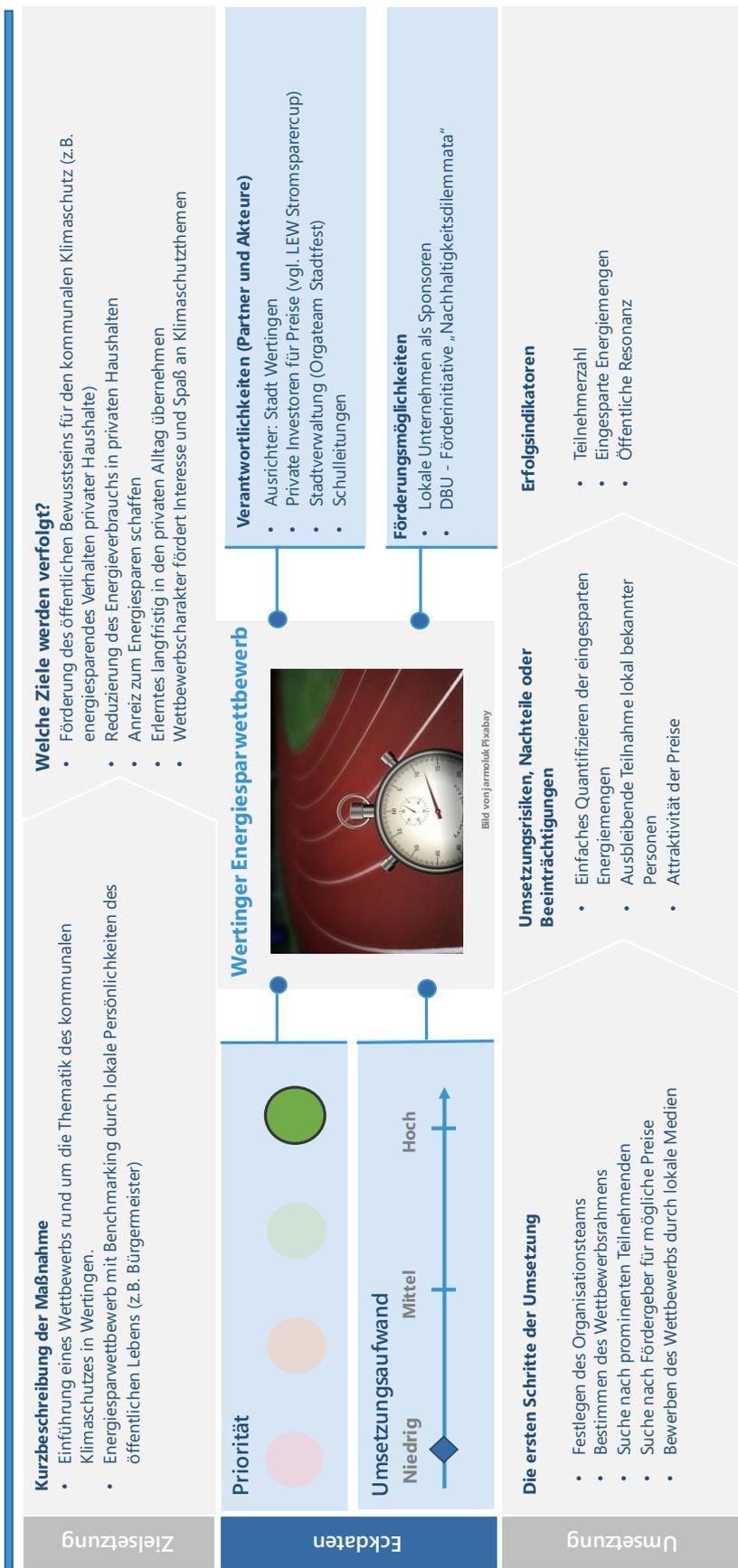


Abbildung A-15: Maßnahme Wertinger Klimawettbewerb

Plattform für lokale Mitfahrgelegenheiten

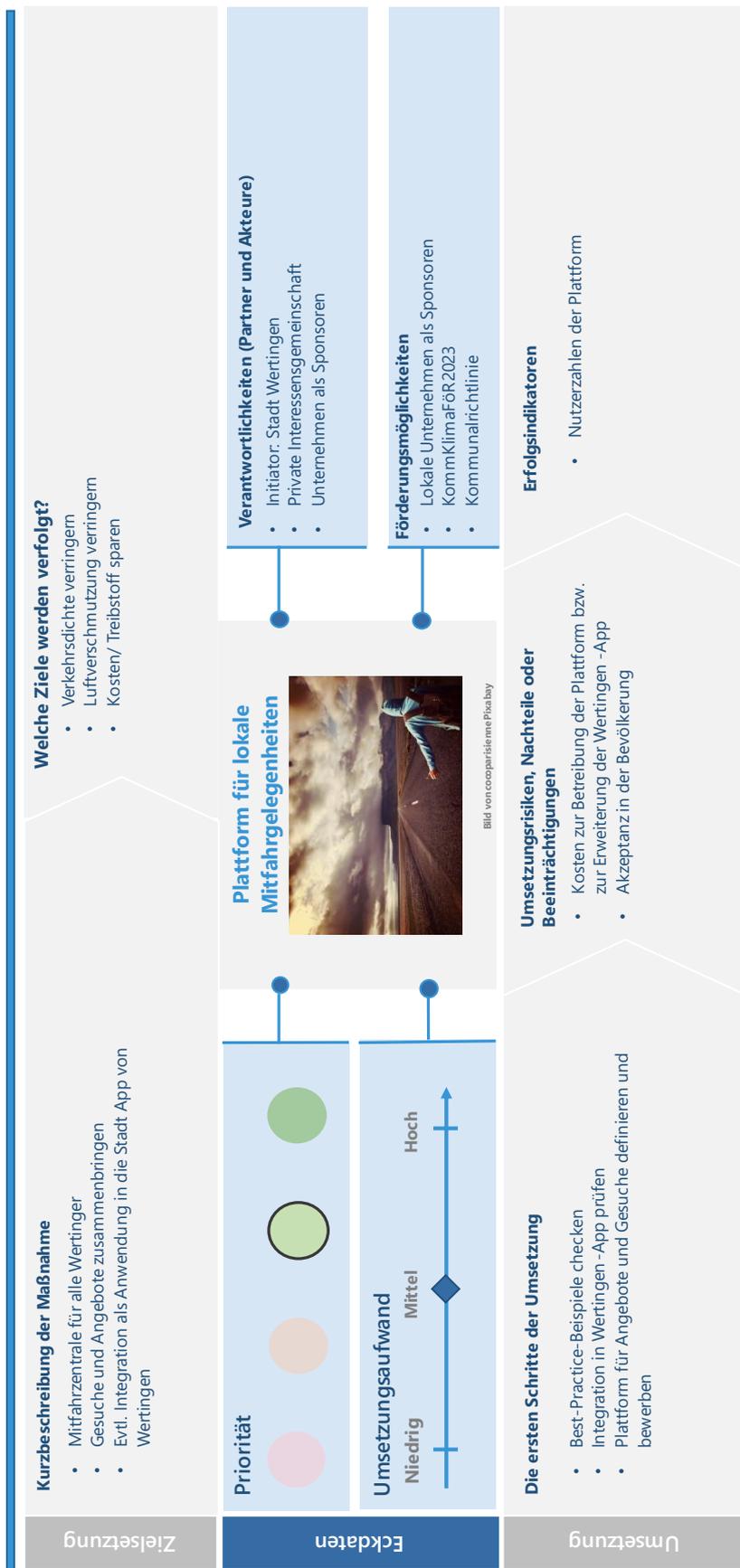


Abbildung A-16: Maßnahme Plattform für lokale Mitfahrgelegenheiten

Etablierung eines Klimaschutzmanagements

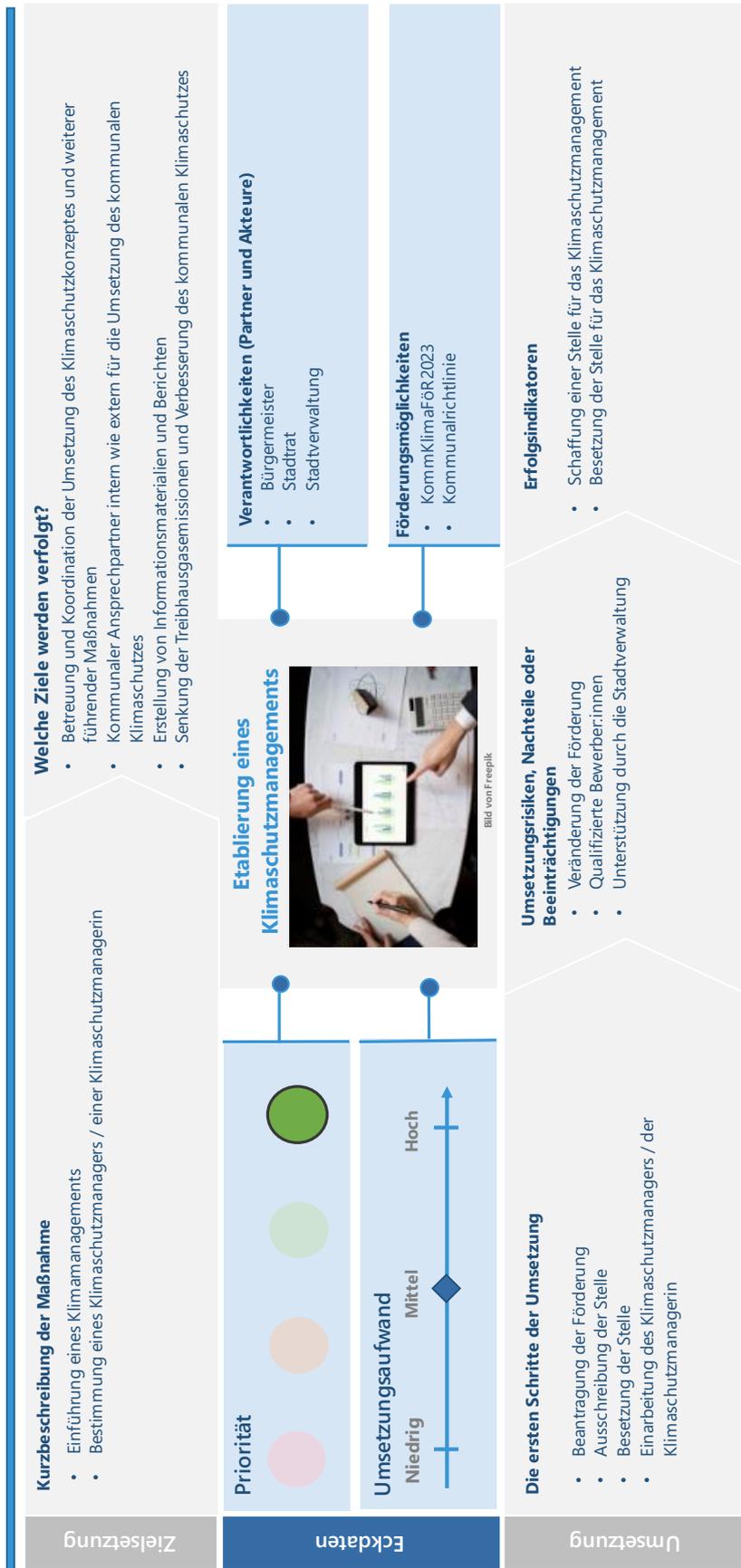


Abbildung A-17: Maßnahme Etablierung eines Klimaschutzmanagements

Klimaschutzleitbild für Wertingen

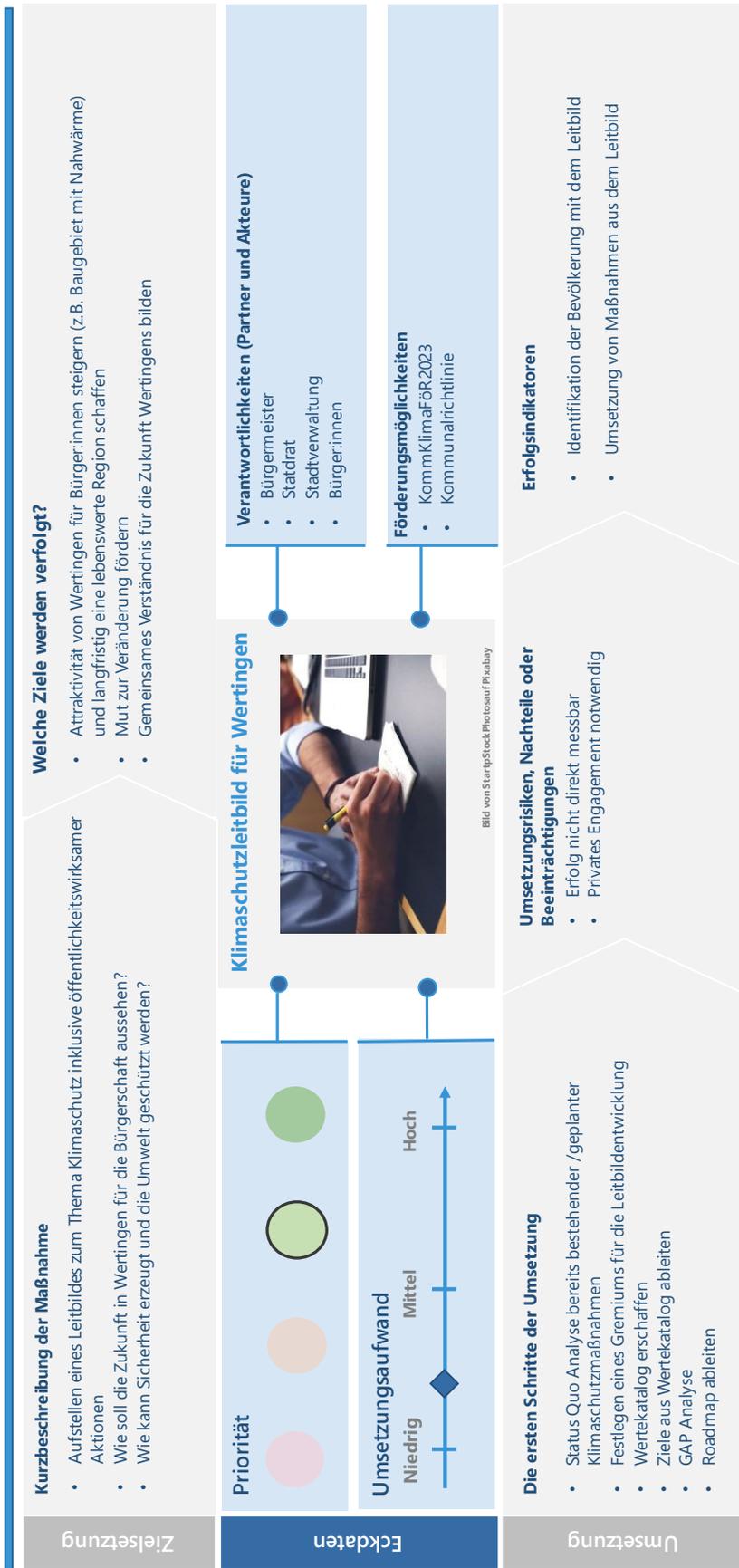


Abbildung A-18: Maßnahme Klimaschutzleitbild für Wertingen

Informationskampagne Klimaschutz

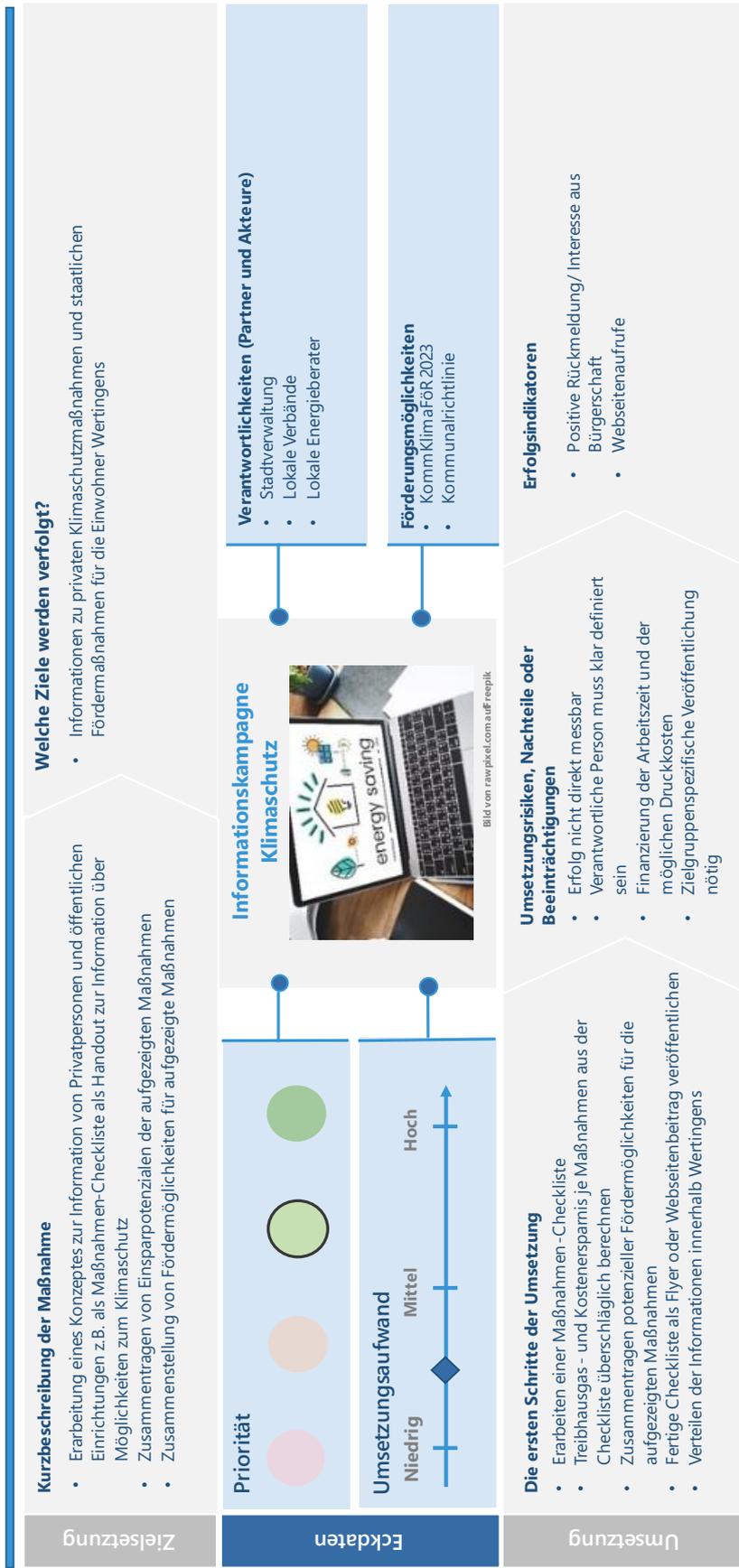


Abbildung A-19: Maßnahme Informationskampagne Klimaschutz

* Vortragsreihe zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

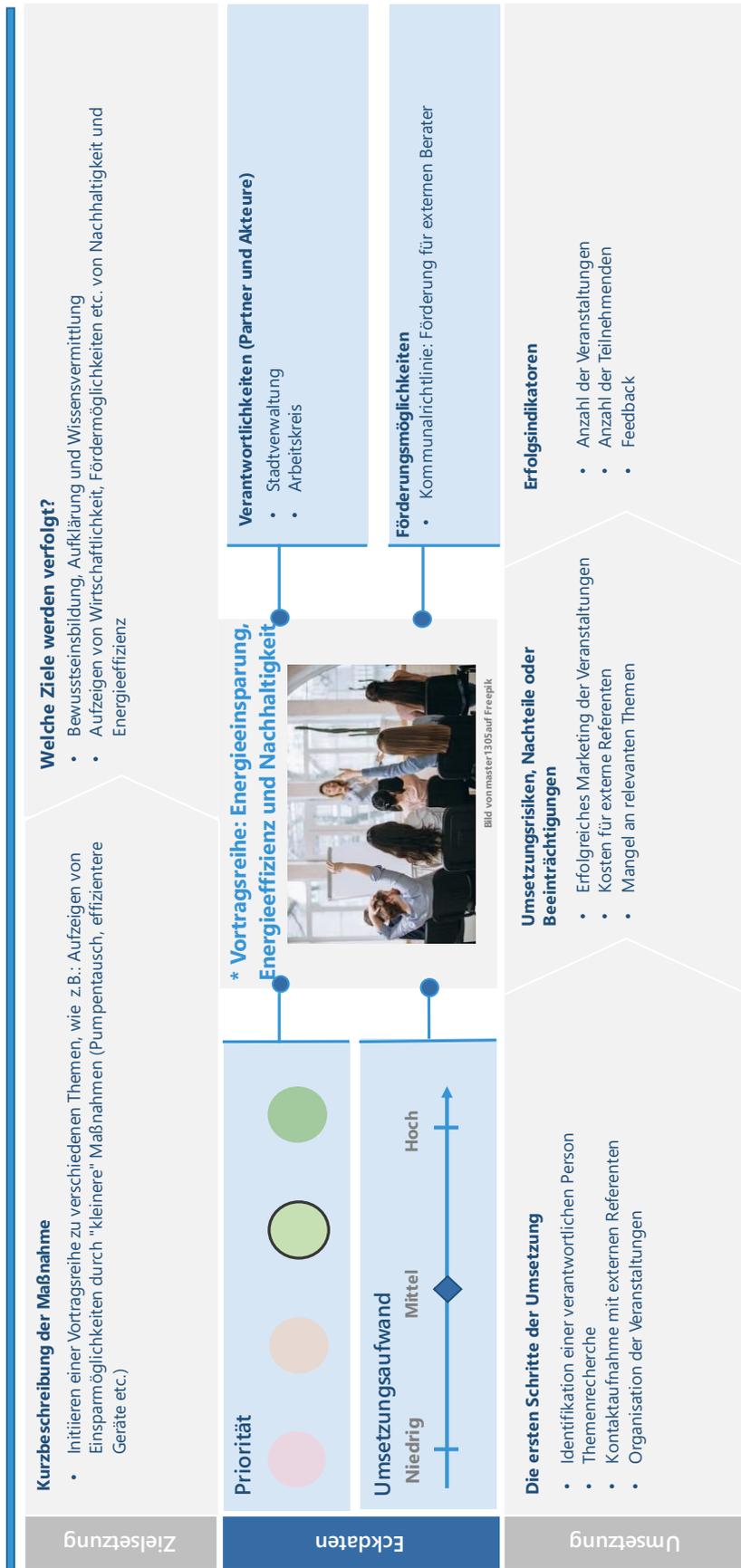


Abbildung A-20: Maßnahme Vortragsreihe zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Wertinger Klimatag

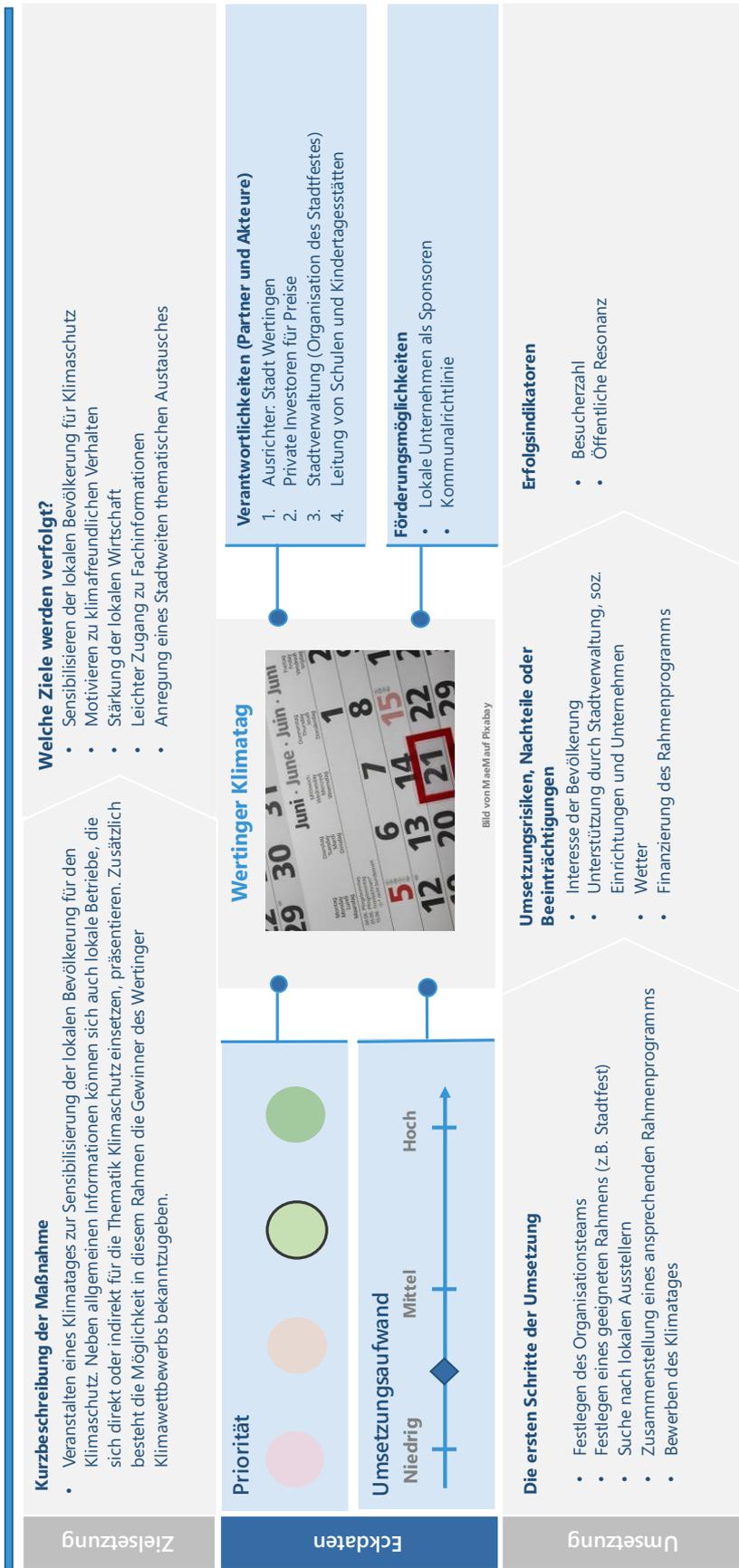


Abbildung A-21: Maßnahme Wertinger Klimawettbewerb

* Vortragsreihe zu bewusster Ernährung

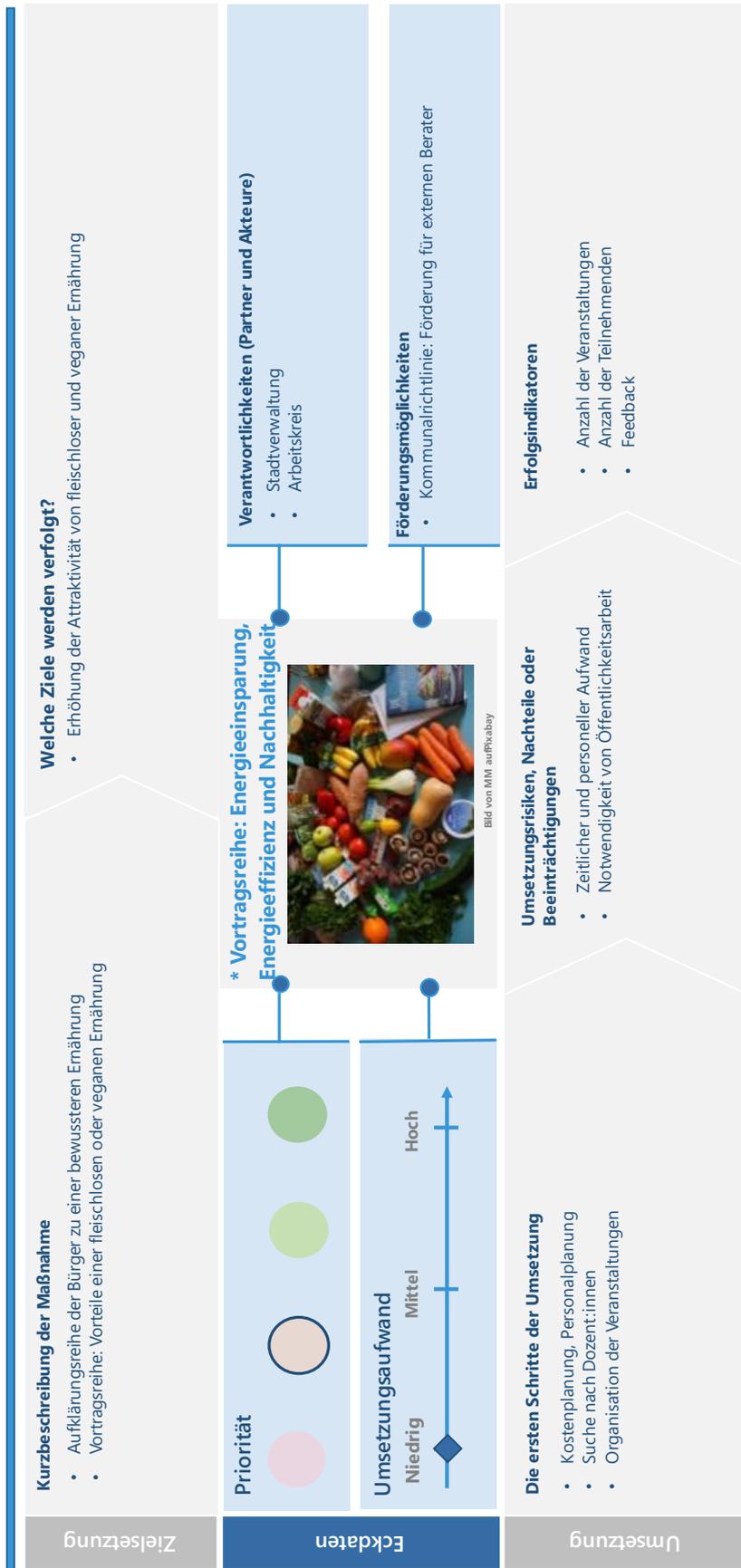


Abbildung A-22: Maßnahme Vortragsreihe zu bewusster Ernährung

* Pflanzen von Bäumen

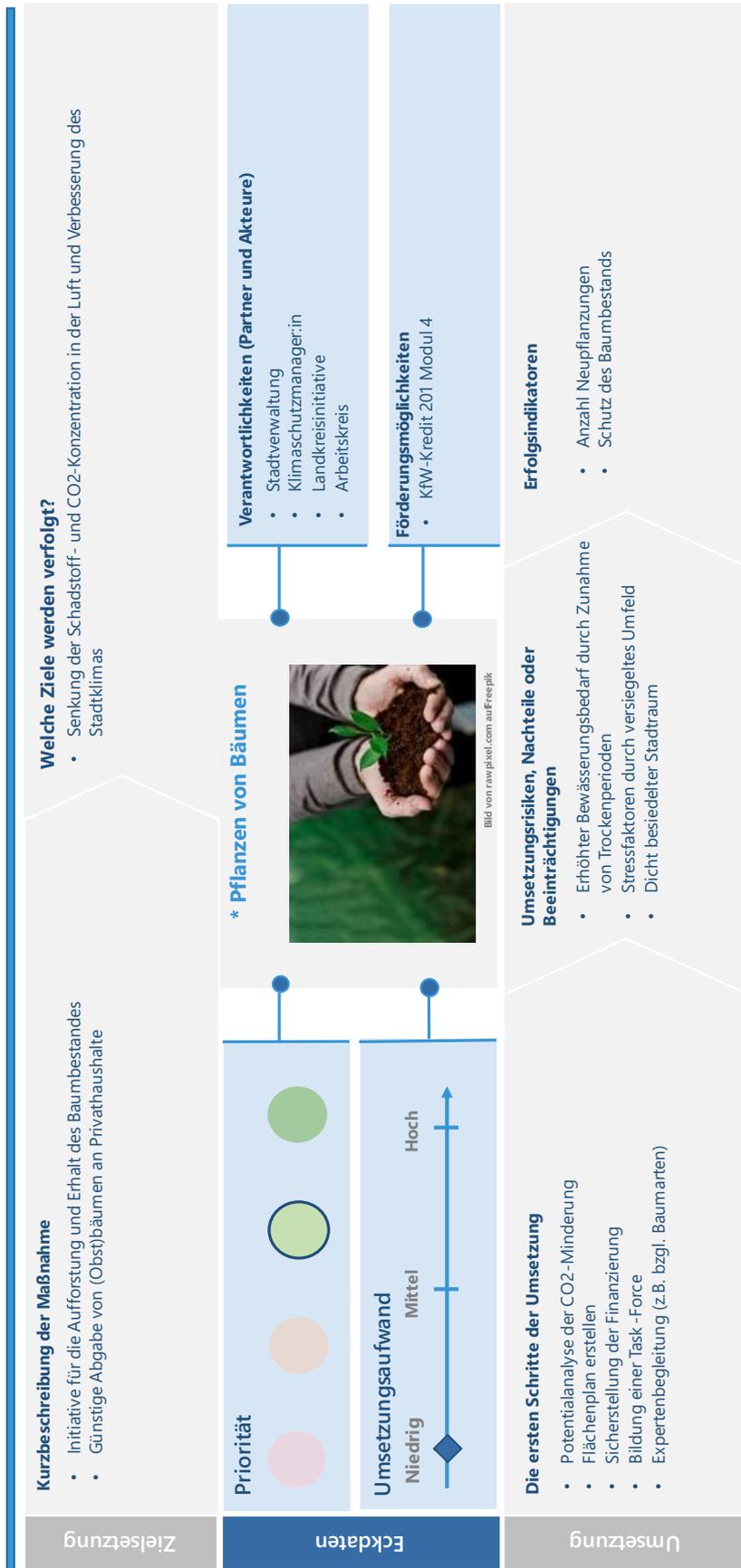


Abbildung A-23: Maßnahme Pflanzen von Bäumen

Umweltverträgliche Flächennutzung

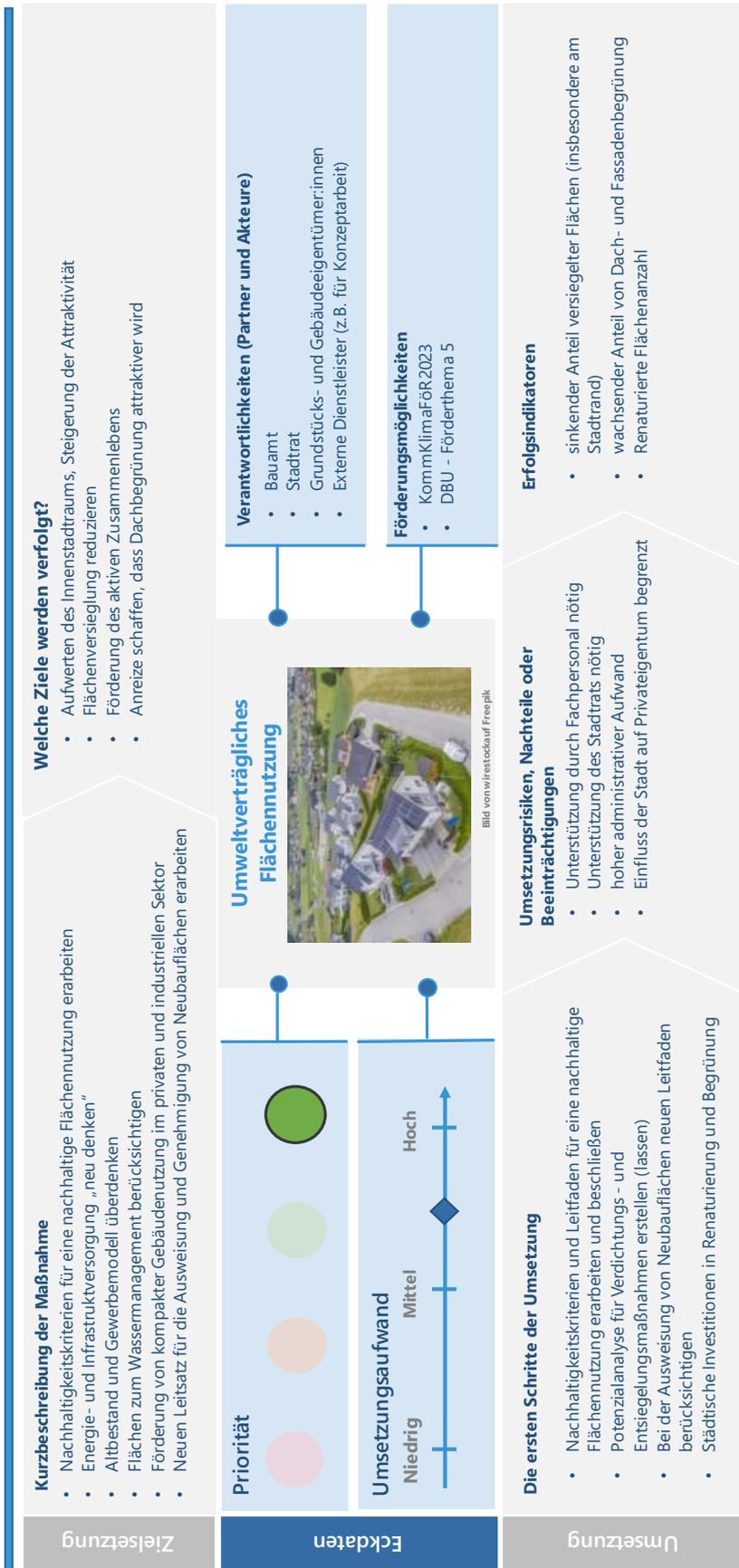


Abbildung A-24: Maßnahme Umweltverträgliche Flächennutzung

Datenanalyse Müllaufkommen

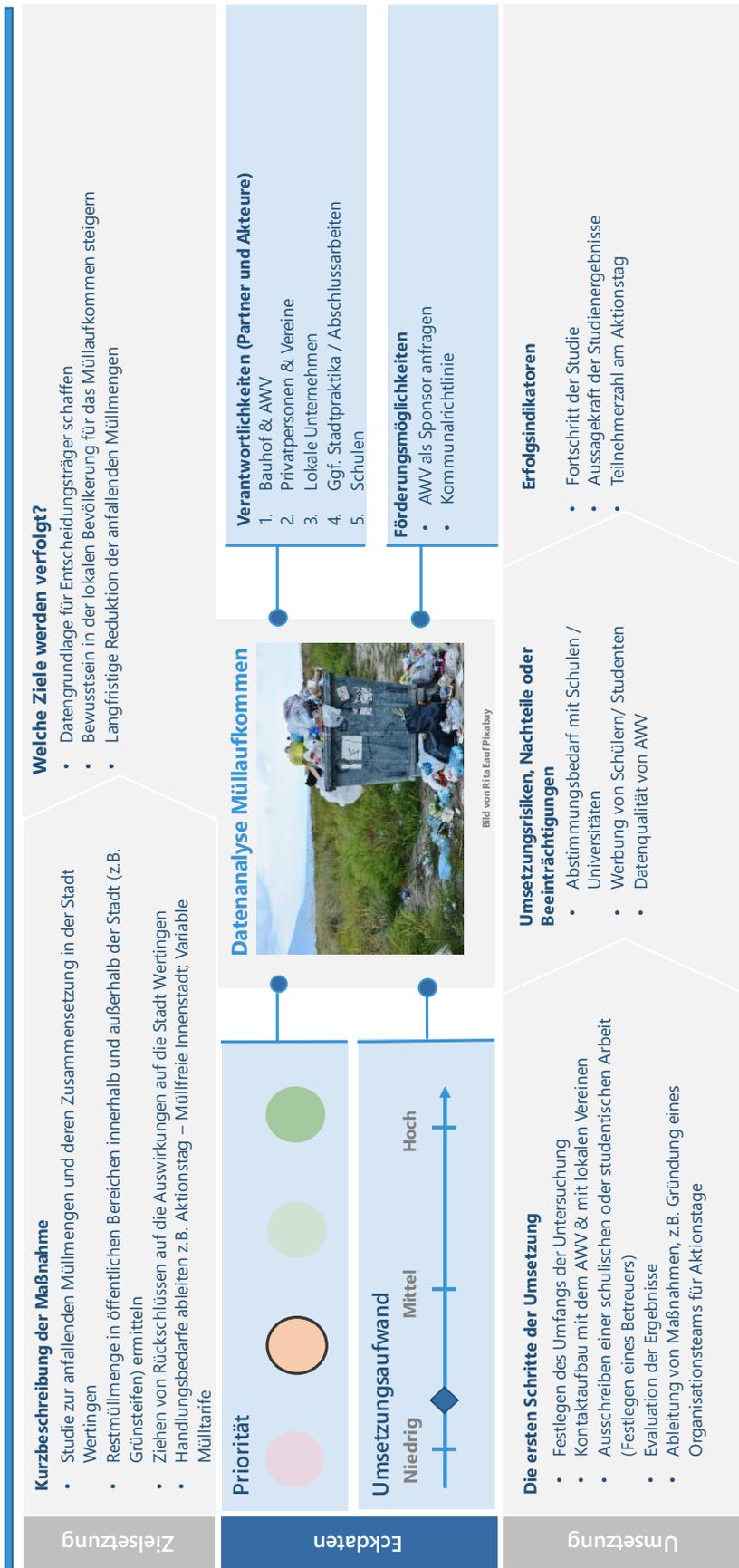


Abbildung A-25: Maßnahme Datenanalyse Müllaufkommen

Renaturierung der Niedermoorflächen

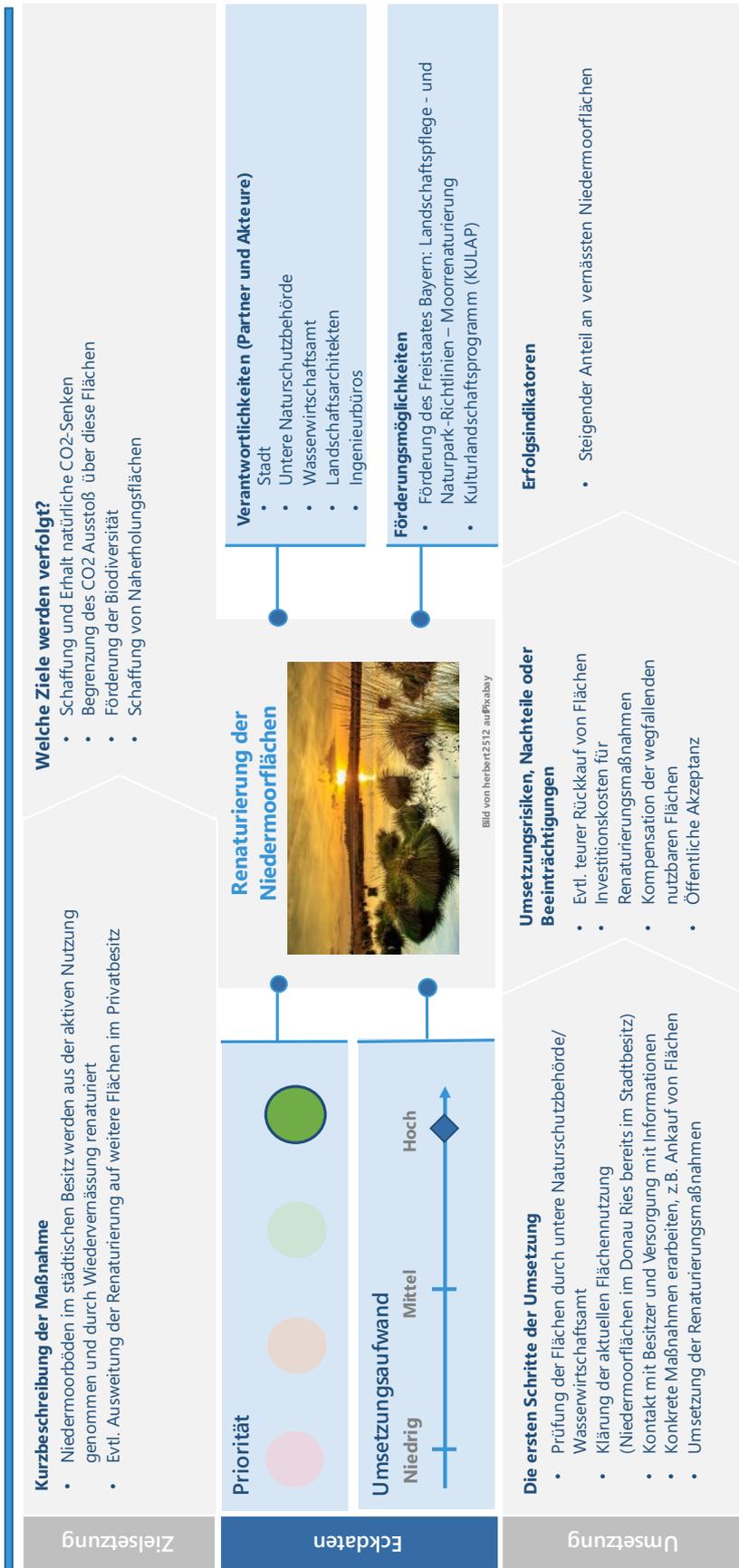


Abbildung A-26: Maßnahme Renaturierung von Niedermoorflächen

Tauschregal am Wertstoffhof

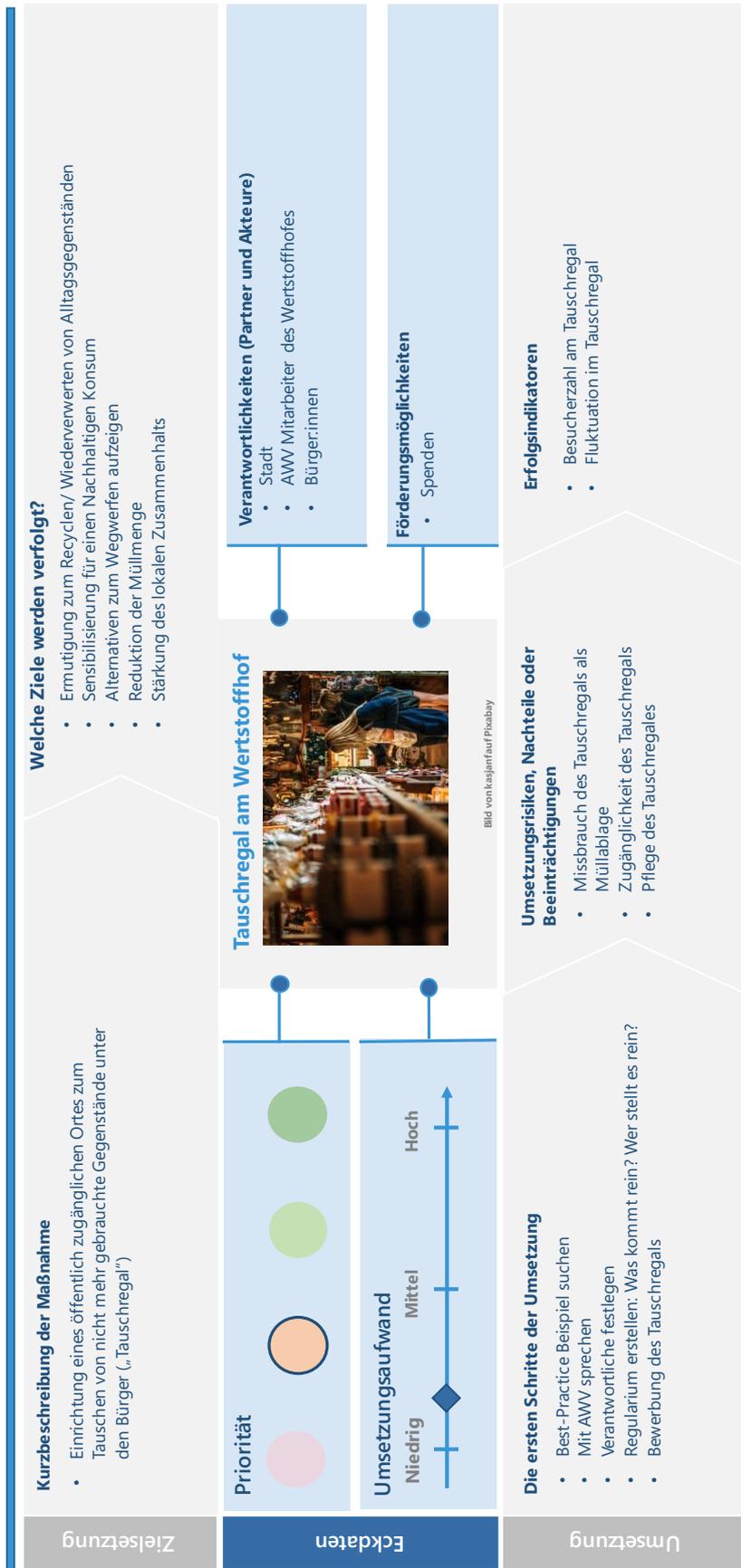


Abbildung A-27: Maßnahme Tauschregal am Wertstoffhof

Prüfen von Graben- und Baumschnittarbeiten

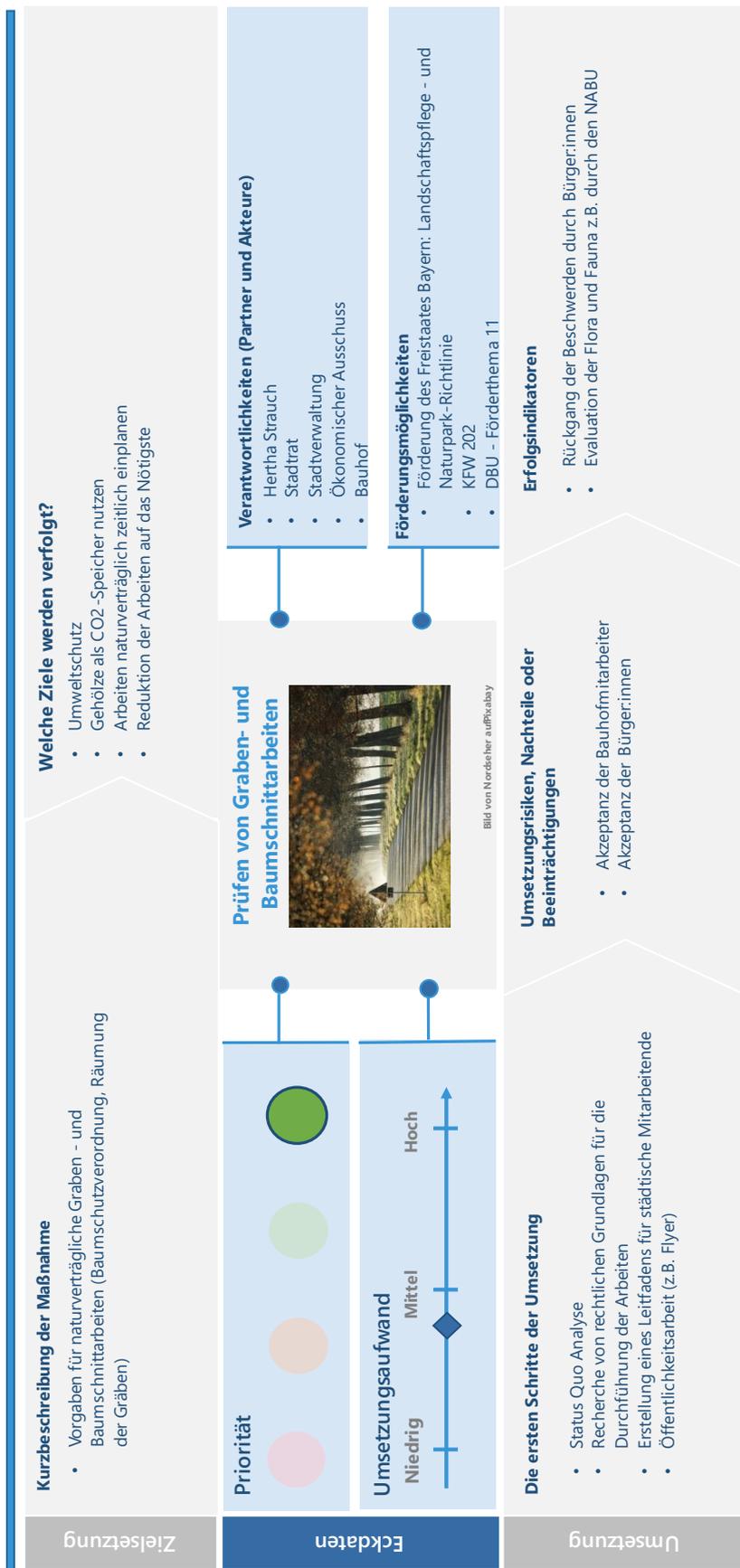


Abbildung A-28: Maßnahme Prüfen von Graben- und Baumschnittarbeiten

Ausweitung der Blühflächen

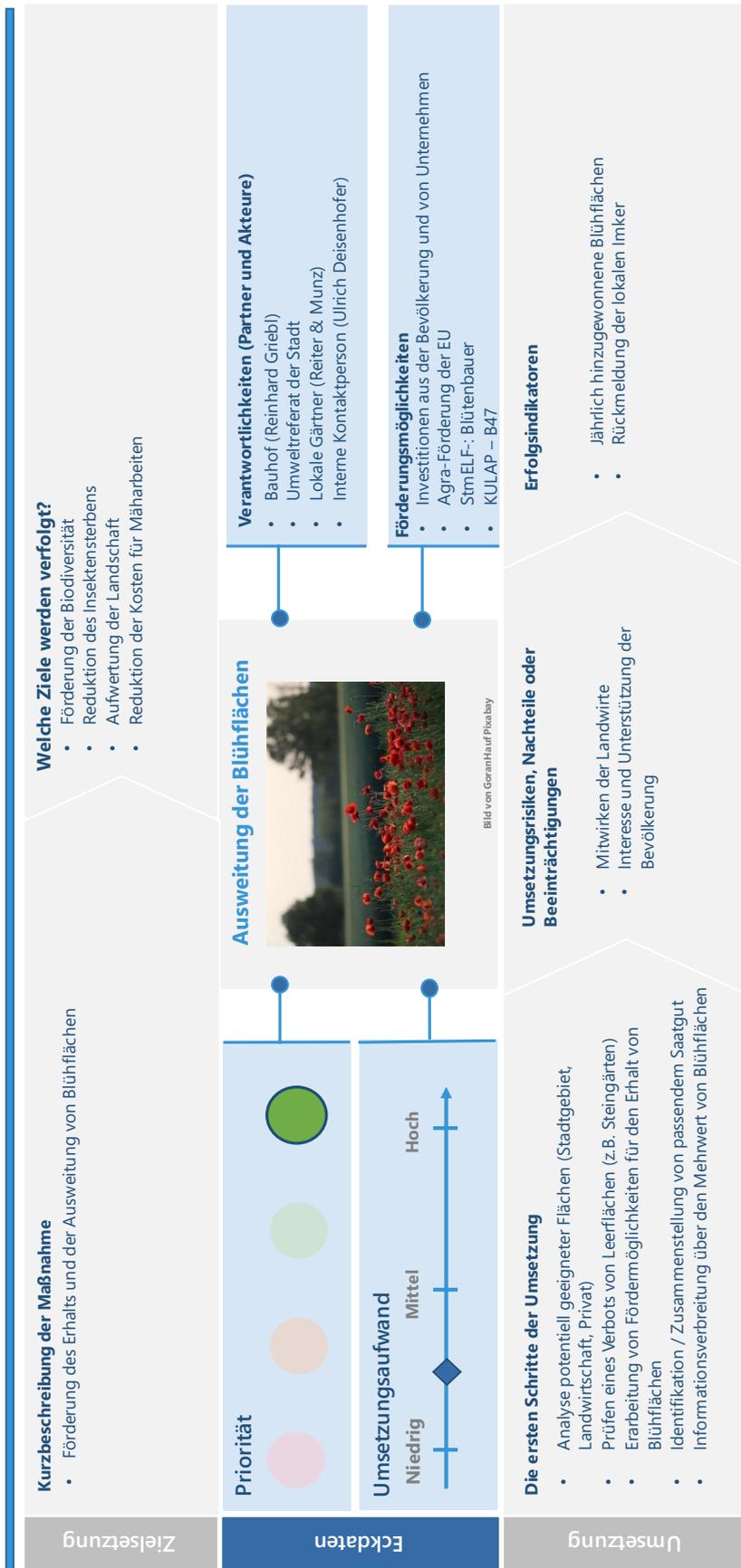


Abbildung A-29: Maßnahme Ausweitung der Blühflächen

Wertinger Klimafond

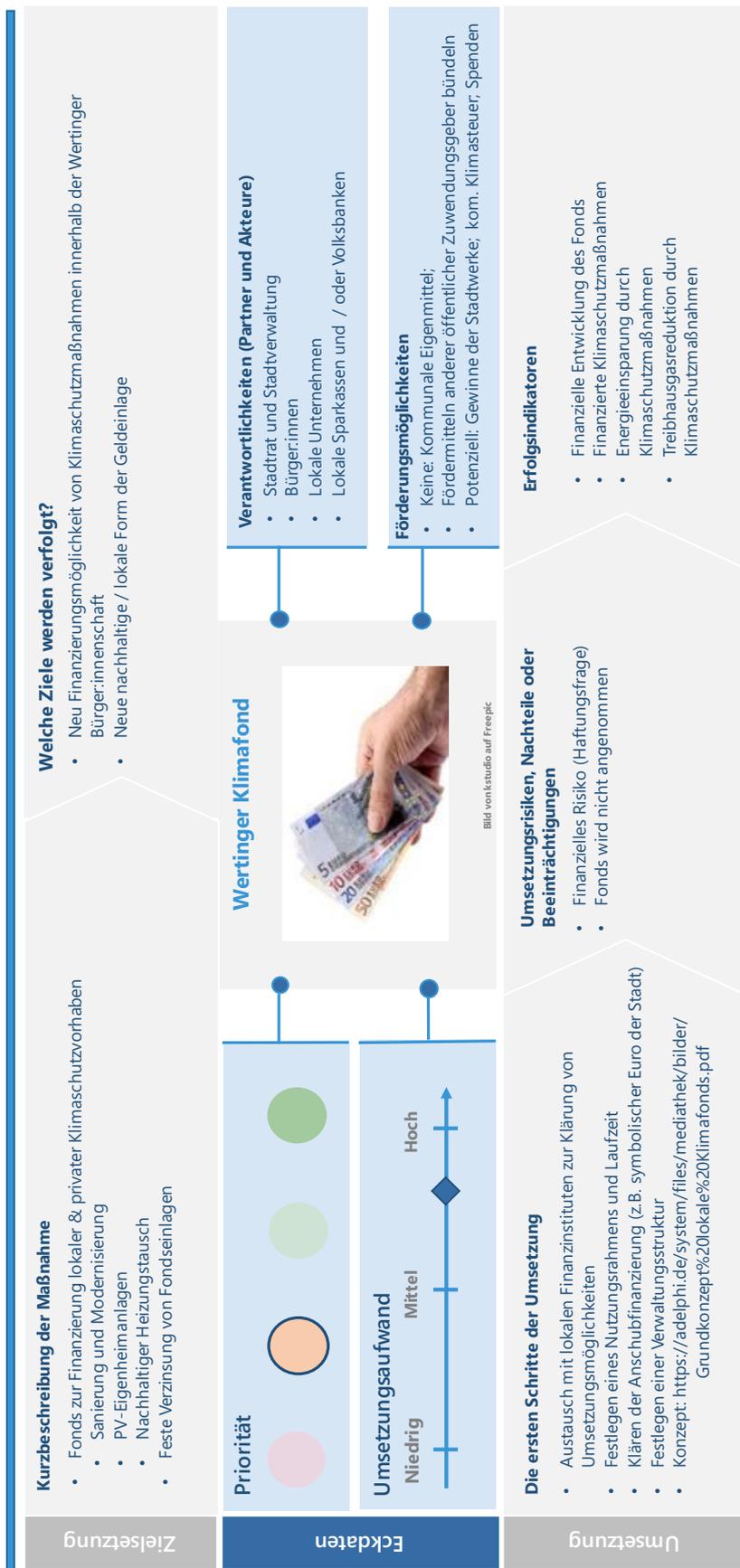


Abbildung A-30: Maßnahme Wertinger Klimafond

Leuchtturmprojekt Innenstadt PV

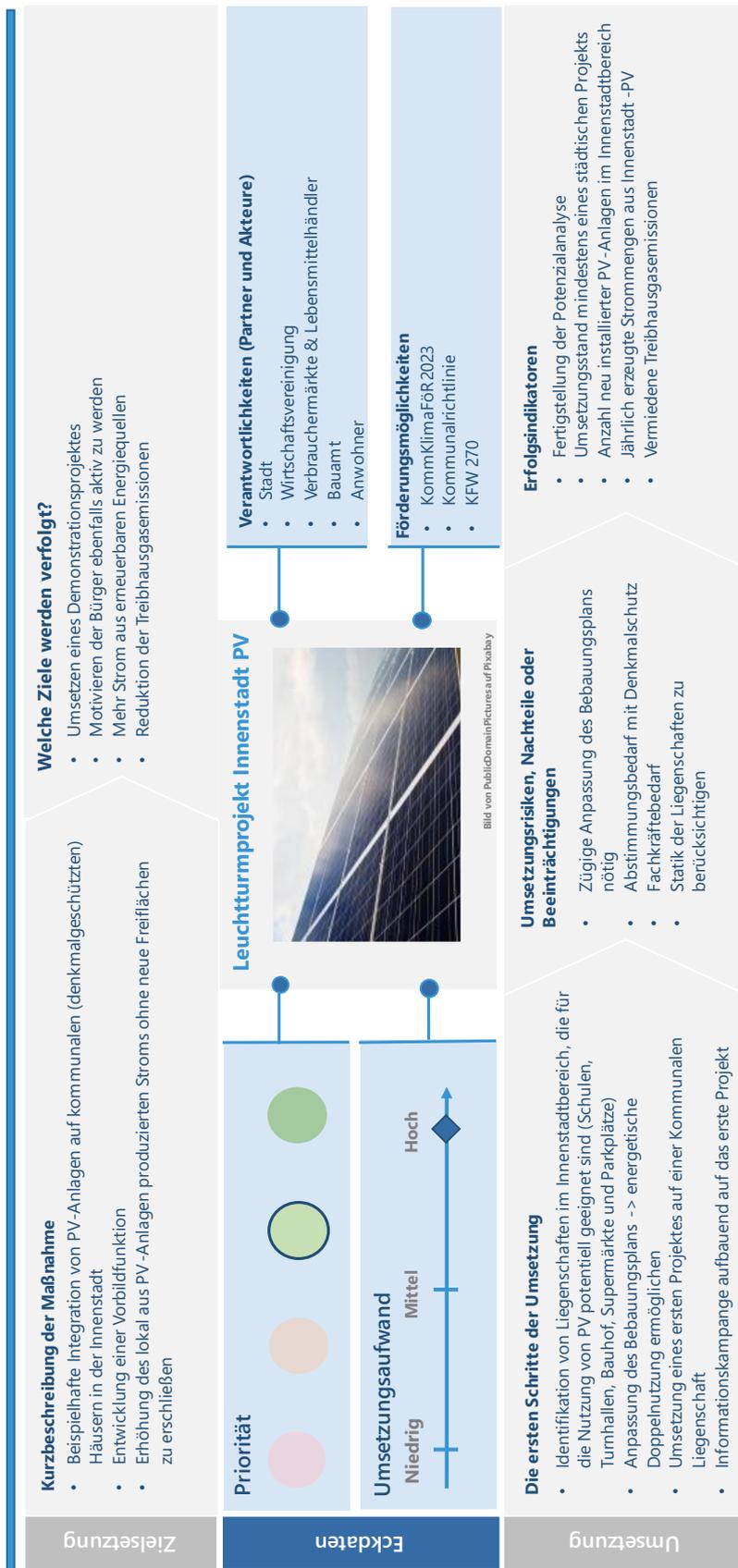


Abbildung A-31: Maßnahme Leuchtturmprojekt Innenstadt PV

* Förderung von Dachflächen-PV für Privathaushalte

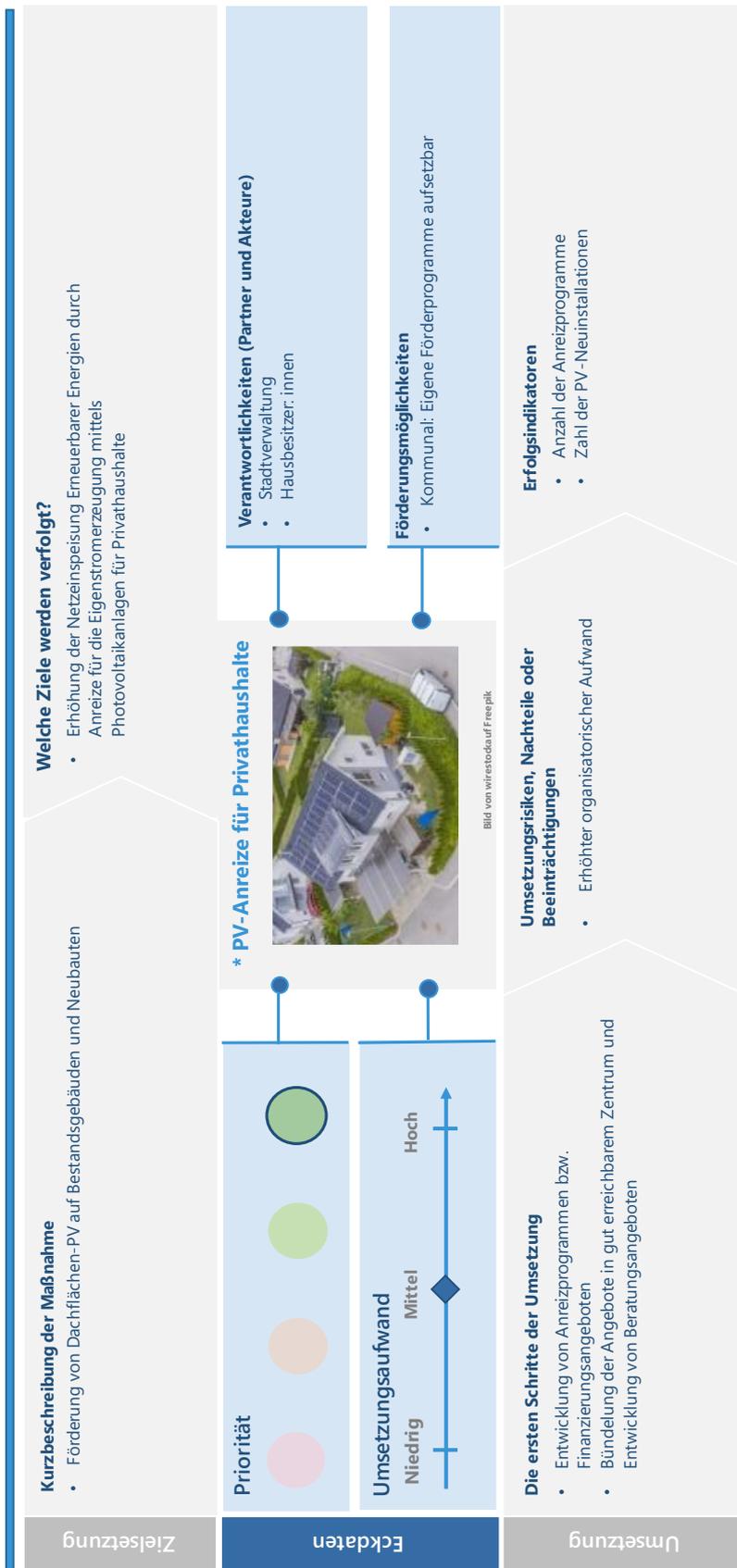


Abbildung A-32: Maßnahme Förderung von Dachflächen-PV für Privathaushalte

* Förderung von Balkonkraftwerken

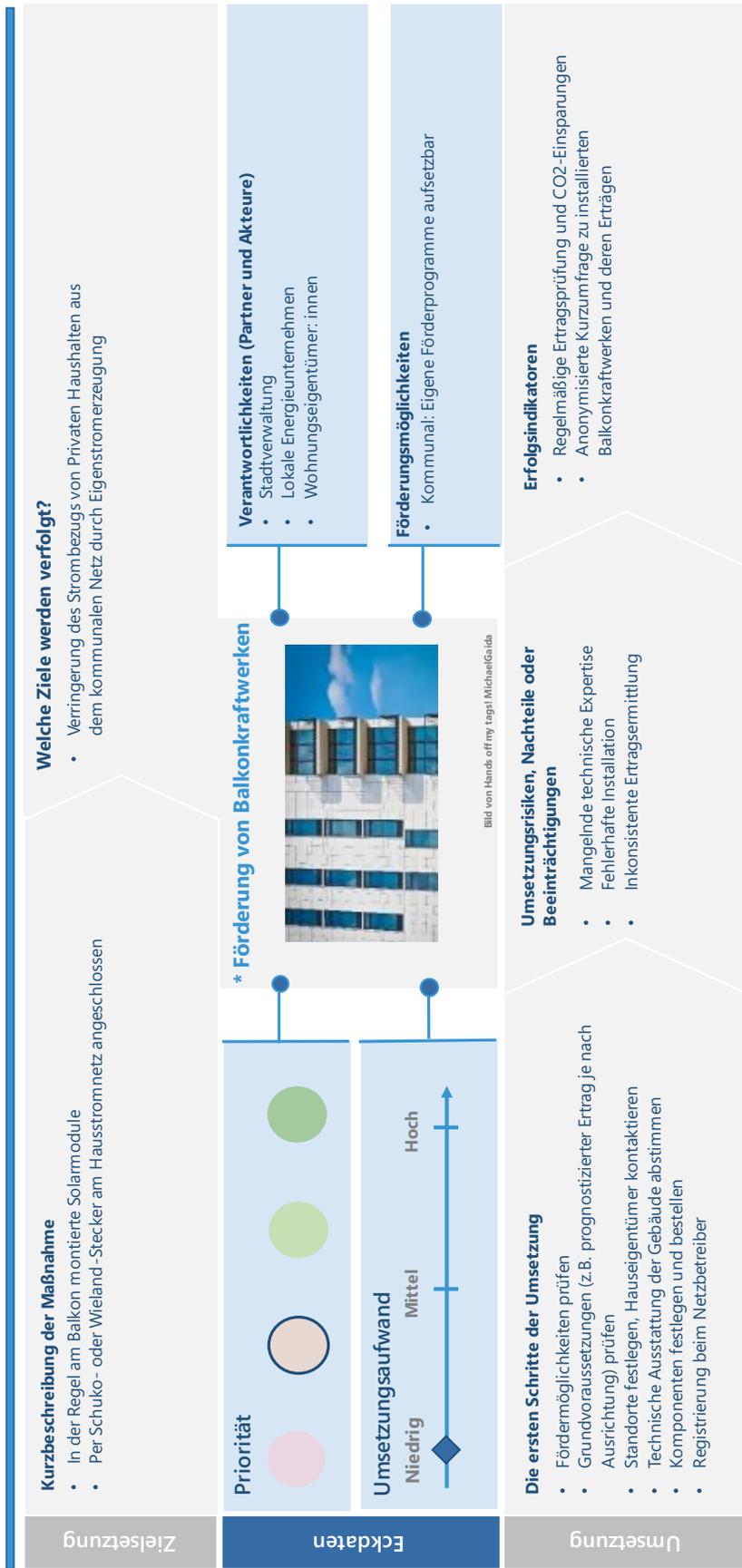


Abbildung A-33: Maßnahme Förderung von Balkonkraftwerken

* PV-Anlagen auf Straßenleuchten / iLamp mit WLAN

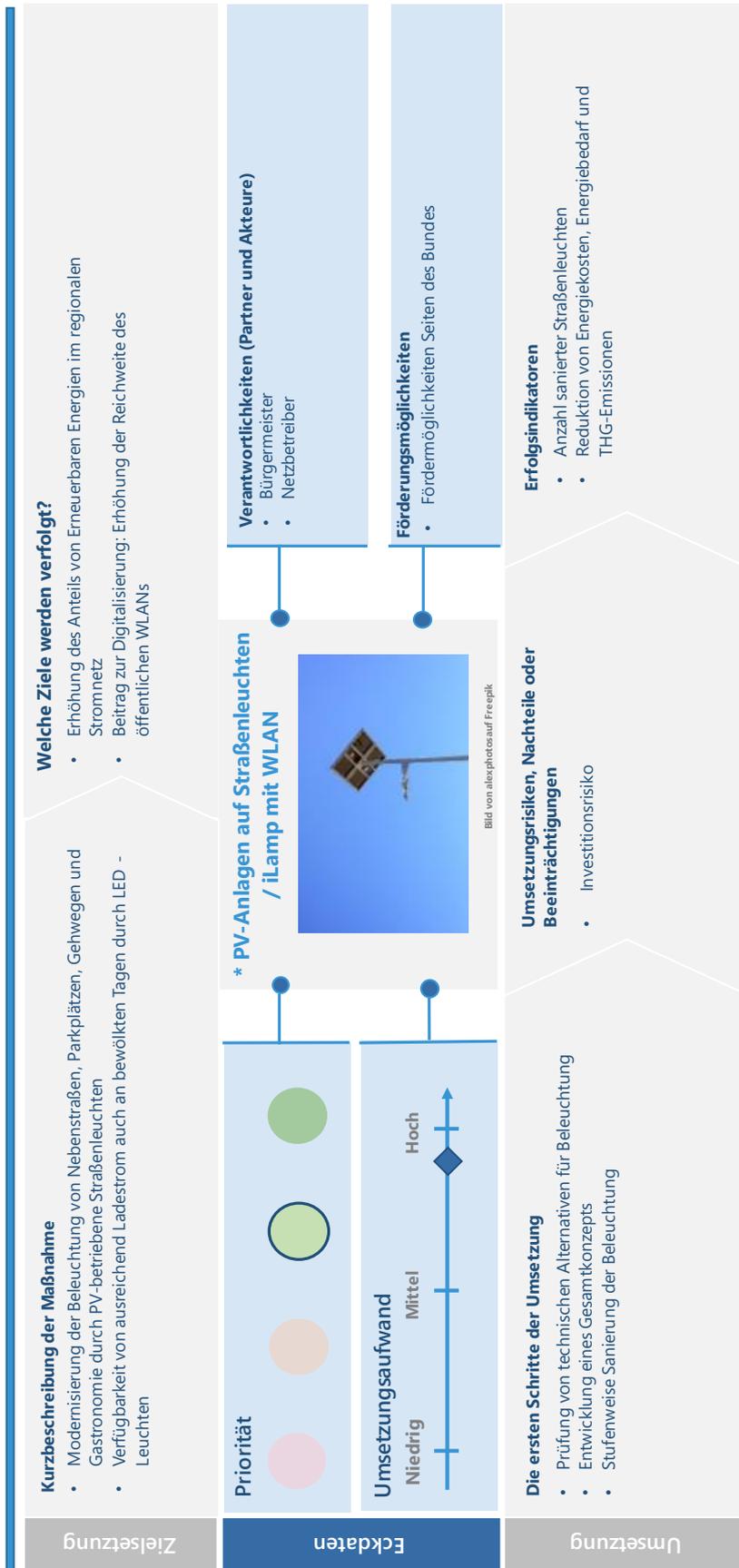


Abbildung A-34: Maßnahme PV-Anlagen auf Straßenleuchten / iLamp mit WLAN

Kommunale Wärmeplanung

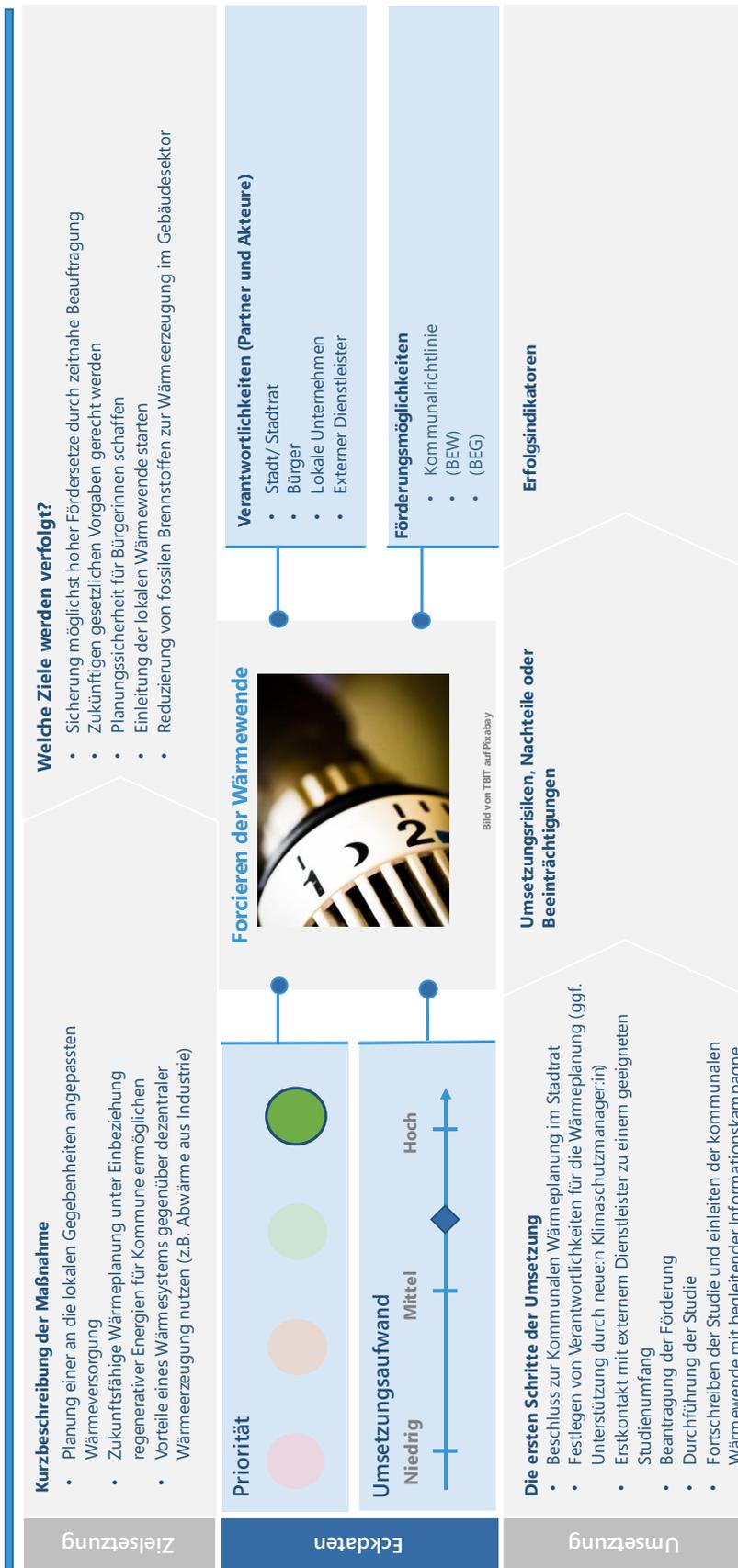


Abbildung A-35: Maßnahme Kommunale Wärmeplanung

Lokale Windkraft stärken

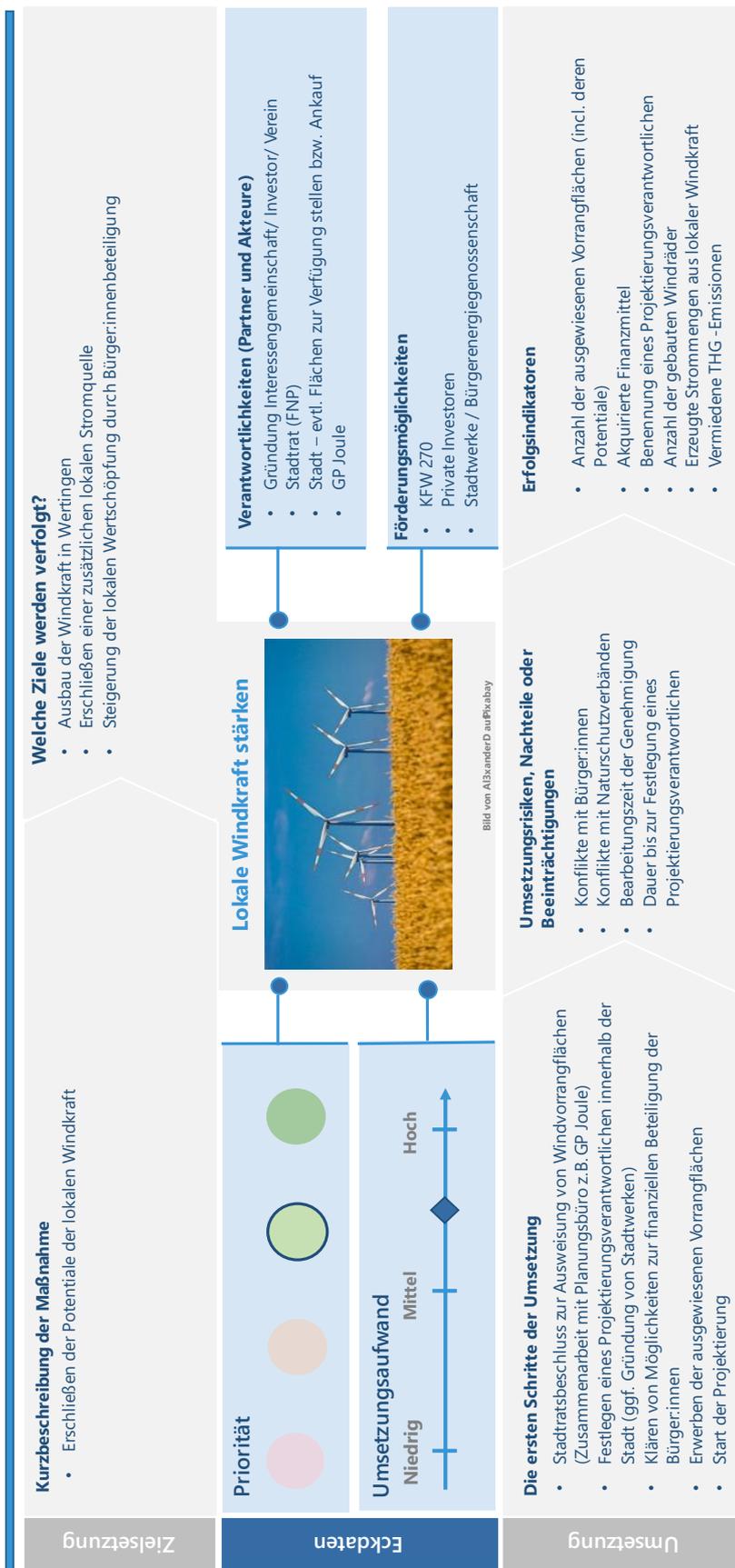


Abbildung A-36: Maßnahme Lokale Windkraft stärken

Gründung von Stadtwerken

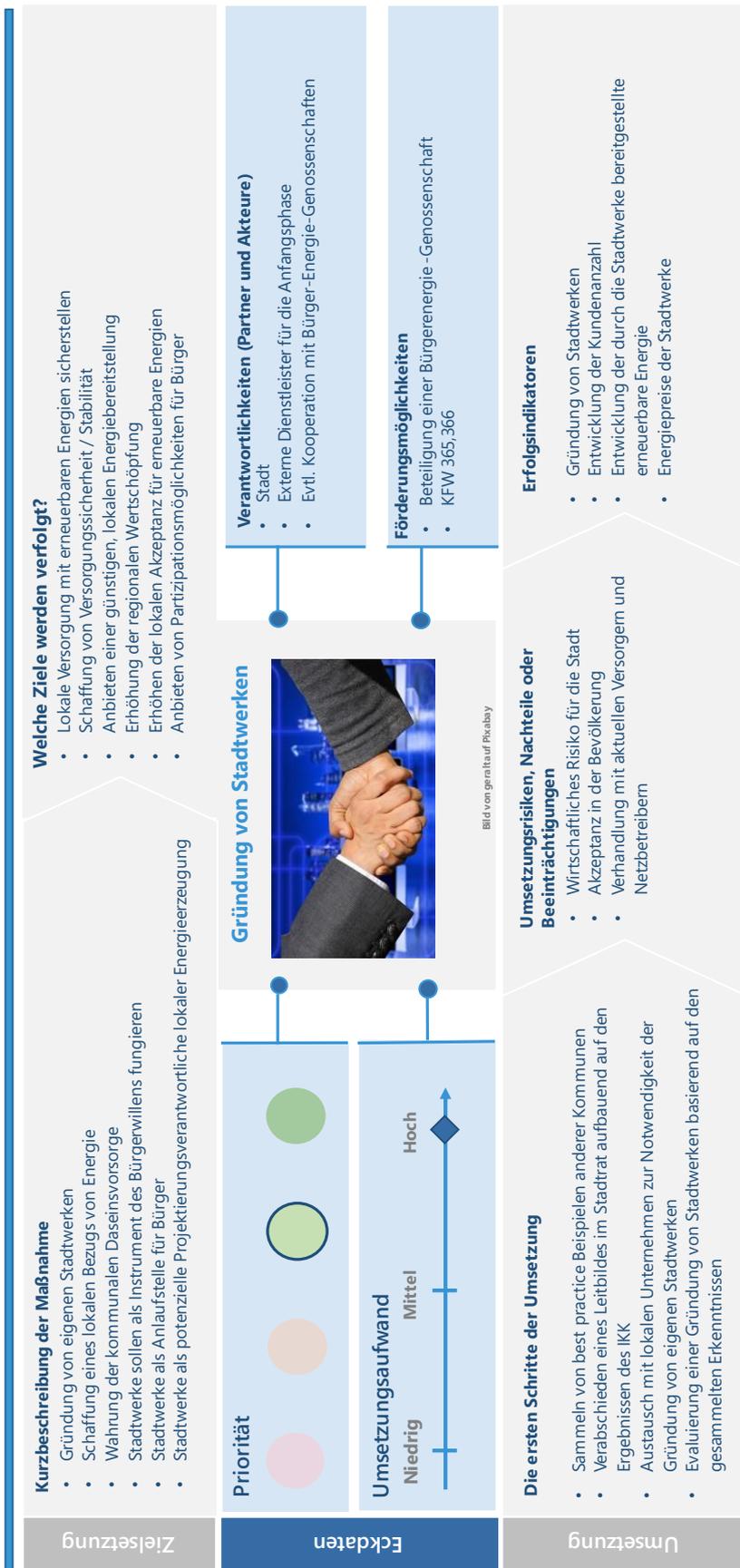


Abbildung A-37: Maßnahme Gründung von Stadtwerken

Lokale Biomasse Offensive

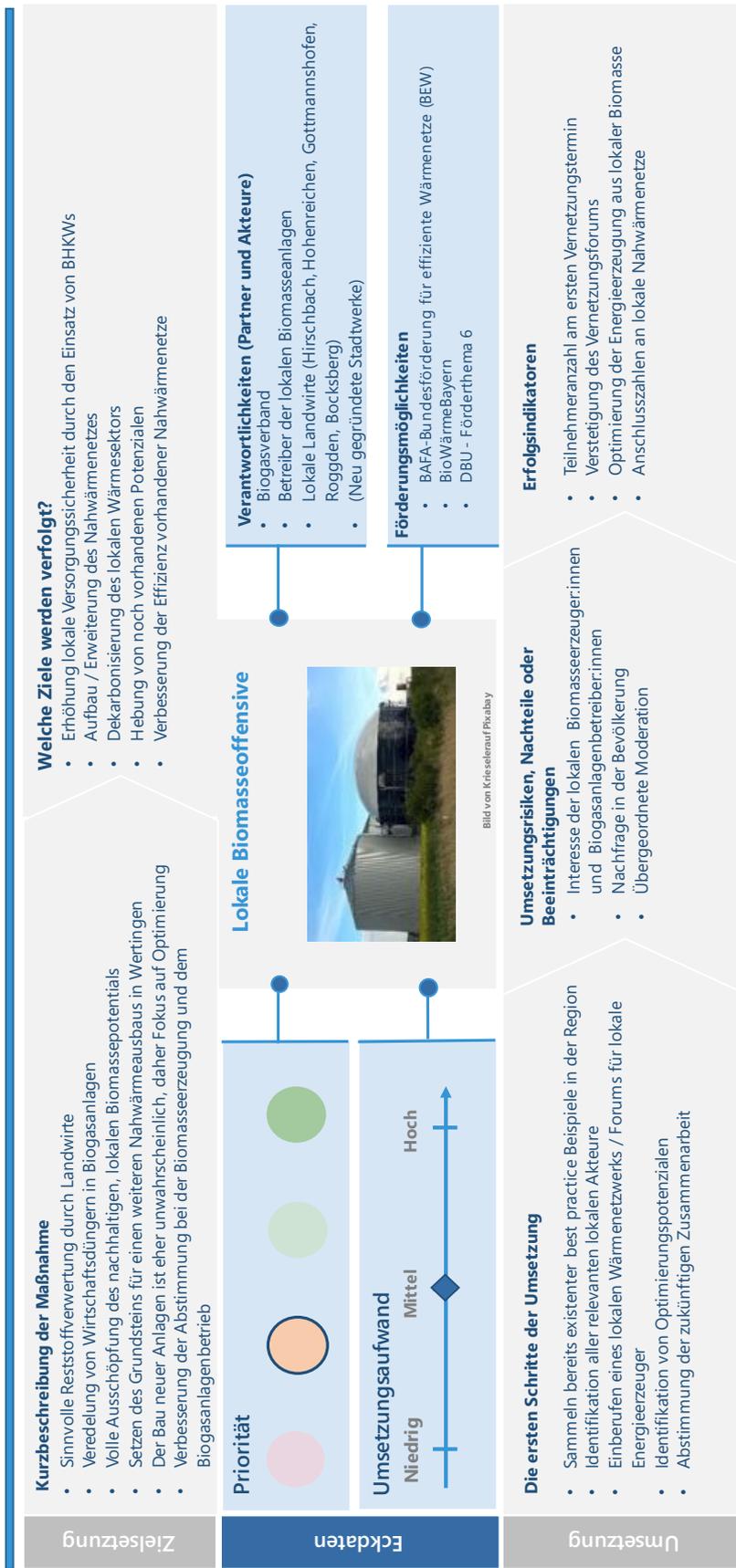


Abbildung A-38: Maßnahme Lokale Biomasse Offensive

Gaskessel-Leasing Initiative

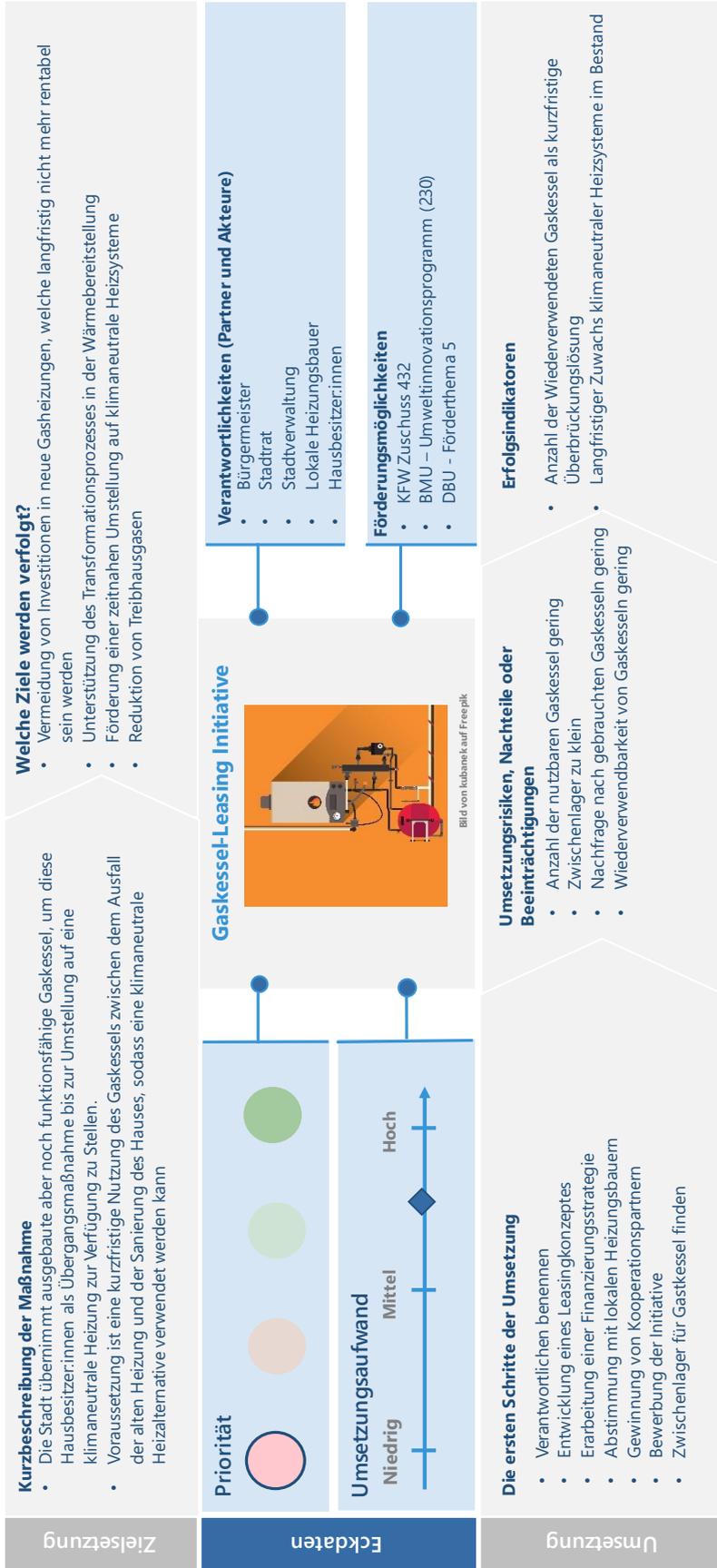


Abbildung A-39: Maßnahme Gaskessel-Leasing Initiative

A.9 Ausschnitt aus der Maßnahmentabelle im Excelformat

Thema	Ordnungsrecht (fordern)	Finanzierung (Fördern)	Flankieren (z.B. Vernetzung)	Information und Öffentlichkeitsarbeit	Technische Maßnahmen
Politische Maßnahmen und Grundsatzbeschlüsse			Schaffen eines Leitbildes Lokale Windkraft fördern		
Organisatorische Maßnahmen			Schaffen eines Leitbildes		
Kommune als Vorbild		Einführung eines Klimafonds	Schaffen eines Leitbildes	Schaffen eines Leitbildes Schaffen von Wettbewerb	
Kommunale Liegenschaften		Fifty-Fifty-Programm Einführen eines Klimafonds	Einführung eines Energiemanagements für die kommunalen Liegenschaften	Fifty-Fifty Programm Schaffen von Wettbewerb Informationskampagne Klimaschutz	Einführung eines Energiemanagements für Kommunale Liegenschaften Leuchtturmprojekt Innenstadt-PV
Private Haushalte				Informationskampagne Klimaschutz Leuchtturmprojekt Innenstadt-PV	
Gewerbe		Einführen eines Klimafonds Schaffung von Wettbewerb	Etablieren eines Unternehmerforums	Informationskampagne Klimaschutz Leuchtturmprojekt Innenstadt-PV Schaffung von Wettbewerb	
Industrie			Etablieren eines Unternehmerforums	Informationskampagne Klimaschutz	
Energieeffizientes Bauen und Sanieren, Siedlungsentwicklung			Bestandsgebäudeanalyse 100 Häuser Programm	Bestandsgebäudeanalyse 100 Häuser Programm	
Energieversorgung in kommunaler Hand		Forcieren der Wärmewende Gründung von Stadtwerken	Forcieren der Wärmewende Gründung von Stadtwerken		Forcieren der Wärmewende Gründung von Stadtwerken
Regenerative Energieerzeugung	lokale Windkraft fördern	Forcieren der Wärmewende Lokale Biomassennutzung voranbringen	Forcieren der Wärmewende Lokale Windkraft fördern	Lokale Windkraft fördern	Forcieren der Wärmewende Lokale Windkraft fördern Lokale Biomassennutzung voranbringen
Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung			Priorisierung der Maßnahmen aus Mobilitätskonzept Priorisierung der Maßnahmen aus Verkehrskonzept		
Förderung der Nahmobilität			Priorisierung der Maßnahmen aus Mobilitätskonzept Priorisierung der Maßnahmen aus Verkehrskonzept		
Mobilitätsmanagement		Schaffung einer Plattform für lokale Mitfahrgelegenheiten	Priorisierung der Maßnahmen aus Mobilitätskonzept Priorisierung der Maßnahmen aus Verkehrskonzept		Schaffung einer Plattform für lokale Mitfahrgelegenheiten
Alternative Antriebe/ Potenziale der Elektromobilität			Priorisierung der Maßnahmen aus Mobilitätskonzept Priorisierung der Maßnahmen aus Verkehrskonzept		
Städtischer Wirtschafts- und Güterverkehr			Priorisierung der Maßnahmen aus Mobilitätskonzept Priorisierung der Maßnahmen aus Verkehrskonzept		
Abfall			Datenanalyse Müll	Datenanalyse Müll	Datenanalyse Müll
Abwasser					
Landwirtschaft			Lokale Biomassennutzung voranbringen Ausweitung der Blühflächen Überwachung der Biodiversität	Lokale Biomassennutzung voranbringen Ausweitung der Blühflächen	Niedermoorflächen wieder vermässen
Suffizienz und Nachhaltigkeit	Neubaufächen umweltvertraglich Ausweisen		Tauschregal am Wertstoffhof Kritisches Hinterfragen von Graben- und Baumschnittarbeiten Überwachung der Biodiversität	Tauschregal am Wertstoffhof Überwachung der Biodiversität	
Ernährung					

Abbildung A-40: Einordnung der identifizierten Klimaschutzmaßnahmen

A.10 Umsetzungsplan der Maßnahmen

Tabelle A-12: Umsetzungsplan für die identifizierten Klimaschutzmaßnahmen

Maßnahmentitel	Kategorie	Priorität	Umsetzungs-aufwand	Maßnahme umgesetzt bis
Wertinger Energiesparwettbewerb	Energieeffizienz	hoch	eher niedrig	2025
Ausweitung der Blühflächen	Umwelt und Ressourcenschutz	hoch	eher niedrig	2025
Etablierung eines Klimaschutzmanagements	Umwelt und Ressourcenschutz	hoch	mittel	2025
Prüfen von Graben- und Baumschnittarbeiten	Umwelt und Ressourcenschutz	hoch	mittel	2025
Kommunale Wärmeplanung	Energieerzeugung	hoch	mittel	2030

Umweltverträgliche Flächennutzung	Umwelt und Ressourcenschutz	hoch	eher hoch	2030
Bestandsgebäudeanalyse	Energieeffizienz	hoch	hoch	2030
100 Häuser Programm	Energieeffizienz	hoch	hoch	2035
Renaturierung der Niedermoorflächen	Umwelt und Ressourcenschutz	hoch	hoch	2040
Wertinger Klimatag	Umwelt und Ressourcenschutz	eher hoch	niedrig	2025
* Vortragsreihe zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit	Umwelt und Ressourcenschutz	eher hoch	niedrig	2025
* Pflanzen von Bäumen	Umwelt und Ressourcenschutz	eher hoch	niedrig	2035
* Betriebszeitoptimierung der Straßenbeleuchtung	Energieeffizienz	ehe hoch	niedrig	2025
Wertinger Unternehmerforum	Energieeffizienz	eher hoch	eher niedrig	2030
Informationskampagne Klimaschutz	Umwelt und Ressourcenschutz	eher hoch	eher niedrig	2025
Leuchtturmprojekt Innenstadt PV	Energieerzeugung	eher hoch	mittel	2030
* PV-Anlagen auf Straßenleuchten/iLamp mit WLAN	Energieerzeugung	eher hoch	mittel	2030
Energiemanagement für kommunale Liegenschaften	Energieeffizienz	ehe hoch	mittel	2025
* Energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften	Energieeffizienz	ehe hoch	mittel	2035

