

FFE

Klimaschutzkonzept
Abschlussbericht
für die Stadt Oettingen i. Bay.



gefördert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



2023

Klimaschutzkonzept

für die Stadt Oettingen i. Bay.

Herausgeber:

Am Blütenanger 71, 80995 München
+49 (0) 89 158121-0

Mail: info@ffe.de

Web: www.ffe.de

Zwischenbericht zum Projekt:
Klimaschutzkonzept
für die Stadt Oettingen i. Bay.

Veröffentlicht am:

27.02.2023

FfE-Nummer:

StOett-01

Autor:innen:

Frank Veitengruber, M. Sc.
Konstantin Metzger, M. Sc.
Fabian Jetter, M. Sc.
Dr.-Ing. Serafin von Roon

Förderkennzeichen:

RvS-SG55.1-8704.6-3/49/6

Dank

Das integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept wurde unter Beteiligung vieler regionaler Akteure erstellt: Bürgerinnen und Bürger, Vertreter:innen von Verbänden und Vereinen, Vertreter 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.

RC20220131



gefördert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Inhalt

Abbildungen.....	3
Tabellen.....	6
1 Ausgangssituation	2
2 Methodik und Datenbasis.....	4
2.1 Vorgehensweise bei der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes	4
2.2 Datenbasis und Regionenmodell	6
3 Bestandsanalyse für Oettingen	8
3.1 Endenergiebilanz.....	9
3.1.1 Strom	10
3.1.2 Wärme.....	12
3.1.3 Mobilität.....	15
3.2 Treibhausgasbilanz.....	17
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.....	23
4.1.2 Solarenergie (Photovoltaik).....	24
4.2 Regenerative Wärmeerzeugung.....	25
4.2.1 Biomasse (Kraft-Wärme-Kopplung).....	28
4.2.2 Solarenergie (Solarthermie)	29
4.2.3 Geothermie (Wärmepumpen).....	29
5 Potenziale und Szenarien zur Reduktion der CO ₂ -Emissionen.....	31
5.1 Zukunftsszenarien.....	32
5.1.1 Entwicklungstendenzen im Referenzszenario	33
5.1.2 Entwicklungstendenzen im Klimaschutzszenario	35
5.2 Nutzungspotenziale aus Erneuerbaren Energien	36
5.2.1 Solarenergie	36
5.2.2 Biomasse.....	41
5.2.3 Windkraft.....	43
5.2.4 Wasserkraft	45
5.2.5 Geothermie.....	46
5.3 Szenarioergebnisse.....	49

5.3.1	Energieeinsparung und Energieeffizienz	49
5.3.2	Entwicklung des Stromsektors.....	51
5.3.3	Entwicklung des Wärmesektors	52
5.3.4	Entwicklung des Verkehrssektors	54
5.3.5	Entwicklung der Treibhausgasemissionen.....	55
6	Empfehlungen zu energie- und klimapolitischen Zielen	57
7	Klimaschutzmaßnahmen.....	60
7.1	Handlungsoptionen der Stadt.....	60
7.2	Maßnahmenentwicklung.....	61
7.3	Maßnahmenüberblick und Aufbereitung der Maßnahmen.....	61
8	Umsetzungs- und Kommunikationsstrategie	63
9	Verstetigungsstrategie.....	66
9.1	Zentrales Klimaschutzmanagement.....	66
9.2	Vernetzung relevanter Akteure.....	67
10	Controlling- und Evaluationskonzept.....	69
10.1	Parameter und Rahmenbedingungen für das Monitoring von Teilzielen	69
10.2	Rhythmus der Datenerhebung	72
	Literatur	73
A.	Anhang.....	76
A.1	Emissionsfaktoren zur THG-Bilanzierung	76
A.2	Indikatoren anhand der Szenarienanalyse.....	77
A.3	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für private Haushalten, Industrie, GHD und öffentliche Einrichtungen.....	79
A.4	Empfehlungen für Ziele der EEV-Entwicklung nach Sektoren	81
A.5	Empfehlungen für Ziele der THG-Entwicklung nach Sektoren	81
A.6	Leitbild für Energiewende und Klimaschutz	82
A.7	Maßnahmensteckbriefe	83
A.8	Ausschnitt aus der Maßnahmentabelle im Excelformat	124

Abbildungen

Abbildung 2-1: Der Energie-Dreisprung, /LFU-01 14/.....	4
Abbildung 2-2: Vorgehensweise bei der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes, eigene Darstellung nach /DIU-02 18P/.....	5
Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch 2020 im Stadtgebiet Oettingen i. Bay. nach Verbrauchssektoren, eigene Berechnung nach /NERGIE-01 20/, /EGSW-01 20/, /NIO-01 22/, /FFE-18 14/, /BLFS-01 22P/.....	9
Abbildung 3-2: Endenergieverbrauch 2020 im Stadtgebiet Oettingen i. Bay. nach Anwendungsarten, eigene Berechnung nach /NERGIE-01 20/, /EGSW-01 20/, /NIO-01 22/, /FFE-18 14/, /BLFS-01 22P/.....	10
Abbildung 3-3: Stromverbrauch (Endenergie) im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, eigene Darstellung.....	11
Abbildung 3-4: Wärmeverbrauch (Endenergie) im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, eigene Darstellung.....	13
Abbildung 3-5: Wärmeverbrauch (Endenergie) im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, eigene Darstellung.....	14
Abbildung 3-6: Entwicklung der Pendlerströme in Oettingen /DDU-01 20P/.....	15
Abbildung 3-7: Kraftstoffverbrauch (Endenergie) im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, eigene Darstellung.....	16
Abbildung 3-8: Treibhausgasemissionen nach Verbrauchssektoren für Oettingen, eigene Darstellung und Berechnung nach /IIF-01 21P/.....	18
Abbildung 3-9: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsarten und des Wärmeverbrauchs für Oettingen, eigene Darstellung und Berechnung nach /IIF-01 21P/.....	19
Abbildung 3-10: Treibhausgasemissionen in Oettingen 2020 und der Beitrag der lokalen Stromversorgung, eigene Darstellung und Berechnung nach /IFEU-02 19/.....	21
Abbildung 4-1: Erneuerbare Stromerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2020 in Oettingen, nach /NERGIE-01 20/.....	22
Abbildung 4-2: Deckungsbeitrag der erneuerbaren Stromerzeugung am Stromverbrauch in Oettingen im Jahr 2020, eigene Darstellung und Berechnung nach /IFEU-02 19/.....	23
Abbildung 4-3: Stromerzeugung aus Biomasse 2021 in Deutschland /FNR-01 21P/.....	24
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 2020 in Oettingen, nach /EGSW-01 20/, /NIO-01 22/, /FFE-18 14/.....	26
Abbildung 4-6: Anteil der Energieträger zur erneuerbaren Wärmeerzeugung im Jahr 2020 in Oettingen, nach /NIO-01 22/, /FFE-18 14/.....	27
Abbildung 4-7: Anzahl BAFA-geförderter Anlagen für Oettingen im Zeitraum 2008-2020 /BAFA-04 22P/	27
Abbildung 4-8: Installierte Leistung bzw. Fläche BAFA-geförderter Anlagen für Oettingen im Zeitraum 2008-2020 /BAFA-04 22P/.....	28

Abbildung 5-1: Abgrenzung des Potenzialbegriffs nach /FFE-05 17/	31
Abbildung 5-2: Übersicht der Zukunftsszenarien für Strom, Wärme und Verkehr (Quelle: creativeart & wirestock/freepic.com).....	32
Abbildung 5-3: Dachflächenpotenzial zur Solarenergienutzung in Oettingen	37
Abbildung 5-4: Raumwiderstand gegenüber Freiflächenphotovoltaik in der Gemeinde Oettingen in Bayern	39
Abbildung 5-5: Flächennutzung und Bioenergieanlagen im Stadtgebiet Oettingen i. Bay.	41
Abbildung 5-6: Potenzial zur Wärmebereitstellung mittels Biomasse, eigene Berechnungen	43
Abbildung 5-7: Windeignungsflächen im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen, /DWD-02 12/, /RPVA-01 06/, /STMUV-01 13/	44
Abbildung 5-8: Sichtbezugsanalyse für Windkraftanlagen im Nördlinger Ries, /RPVA-01 13/	45
Abbildung 5-9: Günstige Gebiete zur Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern, Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern (Stand 2022) /BVL-01 22P/	46
Abbildung 5-10: Ermittlung von Abständen zwischen Standorten für Luftwärmepumpen und Nachbarwohngebäuden, eigene Darstellung und Berechnungen	47
Abbildung 5-11: Wärmebedarf des Wohngebäudebestands in Oettingen i. Bay /FFE-65 22/	48
Abbildung 5-12: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (Strom, Wärme und Verkehr) in den zwei Zukunftsszenarien bis 2040	49
Abbildung 5-13: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in den zwei Zukunftsszenarien bis 2040	50
Abbildung 5-14: Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren in zwei Zukunftsszenarien	51
Abbildung 5-15: Deckungsbeitrag der Stromerzeugung aus Erneuerbarer Energien	52
Abbildung 5-16: Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Sektoren in zwei Zukunftsszenarien	52
Abbildung 5-17: Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Energieträgern in zwei Zukunftsszenarien	53
Abbildung 5-18: Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors in den zwei Zukunftsszenarien	54
Abbildung 5-19: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in den zwei Zukunftsszenarien	55
Abbildung 5-20: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in den zwei Zukunftsszenarien nach Sektoren	56
Abbildung 6-1: THG-Reduktionsziele gegenüber 2040.....	57
Abbildung 6-2: Ausbau der solaren Stromerzeugung gegenüber 2020	57
Abbildung 6-3: Reduktion der fossilen Energieträger gegenüber 2020	58
Abbildung 6-4: Anstieg des Anteils der Elektromobilität am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor	58

Abbildung 6-5: Maßnahmenbausteine zur Erreichung der Klimaschutzziele für Oettingen pro Monat und bis 2040	58
Abbildung 7-1: Pyramide der Handlungsoptionen der Stadt, eigene Darstellung	60
Abbildung 9-1: Möglichkeit zur Eigenfinanzierung von Klimaschutzmaßnahmen – stadtinternes Contracting /DIU-02 18P/	67
Abbildung 9-2: Verstetigungsprozess in Oettingen	68
Abbildung A-1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für die privaten Haushalte	79
Abbildung A-2: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für die Industrie	79
Abbildung A-3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für Gewerbe, Handel & Dienstleistungen	80
Abbildung A-4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für öffentliche Einrichtungen.....	80
Abbildung A-5: Leitbild für Energiewende und Klimaschutz in Oettingen	82

Tabellen

Tabelle 3-1:	Energieeinheiten und Umrechnung, eigene Darstellung	8
Tabelle 3-2:	Indikatorenvergleich für Strom	12
Tabelle 3-3:	Indikatorenvergleich für Wärme.....	15
Tabelle 3-4:	Übersicht der Emissionsfaktoren	17
Tabelle 4-1:	Anzahl und installierte Leistung der Anlagen zur erneuerbaren Strom- erzeugung in Oettingen (EEG-vergütete Anlagen) /NERGIE-01 20/, /BNETZA-14 22/	22
Tabelle 5-1:	Übersicht der Modelleingangsparameter für die untersuchten Szenarien	34
Tabelle 5-2:	Flächenkriterien zur Bestimmung des Raumwiderstands.....	38
Tabelle 5-3:	Potenzielle Fläche für Freiflächenphotovoltaik nach Raumwiderstandsklassen 40	
Tabelle 7-1:	Übersicht des Maßnahmenkatalogs für Oettingen.....	62
Tabelle A-1:	Indikatorenvergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs bis 2040 (Referenzszenario)	77
Tabelle A-2:	Indikatorenvergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs bis 2040 (Klimaschutzszenario)	77
Tabelle A-3:	Indikatorenvergleich der spezifischen Strombedarfsentwicklung bis 2040 (Referenzszenario)	77
Tabelle A-4:	Indikatorenvergleich der spezifischen Strombedarfsentwicklung bis 2040 (Klimaschutzszenario)	77
Tabelle A-5:	Indikatorenvergleich der spezifischen Wärmebedarfsentwicklung bis 2040 (Referenzszenario)	78
Tabelle A-6:	Indikatorenvergleich der spezifischen Wärmebedarfsentwicklung bis 2040 (Klimaschutzszenario)	78
Tabelle A-7:	Indikatorenvergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen bis 2040 (Referenzszenario)	78
Tabelle A-8:	Indikatorenvergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen bis 2040 (Klimaschutzszenario)	78

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 CO₂-neutralen Energieerzeugung verbunden.

In diesem Zusammenhang hat die Stadt Oettingen i. Bay. 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 Maßnahmen in einem Katalog zusammengefasst und deren Ziele und Umsetzungsnotwendigkeiten beschrieben.

Kurzcharakteristik

Die Stadt Oettingen liegt im Norden des bayerischen Regierungsbezirks Schwaben. Das bayerische Landesentwicklungsprogramm verortet Oettingen im allgemeinen ländlichen Raum, wobei die nächstgelegenen Oberzentren Nördlingen und Donauwörth 15 bzw. 35 km entfernt sind. Das Stadtgebiet von ca. 34,2 km² Fläche erstreckt sich entlang der Wörnitz am nördlichen Rand des Nördlinger Rieskraters in Höhenlagen von 410 bis 500 m ü. NHN. Die Stadtgemeinde zählt ca. 5.200 Einwohner und besteht aus der Kernstadt Oettingen, den umliegenden Dörfern Erlbach, Niederhofen, Lehmingen, Nittingen und Heuberg sowie einigen Weilern und Einöden. Oettingen ist darüber hinaus Sitz der Verwaltungsgemeinschaft Oettingen mit insgesamt ca. 11.000 Einwohnern, zu der die Gemeinden Auhausen, Ehingen a. Ries, Hainsfarth, Megesheim und Munningen gehören.

Das Siedlungsgebiet der Oettinger Kernstadt gliedert sich in die historische Altstadt (ca. 13 ha) sowie daran anschließende, vorrangig im 19. und 20. Jahrhundert entstandene Wohn-, Gewerbe und Industriegebiete. Die überbaute Siedlungsfläche weist eine Größe von insgesamt ca. 3,7 km² auf.

Bisherige Aktivität der Stadt

In Oettingen 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. Dies sind exemplarisch:

- Umstellung der Stadtbeleuchtung auf LED
- Inbetriebnahme von Nahwärmenetzen in den Ortsteilen Lehmingen und Niederhofen
- Anschluss städtischer und weiterer öffentlicher Gebäude an das Nahwärmenetz in Oettingen (Grund- und Mittelschule, Turnhalle, Rathaus, Albrecht-Ernst-Gymnasium, St.-Franziskus-Kindergarten, Donau-Ries-Klinik Oettingen)

- Gründung des Arbeitskreises für Nachhaltigkeit & Klimaschutz mit vier inhaltlichen Schwerpunkten (Natur, Energie, bewusst und nachhaltig konsumieren sowie Bildung & Öffentlichkeitsarbeit) in 2020

2 Methodik und Datenbasis

Die Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE) wurde mit der Erstellung des Klimaschutzkonzepts für die Stadt Oettingen i. Bay. beauftragt. Das vorliegende Konzept wurde nach den Richtlinien zum Umwelt-Förderschwerpunkt „Klimaschutz in Kommunen“ im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (Förderrichtlinien Kommunaler Klimaschutz – KommKlimaFör) /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.



Abbildung 2-1: Der Energie-Dreisprung, /LFU-01 14/

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.

Zusätzlich werden die öffentlichen Liegenschaften gesondert betrachtet, um konkrete Handlungsmöglichkeiten der Stadt aufzuzeigen und damit eine Vorbildfunktion zu bewirken.

(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 Ausbaus 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.

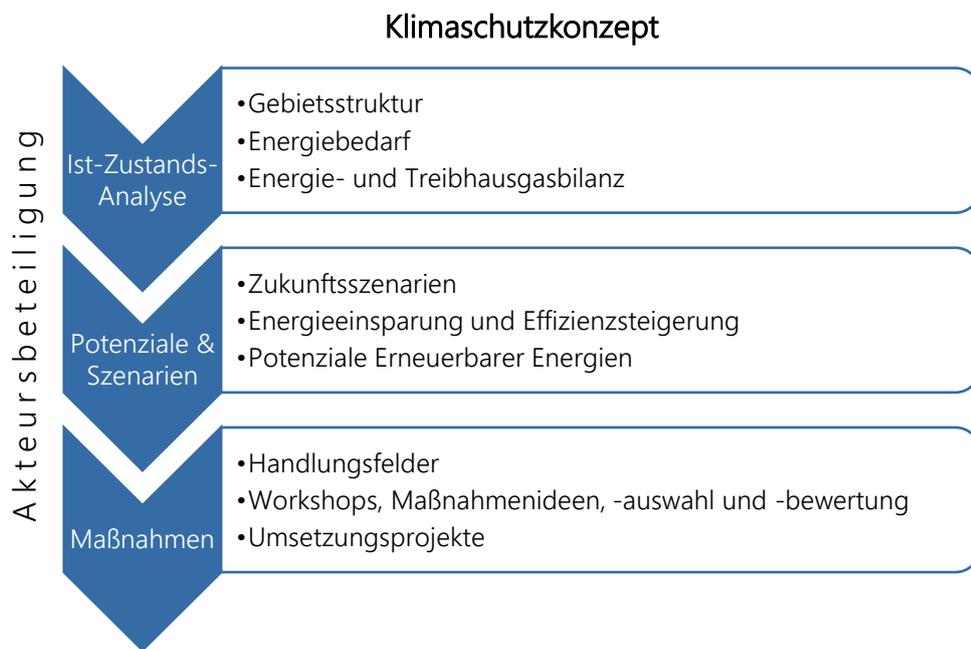


Abbildung 2-2: Vorgehensweise bei der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes, eigene Darstellung nach /DIU-02 18P/

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

darauf rückschließen zu können. Für die Ermittlung der Wärmebedarfsdichte ist z. B. neben der Besiedlungsdichte und den Gebäudestrukturen auch die Kenntnis von Erwerbstätigenzahlen in unterschiedlicher regionaler Tiefe bis auf Gemeinde- oder Siedlungsebene notwendig.

Das Regionenmodell mit seiner statistischen Datenbasis kann ergänzend für die Ist-Zustands- und Potenzial-Analyse dienen und mögliche Datenlücken füllen.

3 Bestandsanalyse für Oettingen

Die Untersuchung des energetischen Ist-Zustandes der Stadt Oettingen i. Bay. 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 Oettingen im Jahr 2020 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):

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 GW = 1.000 MW = 1.000.000 kW			
1 GWh = 1.000 MWh = 1.000.000 kWh			

Die installierte Leistung ist 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

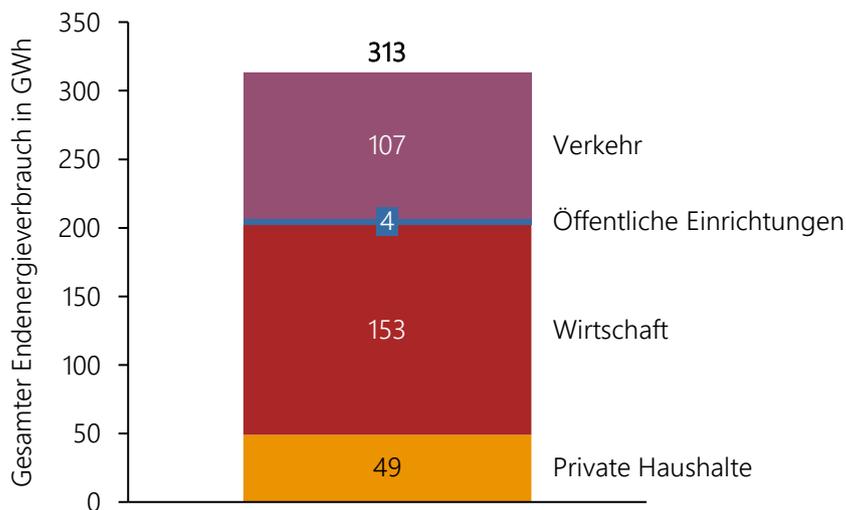


Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch 2020 im Stadtgebiet Oettingen i. Bay. nach Verbrauchssektoren, eigene Berechnung nach /NERGIE-01 20/, /EGSW-01 20/, /NIO-01 22/, /FFE-18 14/, /BLFS-01 22P/

Insgesamt lag der Gesamtendenergieverbrauch der Stadt Oettingen im Jahr 2020 bei knapp 313 GWh. Hierbei entfällt auf den Wirtschafts- und Verkehrssektor mit über 80 % der größte Anteil, gefolgt vom Sektor der privaten Haushalte mit über 15 % 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 nachgehalten.

Insgesamt betrug der gesamte Endenergieverbrauch im Stadtgebiet Oettingen für das Jahr 2020 rund 313 GWh, davon waren:		
Private Haushalte:	49 GWh	16 %
Wirtschaft:	153 GWh	49 %
Öffentliche Einrichtungen:	4 GWh	1 %
Verkehr:	107 GWh	34 %

Endenergieverbrauch nach Anwendungsarten

Die Unterteilung des Endenergieverbrauchs auf die Anwendungsarten Strom, Wärme und den Kraftstoffverbrauch durch den Verkehrssektor wird in Abbildung 3-2 dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass der Stromverbrauch dabei mit 18 % einen deutlich geringeren Anteil im

Vergleich zum Wärmeverbrauch einnimmt und dass die Mobilität über ein Drittel des Endenergieverbrauchs verursacht.

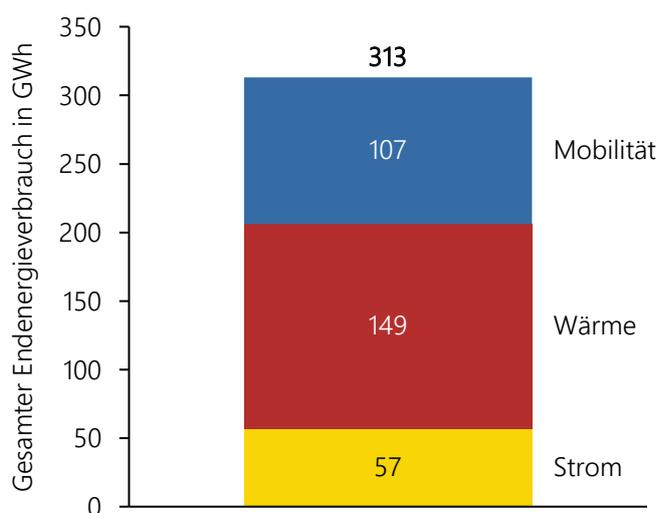


Abbildung 3-2: Endenergieverbrauch 2020 im Stadtgebiet Oettingen i. Bay. nach Anwendungsarten, eigene Berechnung nach /NERGIE-01 20/, /EGSW-01 20/, /NIO-01 22/, /FFE-18 14/, /BLFS-01 22P/

Im Jahr 2020 lag der Endenergieverbrauch des Stadtgebiets Oettingen bei insgesamt 313 GWh, der sich folgendermaßen aufteilt:

Stromverbrauch:	57 GWh	18 %
Wärmeverbrauch:	149 GWh	48 %
Kraftstoffverbrauch (Mobilität):	107 GWh	34 %

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 Oettingen näher betrachtet.

Datenbasis und Datenaufbereitung

Oettingen i. Bay. wird von den folgenden zwei Stromnetzbetreibern versorgt:

- N-ERGIE Netz GmbH
- EnBW Ostwürttemberg DonauRies AG (ODR)

Von beiden Netzbetreibern wurden Daten zu Stromverbrauch und Stromerzeugung abgefragt. Um eine Aggregation für das Stadtgebiet zu ermöglichen, wurden die Daten vereinheitlicht und aufbereitet. Aufgrund der unterschiedlichen Aufteilung der Kundengruppen bei den beiden Netzbetreibern konnten letztlich zwei Gruppen eindeutig identifiziert werden:

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

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

Stromverbrauch nach Sektoren

Nachfolgende Abbildung 3-3 zeigt den Stromverbrauch im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, jeweils aufgeteilt nach den Kundengruppen PHH, Wirtschaft (Industrie und GHD) sowie öffentliche Einrichtungen. Es wird deutlich, dass die Industrie mit rund 80 % der weitaus größte Stromverbraucher in Oettingen ist. Der Rest verteilt sich anteilig auf die PHH mit ca. 11 %, den GHD-Sektor mit rund 7 % und zu einem vergleichsweise geringen Anteil auf die öffentlichen Einrichtungen mit ca. 2 %. Heizstrom für Wärmepumpen oder Strom für Elektromobilität wird bilanziell als Endenergieverbrauch dem Wärme- bzw. Mobilitätssektor zugeordnet und ist an dieser Stelle nicht enthalten.

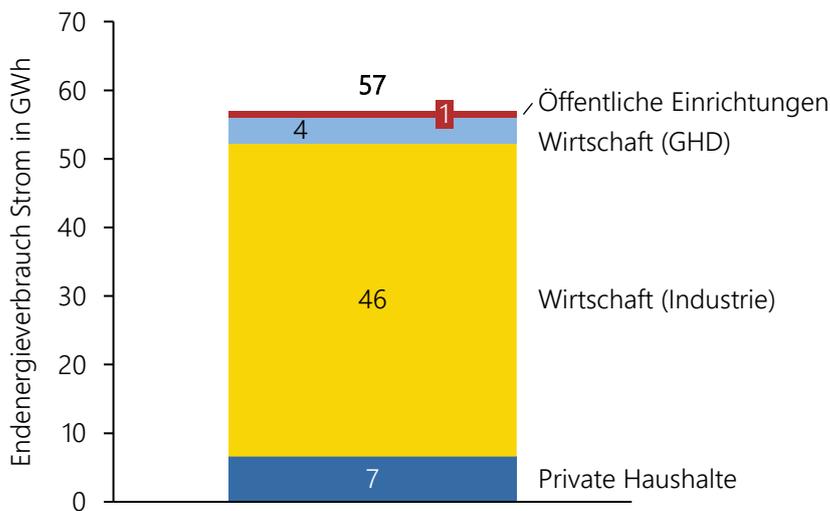


Abbildung 3-3: Stromverbrauch (Endenergie) im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, eigene Darstellung

Insgesamt betrug der Stromverbrauch im Stadtgebiet Oettingen für das Jahr 2020 rund 57 GWh, davon waren:		
Private Haushalte:	7 GWh	11 %
Wirtschaft (Industrie):	46 GWh	80 %
Wirtschaft (GHD):	4 GWh	7 %
Öffentliche Einrichtungen:	1 GWh	2 %

Indikatorenvergleich

Im Benchmarking zeigt sich, dass insbesondere der Stromverbrauch der privaten Haushalte mit 1.267 kWh pro Einwohner unter dem Regionendurchschnitt des Landkreises, Bayerns und sogar Deutschlands liegt. Dem gegenüber zeigt sich für den Stromverbrauch der Wirtschaft pro sozialversicherungspflichtig beschäftigter Person mit 15.036 kWh ein größerer spezifischer Stromverbrauch als im Regionenvergleich. Dies ist strukturbedingt auf den verhältnismäßig großen Wirtschaftssektor in Oettingen zurückzuführen. Tabelle 3-2 zeigt zusammenfassend die Kennzahlen des Indikatorenvergleichs für Strom. Der Anteil der Erneuerbaren Energien an

der regionalen Stromerzeugung hingegen liegt mit 56 % über dem bayerischen und deutschen Durchschnitt.

Tabelle 3-2: Indikatorenvergleich für Strom

Kennzahlen Strom	Oettingen	LK Donau-Ries ¹	Bayern ²	Deutschland ³
Jahr	2020	2020	2020	2020
Einwohner (Stichtag 31.12.) ⁴	5.205	134.324	13.140.183	83.155.031
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Stichtag 30.06.) ⁵	3.287	63.342	5.718.874	33.700.284
Stromverbrauch	57 GWh	917 GWh	76.401 GWh	485.027 GWh
- davon Private Haushalte	7 GWh	217 GWh	19.257 GWh	128.003 GWh
- davon Wirtschaft	49 GWh	700 GWh	54.866 GWh	341.953 GWh
Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch	56%	100%	51%	45%
Stromverbrauch pro Einwohner	10.953 kWh	6.826 kWh	5.814 kWh	5.833 kWh
Stromverbrauch Privater Haushalte pro Einwohner	1.267 kWh	1.619 kWh	1.466 kWh	1.539 kWh
Stromverbrauch Wirtschaft pro Soz.vers.pfl. Besch.	15.036 kWh	11.043 kWh	9.594 kWh	10.147 kWh

Quellen: 1) Veitengruber, Frank, von Roon Serafin (2021): Energiedaten-Update für den Landkreis Donau-Ries 2) Bayerisches Landesamt für Statistik 3) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Energiedaten: Gesamtausgabe 4) Bayerisches Landesamt für Statistik und Statistisches Bundesamt 5) Bayerisches Landesamt für Statistik, IHK Schwaben und Statistisches Bundesamt

3.1.2 Wärme

Nach dem Stromverbrauch wird im Folgenden der endenergetische Wärmeverbrauch näher untersucht. Dieser ist im Stadtgebiet Oettingen um den Faktor 2,6 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.

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 Oettingen abgefragt:

- Erdgas: Gasnetzbetreiber Erdgas Schwaben GmbH
- Flüssiggas: Erhebung der Stadt Oettingen für öffentliche Liegenschaften anhand von Abrechnungen
- Heizölverbrauch, Kaminkehrerinnung Schwaben / Daten des jährlichen
Feuerstätten: Energiedatenmonitorings für den Landkreis Donau-Ries
- Holznutzung: Waldbesitzervereinigung, Amt für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten Nördlingen
- Biogasanlagen: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen,
Anlagen-/Nahwärmenetzbetreiber in Oettingen

- Heizstrom: Stromnetzbetreiber
- Solarthermie, Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle (BAFA) /
Wärmepumpen, Daten des jährlichen Energiedatenmonitorings für den
Pellet/Scheitholz, Landkreis Donau-Ries
Hackschnitzel:

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 Oettingen für eigene Liegenschaften den PHH, der Industrie, dem verarbeitenden Gewerbe sowie den öffentlichen Einrichtungen zugeordnet werden. Für Wärmeverbräuche aus Heizöl, energetischer Holznutzung sowie Solarthermie konnte von den angefragten Stellen keine Auskunft erteilt werden. Aus diesem Grund wurden die Wärmeverbräuche dieser Energieträger über ihren im Energienutzungsplan des Landkreises Donau-Ries ermittelten Anteil am Gesamtwärmeverbrauch für Oettingen berechnet und anhand des aktuellen Gasverbrauchs skaliert. Die Aufteilung auf die Sektoren der PHH und Wirtschaft (Industrie & GHD) erfolgt anschließend über den Verteilungsschlüssel, der sich anhand der Energiebilanz für Deutschland ergibt /AGEB-06 21/. 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 3-4 dargestellt.

Insgesamt zeigt sich, dass rund 60 % des Gesamtwärmeverbrauchs auf die ortsansässige Industrie entfällt, rund 27 % auf private Haushalte, 12 % auf den GHD-Sektor und ca. 1 % auf öffentliche Einrichtungen.

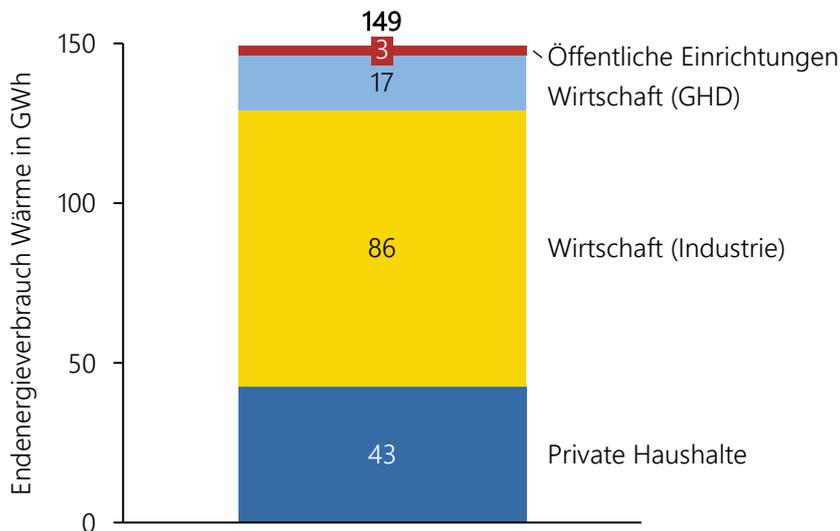


Abbildung 3-4: Wärmeverbrauch (Endenergie) im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, eigene Darstellung

Insgesamt betrug der Wärmeverbrauch im Stadtgebiet Oettingen für das Jahr 2020 rund 149 GWh, davon waren:

Private Haushalte:	43 GWh	27 %
Wirtschaft (Industrie):	86 GWh	60 %
Wirtschaft (GHD):	17 GWh	12 %
Öffentliche Einrichtungen:	3 GWh	1 %

Wärmeverbrauch nach Energieträgern

Auf Basis der genannten Quelldaten konnte folgende Auswertung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Energieträgern ermittelt werden (vgl. Abbildung 3-5). Knapp 80 % 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 16 %. Der Anteil am Endenergieverbrauch von Wärme, der aus Solarthermie und Wärmepumpen bereitgestellt wird, ist unter „Sonstige“ zusammengefasst und im Jahr 2020 mit knapp 1 % verschwindend gering.

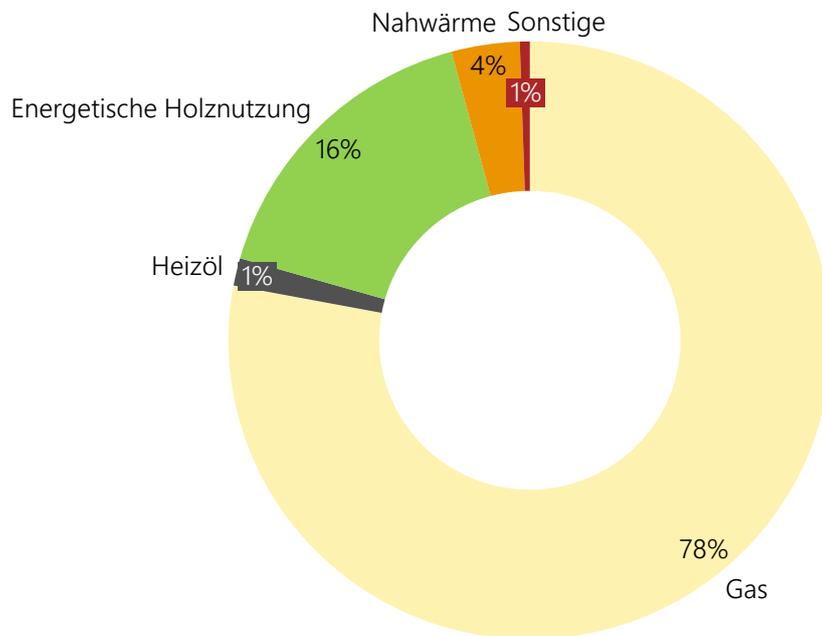


Abbildung 3-5: Wärmeverbrauch (Endenergie) im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, eigene Darstellung

Indikatorenvergleich

Im Benchmarking zeigt sich, dass Wärmeverbrauch mit rund 28.700 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 8.169 kWh pro Einwohner leicht unter dem des Landkreises, jedoch über dem Mittelwert für Bayern und Deutschland. Der Anteil an Wärmeerzeugung durch

Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch liegt mit rund 21 % über dem Landkreis- und Deutschlandmittel im Regionenvergleich. Dennoch ist der Anteil im Vergleich zu erneuerbar erzeugtem Strom deutlich geringer und zeigt Handlungsbedarf auf.

Tabelle 3-3: Indikatorenvergleich für Wärme

Kennzahlen Wärme	Oettingen	LK Donau-Ries ¹	Bayern ²	Deutschland ³
Jahr	2020	2020	2020	2020
Einwohner (Stichtag 31.12.) ⁴	5.205	134.324	13.140.183	83.155.031
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Stichtag 30.06.) ⁵	3.287	63.342	5.718.874	33.700.284
Wärmeverbrauch	149 GWh	2.938 GWh	199.528 GWh	1.227.861 GWh
- davon Private Haushalte	43 GWh	1.154 GWh	104.653 GWh	539.189 GWh
- davon Wirtschaft	104 GWh	1.773 GWh	94.875 GWh	688.672 GWh
Anteil Erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch	21%	19%	25%	15%
Wärmeverbrauch pro Einwohner	28.686 kWh	21.874 kWh	15.185 kWh	14.766 kWh
Wärmeverbrauch Privater Haushalte pro Einwohner	8.169 kWh	8.595 kWh	7.964 kWh	6.484 kWh
Wärmeverbrauch Wirtschaft pro Soz.vers.pfl. Besch.	31.546 kWh	27.998 kWh	16.590 kWh	20.435 kWh

Quellen: 1) Veitengruber, Frank, von Roon Serafin (2021): Energiedaten-Update für den Landkreis Donau-Ries 2) Bayerisches Landesamt für Statistik 3) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Energiedaten: Gesamtausgabe 4) Bayerisches Landesamt für Statistik und Statistisches Bundesamt 5) Bayerisches Landesamt für Statistik, IHK Schwaben und Statistisches Bundesamt

3.1.3 Mobilität

Neben den Anwendungsbereichen Strom und Wärme entfallen rund 34 % des Endenergieverbrauchs auf den Verkehrssektor (vgl. Abbildung 3-1). Nachstehende Abbildung 3-6 zeigt die Entwicklung der Pendlerströme in Oettingen über die letzten 10 Jahre auf. Dabei wird deutlich, dass sowohl die Ein- als auch Auspendleranzahl kontinuierlich zunahm.

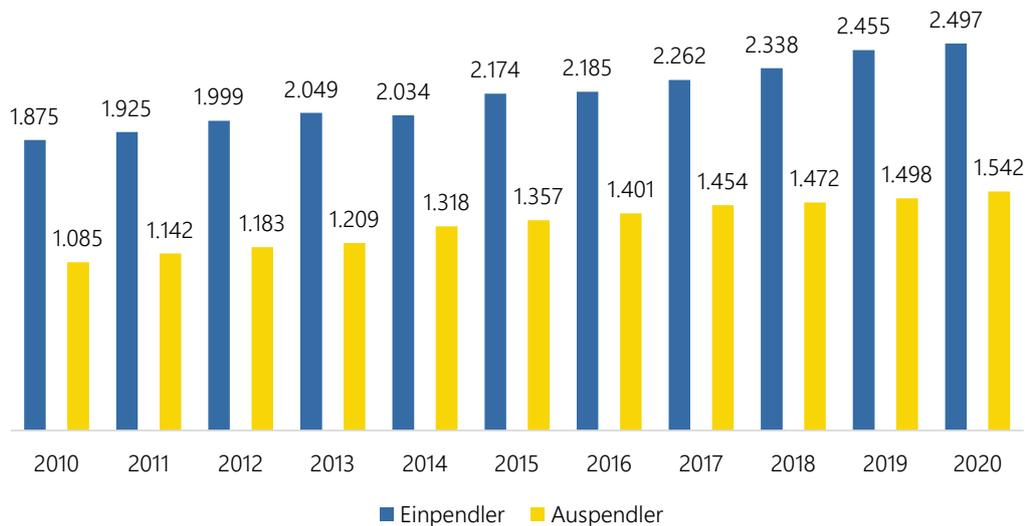


Abbildung 3-6: Entwicklung der Pendlerströme in Oettingen /DDU-01 20P/

Datenbasis und Datenaufbereitung

Zur Bilanzierung des Verkehrssektors nach dem Territorialprinzip, wie es im BSKO-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 BSKO-Standard in vertretbarem Maß abgewichen und der Bilanzierungsansatz pragmatisch an die Datenausgangslage angepasst. Infolgedessen wurde 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 /BLFS-01 22P/. 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 Oettingen berechnet. Zusätzlich wurde von den Betreibergesellschaften der Stromverbrauch der beiden öffentlichen Elektroladesäulen in der Bachgasse 10 (N-Ergie, /NEN-01 22P/) und Kellerstraße 15 (Energie Schwaben, /ENE-03 22P/) zur Verfügung gestellt.

Wie zuvor beschrieben, wurde eine vereinfachte Vorgehensweise gewählt, um eine Abschätzung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor zu ermöglichen. Aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung des Verkehrssektors empfiehlt es sich, den Energieverbrauch gegebenenfalls in einer separaten Studie, z. B. im Rahmen eines kommunalen Elektromobilitätskonzeptes, zu untersuchen.

Darüber hinaus wurde der Endenergieverbrauch des ÖPNV anhand einer Analyse der Verkehrsgemeinschaft Donau-Ries /VDR-01 21P/ für Oettingen berechnet sowie die Verbrauchsdaten des öffentlichen Fuhrparks von der Stadt Oettingen ermittelt und zur Verfügung gestellt.

Kraftstoffverbrauch nach Energieträgern

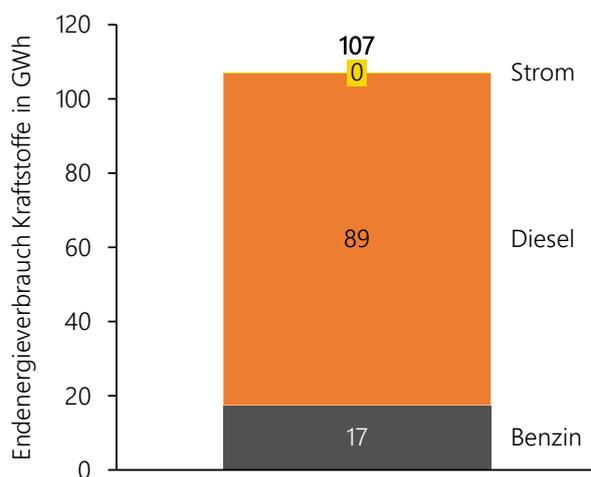


Abbildung 3-7: Kraftstoffverbrauch (Endenergie) im Jahr 2020 für das Stadtgebiet Oettingen, eigene Darstellung

In Abbildung 3-7 ist der Kraftstoffverbrauch nach Energieträgern für das Stadtgebiet Oettingen dargestellt. Es zeigt sich, dass nahezu der gesamte Endenergieverbrauch im Sektor Mobilität auf den Benzin- und Dieserverbrauch zurückzuführen sind, wobei Diesel mit über

80 % eine zentrale Rolle zukommt. Der Stromverbrauch für Elektromobilität beträgt im Jahr 2020 0,1 % am gesamten Endenergieverbrauch des Mobilitätssektors.

Indikatorenvergleich

Im Jahr 2020 waren in Oettingen 4.459 Kraftfahrzeuge zugelassen, welche im Mittel um die 2 Prozent pro Jahr angestiegen sind /BLFS-01 22P/. Mit einer Pkw-Dichte von 598 Pkw pro tausend Einwohner /BLFS-01 22P/ liegt das Stadtgebiet unter dem Landkreisdurchschnitt von rund 681 Pkw pro tausend Einwohner /BLFS-03 22P/.

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. Eine ausführlichere Aufstellung der Emissionsfaktoren im zeitlichen Verlauf bis 2040 ist dem Anhang A.1 zu entnehmen.

Tabelle 3-4: Übersicht der Emissionsfaktoren

Energieträger	2020
	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	29,9
Solarthermie ¹	19,1
Strom (Bundesmix) ³	438,0
Benzin ¹	298,2
Diesel ¹	292,4

Quellen: (1) GEMIS-Datenbank 5.0 /IIF-01 21P/, (2) Berechnung Lokalmix nach Carnot-Methode (exergetische Allokation), siehe Anhang 3.2.2, (3) /UBA-04 21/

Die Einheit „g CO₂-Äq./kWh“ bedeutet, dass pro Kilowattstunde erzeugter Energie mittels des jeweiligen Energieträgers (z. B. Erdgas) x Gramm CO₂-Äquivalent ausgestoßen wird. 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 /IIF-01 21P/.

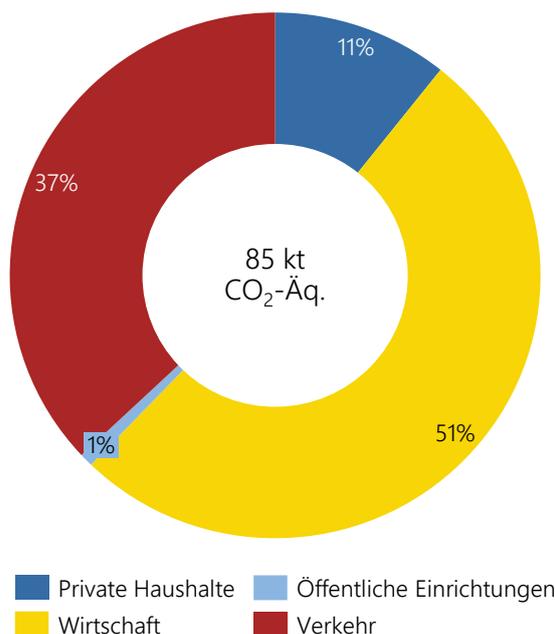


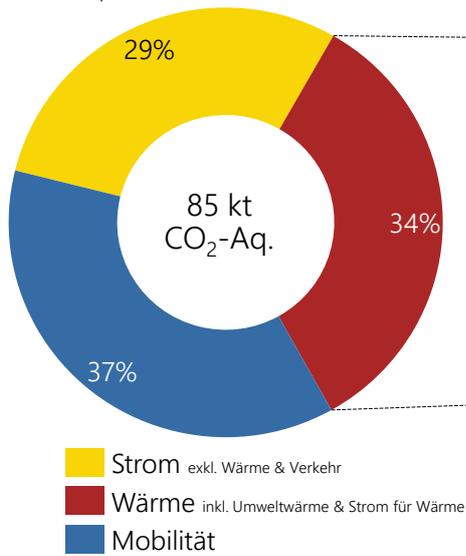
Abbildung 3-8: Treibhausgasemissionen nach Verbrauchssektoren für Oettingen, eigene Darstellung und Berechnung nach /IIF-01 21P/

Durch Multiplikation des Endenergieverbrauchs mit den genannten CO₂-Äq.-Faktoren ergeben sich rund 85 Kilotonnen CO₂-Äquivalente, die im Jahr 2020 im Stadtgebiet Oettingen ausgestoßen wurden. Abbildung 3-8 zeigt hierfür die Ergebnisse Treibhausgasbilanz nach Verbrauchssektoren für Oettingen. Es wird deutlich, dass rund die Hälfte der Emissionen durch den Industrie- und GHD-Sektor (Wirtschaft) verursacht wird, während an zweiter Stelle der Verkehrssektor steht. Auf die privaten Haushalte entfallen ca. 11 % der Emissionen, wohingegen die öffentlichen Einrichtungen rund 1 % der Emissionen verursachen. Abbildung 3-9 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 (34 %) und Verkehrssektor (37 %) entfällt, während der Stromsektor für ca. 29 % der Emissionen verantwortlich ist.

Abbildung 3-9 zeigt außerdem den Wärmeanteil der Treibhausgasemissionen von rund 29 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 2020.

Im Stadtgebiet Oettingen wurden im Jahr 2020 rund 85 Kilotonnen CO ₂ -Äquivalente emittiert. Dies teilt sich wie folgt auf:		
Private Haushalte:	9,1 kt CO ₂ -Äq.	11 %
Wirtschaft:	43,7 kt CO ₂ -Äq.	51 %
Öffentliche Einrichtungen:	0,7 kt CO ₂ -Äq.	1 %
Verkehr:	31,4 kt CO ₂ -Äq.	37 %

CO₂ - Emissionen Gesamt
in kt CO_{2,äq} | Oettingen | 2020



CO₂ - Emissionen Wärmeverbrauch
in kt CO_{2,äq} | Oettingen | 2020

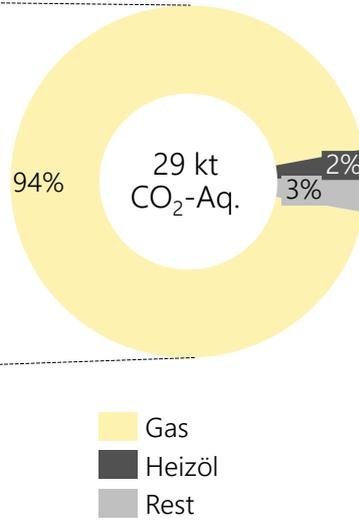


Abbildung 3-9: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsarten und des Wärmeverbrauchs für Oettingen, eigene Darstellung und Berechnung nach /IIF-01 21P/

Indikatorenvergleich

Im Benchmarking zeigt sich, dass die spezifischen energiebedingten Emissionen Oettingens mit 16,3 t CO₂-Äq. pro Einwohner mehr als doppelt so hoch sind, als im Landkreis Donau-Ries mit 7,7 t CO₂-Äq. pro Einwohner /FFE-101 21P/, in Bayern mit 5,7 t CO₂-Äq. pro Einwohner /STMWI-01 22/ oder in Deutschland mit ca. 8,8 t CO₂-Äq. pro Einwohner /UBA-04 22/.

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 wird 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 Exergiefaktoren 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

dessen 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 Oettingen wurden für das Jahr 2020 insgesamt sechs Nahwärmenetze identifiziert, von denen zwei in Oettingen, drei in Lehmingen und eines in Niederhofen vorhanden sind. Weitere Informationen sind unter Kapitel 4.2.1 zu finden. Für die Wärmenetze wurde von den Anlagenbetreibern der entsprechende Erzeugerpark inklusive der KWK-Anlagen abgefragt und die zuvor beschriebene Methode angewandt. Für den Erzeugerpark aller vorhandenen Nahwärmenetze resultieren für Wärme allokierte Emissionen in Höhe von ca. 163 t CO₂-Äq., was einem spezifischen Emissionsfaktor von 29,9 g CO₂-Äq. pro Kilowattstunde Nahwärme entspricht.

3.2.2 Bundesstrommix im Vergleich zum Territorialstrommix

Entsprechend der BSKO-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:

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

Abbildung 3-10 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 17 % geringer ausfallen als bei Verwendung des Bundesstrommixes.

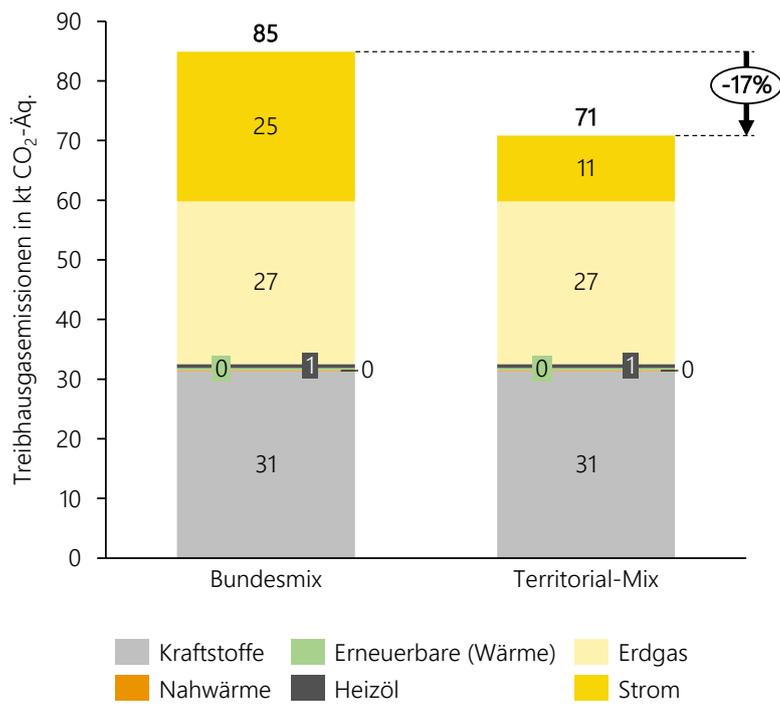


Abbildung 3-10: Treibhausgasemissionen in Oettingen 2020 und der Beitrag der lokalen Stromversorgung, eigene Darstellung und Berechnung nach /IFEU-02 19/

4 Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Von besonderer Bedeutung für das Klimaschutzkonzept in Oettingen 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 Oettingen zu ermitteln, wurden sämtliche Daten der EEG-vergüteten Anlagen für das Jahr 2020 bei den Stromnetzbetreibern 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 Oettingen getrennt nach Energieträgern auf.

Tabelle 4-1: Anzahl und installierte Leistung der Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung in Oettingen (EEG-vergütete Anlagen) /NERGIE-01 20/, /BNETZA-14 22/

Energieträger	Anzahl	Installierte Leistung in kW (2020)
Solar	488 ¹	17.056
Biomasse	6	3.280
Summe	494	20.338

¹ darunter 2 PV-Freiflächenanlagen mit 6 MW installierter Leistung

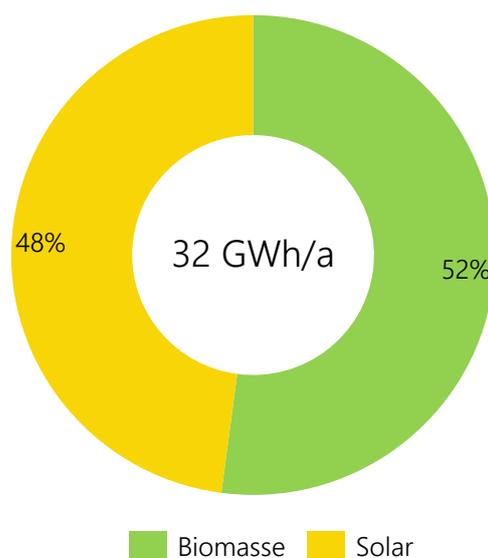


Abbildung 4-1: Erneuerbare Stromerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2020 in Oettingen, nach /NERGIE-01 20/

In Abbildung 4-1 zeigt sich, dass von den 32 GWh erneuerbar erzeugtem Strom im Jahr 2020 jeweils ca. die Hälfte auf Biomassenutzung in Biogasanlagen und annähernd der gleiche Anteil auf die solare Stromerzeugung entfällt. Wind- und Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung sind bislang nicht vorhanden.

Anteilig zum Gesamtstromverbrauch der Region wird in Abbildung 4-2 deutlich, dass bislang ca. 56 % des Stromverbrauchs erneuerbar in der Region erzeugt wird, wohingegen ca. 44 % überregional bezogen wird.

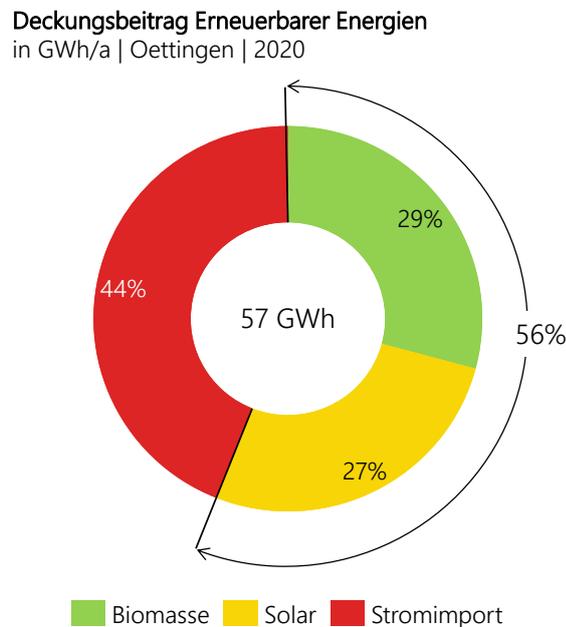


Abbildung 4-2: Deckungsbeitrag der erneuerbaren Stromerzeugung am Stromverbrauch in Oettingen im Jahr 2020, eigene Darstellung und Berechnung nach /IFEU-02 19/

Insgesamt sind in Oettingen im Jahr 2020 fast 500 Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung mit über 20 MW installierter Leistung vorhanden (Stand: Oktober 2021).

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.

Auch in Oettingen 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.

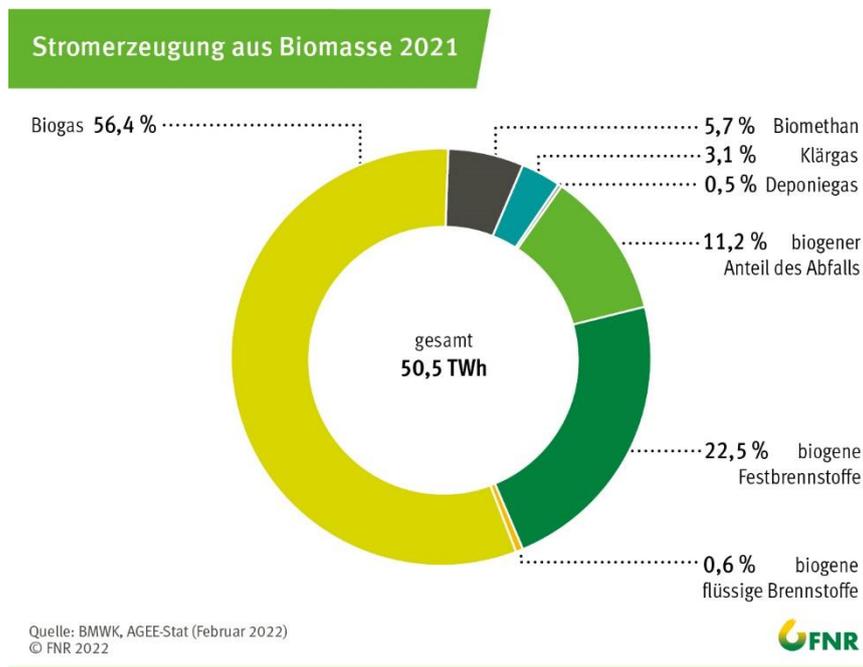


Abbildung 4-3: Stromerzeugung aus Biomasse 2021 in Deutschland /FNR-01 21P/

Strom aus Biomasse hat im Stadtgebiet mit 52 % nahezu den gleichen Anteil an der erneuerbaren Stromerzeugung als Solarenergie.

Insgesamt sind in Oettingen im Jahr 2020 Biomasse-Anlagen (KWK) mit einer Leistung von rund 3,3 MW installiert, die knapp 17 GWh bzw. 52 % des erneuerbaren Stroms im Stadtgebiet lieferten.

4.1.2 Solarenergie (Photovoltaik)

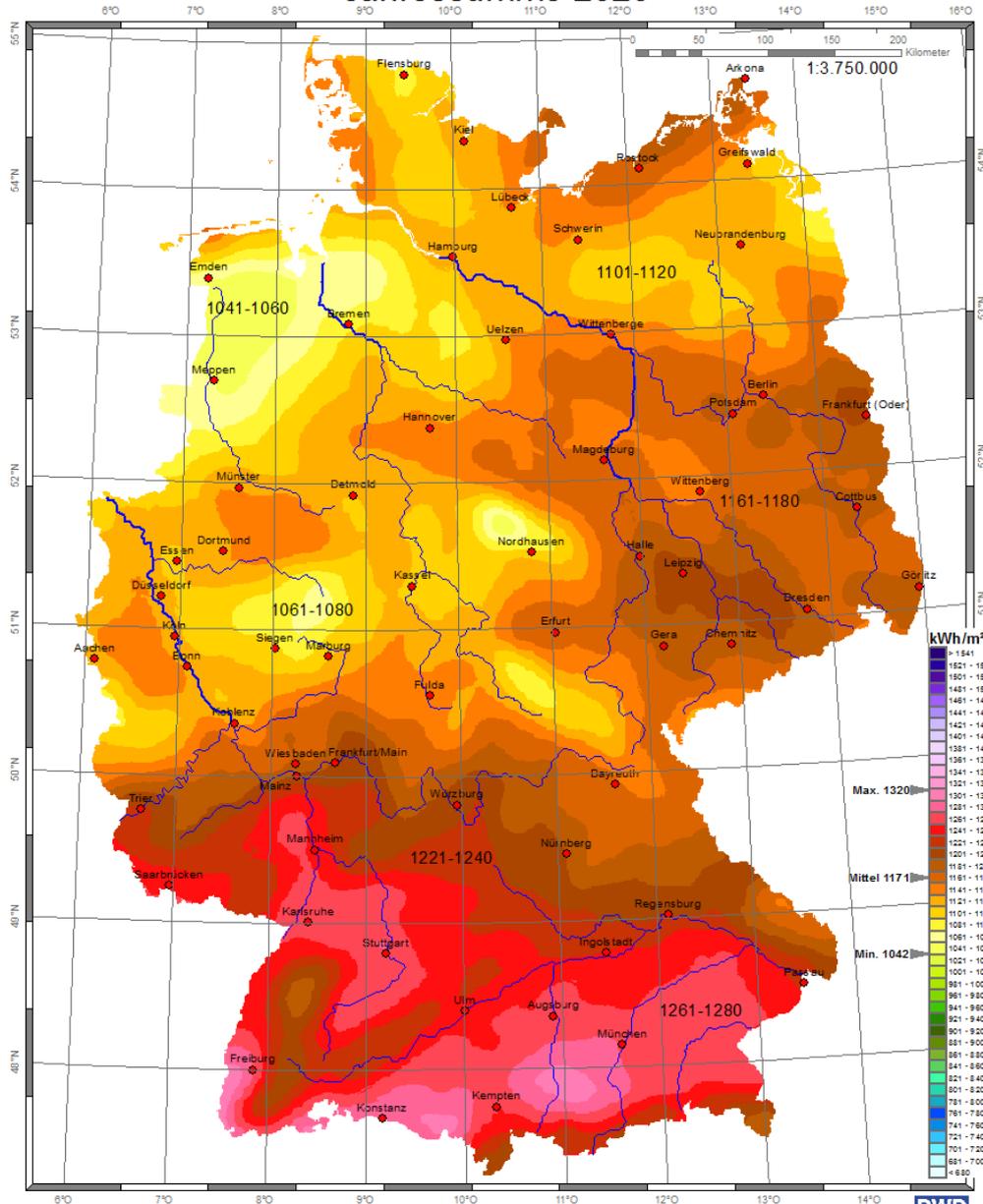
Die Photovoltaik (PV) hat in Süddeutschland eine große Bedeutung, da hier die solaren Einstrahlungswerte deutlich höher sind als beispielsweise in Norddeutschland, vgl. Abbildung 4-4. Auch das Stadtgebiet Oettingen weist in diesem Bereich einen deutlichen Fortschritt auf.

Im Stadtgebiet Oettingen befanden sich bis Ende 2020 insgesamt 488 Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 17 GW. Darunter sind 2 Freiflächenanlagen mit einer installierten Leistung von 6 MW. Den Großteil bilden jedoch die kleineren Aufdachanlagen. Im Jahr 2020 wurden rund 15 GWh Strom aus Photovoltaik in das Stromnetz eingespeist.

Globalstrahlung in Deutschland

Basierend auf Satellitendaten und Bodenwerte aus dem DWD-Messnetz

Jahressumme 2020



Deutscher Wetterdienst
Klima- und Umweltberatung, Hamburg
Email: klima.hamburg@dwd.de



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 Oettingen wurden u. a. folgende Daten in Zusammenarbeit mit der Stadt Oettingen herangezogen (siehe auch Kapitel 0):

- Holznutzung: Waldbesitzervereinigung, Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen
- Biogasanlagen: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen, Anlagen-/Nahwärmenetzbetreiber in Oettingen
- Solarthermie, Wärmepumpen, Pellet/Scheitholz, Hackschnitzel: Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle (BAFA) / Daten des jährlichen Energiedatenmonitorings für den Landkreis Donau-Ries

Anteilig zum Gesamtwärmeverbrauch der Region zeigt sich, dass bislang ca. 21 % des Wärmeverbrauchs erneuerbar in der Region erzeugt wird, während knapp 80 % noch aus fossilen Quellen entstammt, vgl. Abbildung 4-5.

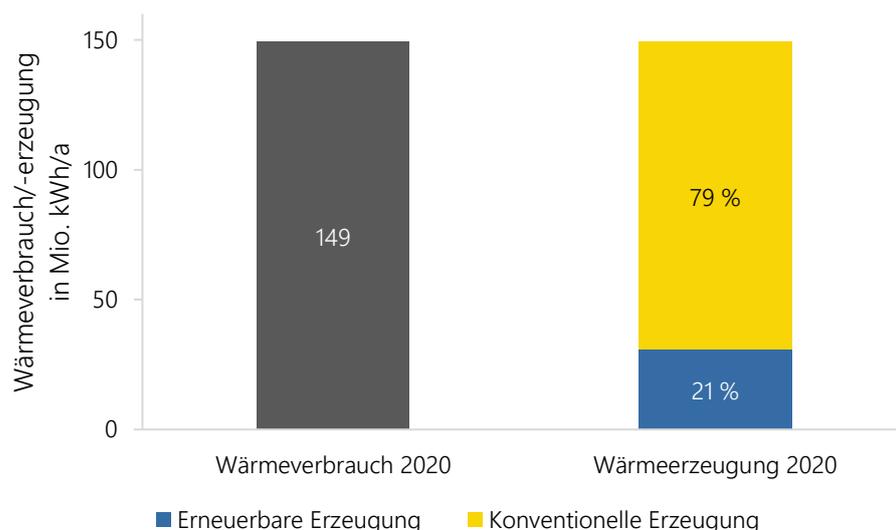


Abbildung 4-5: Anteil der erneuerbaren Wärmeerzeugung am Wärmeverbrauch im Jahr 2020 in Oettingen, nach /EGSW-01 20/, /NIO-01 22/, /FFE-18 14/

Abbildung 4-6 visualisiert die Energieträgerzusammensetzung zur erneuerbaren Wärmeerzeugung in Oettingen im Jahr 2020. Es wird ersichtlich, dass rund 80 % der energetischen Holznutzung (Hackschnitzel, Pellet und Scheitholz) entstammen. Ca. 18 % entfallen auf Wärme, die beispielsweise durch Biogas-BHKWs in Nahwärmenetzen bereitgestellt wird, und ca. 2 % auf Wärmepumpen, welche maßgeblich Umweltwärme (Luft, Wasser, Erdreich) nutzen.

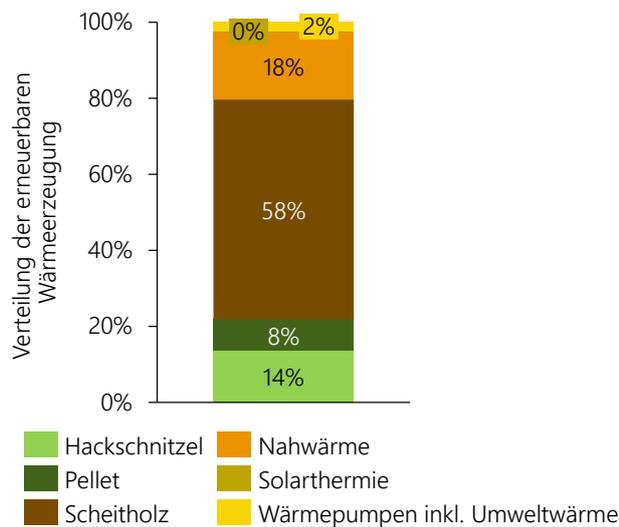


Abbildung 4-6: Anteil der Energieträger zur erneuerbaren Wärmeerzeugung im Jahr 2020 in Oettingen, nach /NIO-01 22/, /FFE-18 14/

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 2008 bis 2020 für das Stadtgebiet Oettingen. Solarthermie- und Biomasse-Anlagen haben dabei die größten Anteile.

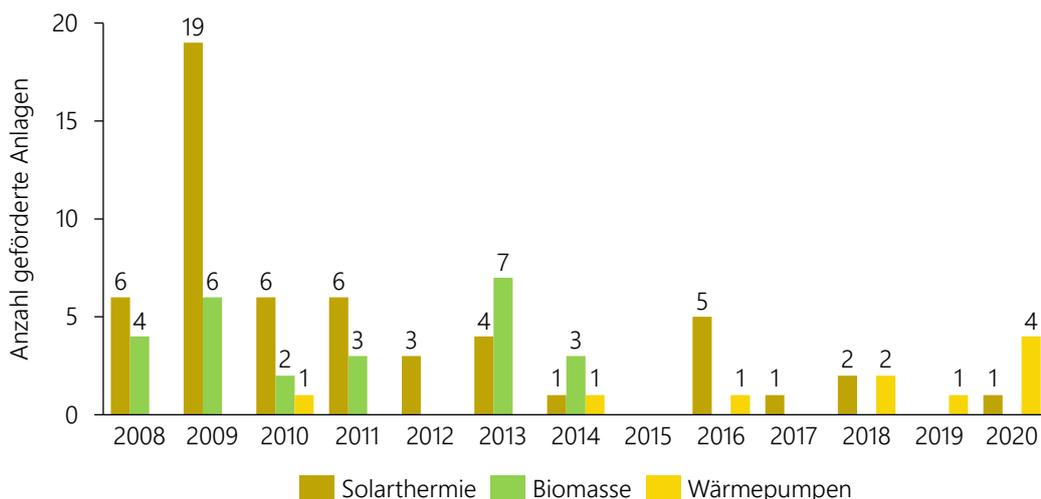


Abbildung 4-7: Anzahl BAFA-geförderter Anlagen für Oettingen im Zeitraum 2008-2020 /BAFA-04 22P/

In Abbildung 4-8 sind zusätzlich die installierten Leistungen für Biomasse- und Wärmepumpenanlagen bzw. die installierte Fläche pro Jahr für Solarthermiekollektoren

aufsummiert dargestellt. Hierbei ist anzumerken, dass ab dem Jahr 2015 keine geförderten Biomasse-Anlagen in der Datenbasis enthalten waren und daher keine weitere Aussage getroffen werden kann. In den letzten fünf Jahren ist erstmals eine leicht gesteigerte Nachfrage nach Wärmepumpen-Anlagen zu verzeichnen. Dass diese Technologie bisher eine untergeordnete Rolle spielte, zeigt sich auch im verhältnismäßig geringen Anteil des verbrauchten Strombezugs.

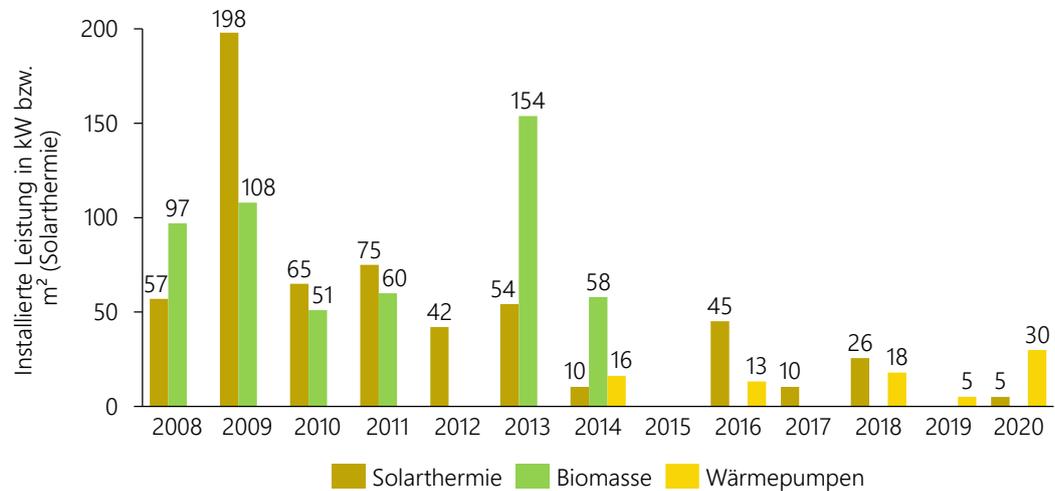


Abbildung 4-8: Installierte Leistung bzw. Fläche BAFA-geförderter Anlagen für Oettingen im Zeitraum 2008-2020 /BAFA-04 22P/

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 Oettingen in verschiedenen Formen eingesetzt:

Festbrennstoffe

Zu den Heizsystemen auf Basis von Festbrennstoffen zählen beispielsweise Hackschnitzel-, Pellet- und Scheitholz-Systeme sowie Kaminöfen. Auf Basis vorhandener Daten des Bayerischen Landesamts für Statistik und des AELF kann eine Abschätzung zur Wärmegewinnung aus den Feuerungsanlagen im Stadtgebiet Oettingen 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 80 % der erneuerbaren Wärmeerzeugung bei. Hiervon hat die Scheitholznutzung einen Anteil von ca. 58 %, Hackschnitzel von ca. 14 % und Pellets von ca. 8 %.

Nahwärmenetze und Biogas-KWK-Anlagen

Für das Stadtgebiet Oettingen wurden für das Jahr 2020 insgesamt sechs Nahwärmenetze identifiziert, von denen zwei in Oettingen, drei in Lehmingen und eines in Niederhofen vorhanden sind. Die beiden Nahwärmenetze in Oettingen werden aus einem Mix von Energieerzeugern – einer Kombination aus Biomethan-BHKW, Solarthermie, Hackschnitzel, Strom sowie fossilen Erzeugern meist als Spitzenlastkessel oder Backup-Lösung – gespeist. In Lehmingen wird die Wärme in zwei Netzen aus je einem Hackschnitzelkessel zur regenerativen Wärmeversorgung genutzt. Im dritten Wärmenetz in Lehmingen sowie im Niederhofener Wärmenetz kommt jeweils ein Biogas-BHKW zur erneuerbaren Wärmeversorgung zum Einsatz.

Insgesamt sind im Stadtgebiet Oettingen im Jahr 2020 sechs Nahwärmenetze vorhanden, bei denen u. a. Biogas-, Biomethan-, Solarthermie- und Hackschnitzelanlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen.

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 31.12.2020 insgesamt 54 geförderte Solarthermie-Anlagen in Oettingen installiert. Hinzu kommen weitere, nicht geförderte Anlagen, sodass sich in Summe ein Bestand von etwa 1.800 m² Kollektorfläche ergibt. Solarthermie-Anlagen können 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 Oettingen konnte ein durchschnittlicher, spezifischer, nutzbarer Ertrag von 367 kWh/m² angesetzt werden /CORR-01 13/.

Von den geförderten Solarthermie-Anlagen können im Jahr 2020 rund 210 MWh, von den ungeforderten Anlagen rund 450 MWh als Teil des Wärmebedarfs im Stadtgebiet Oettingen 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 Oettingen 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 Oettingen von 2008 bis 2020 insgesamt 10 Wärmepumpen mit einer installierten Leistung von 82 kW in Betrieb gegangen. Bei einem durchschnittlichen Jahreswärmeverbrauch im Einfamilienhaus von 30.000 kWh pro Jahr, kann von einem Wärmeertrag aus diesen Wärmepumpen von rund 300 MWh pro Jahr ausgegangen werden. /BAFA-04 22P/

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 Oettingen

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. Kern des Diagramms bildet schließlich das praktische oder auch umsetzbare Potenzial. Hier werden zusätzliche Rahmenbedingungen wie die politische oder gesellschaftliche Umsetzbarkeit so weit wie möglich miteinbezogen.

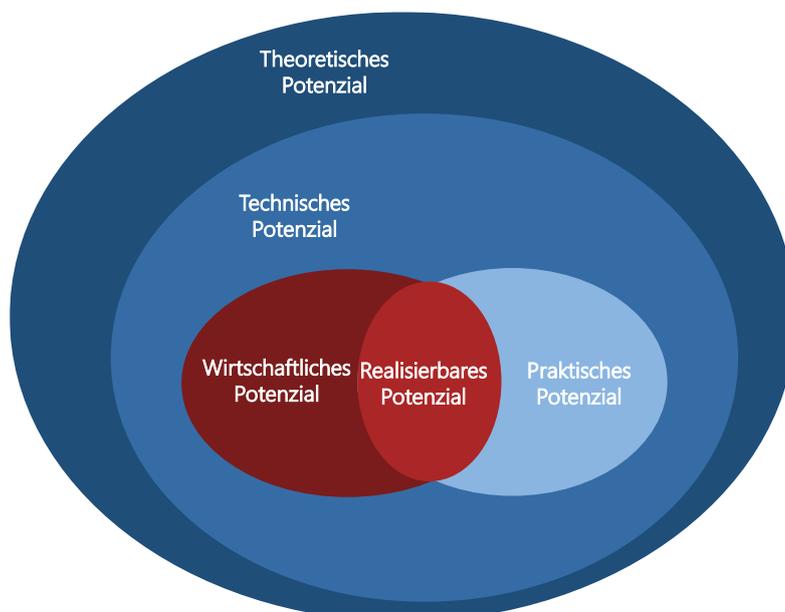


Abbildung 5-1: Abgrenzung des Potenzialbegriffs nach /FFE-05 17/

Im Folgenden werden zwei Zukunftsszenarien entworfen, die die Entwicklungstendenzen des Stadtgebietes Oettingen bis 2040 prognostizieren.

5.1 Zukunftsszenarien

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.



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

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 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 Oettingen mit Akteuren aus der Wirtschaft, der Politik und Mitgliedern des Arbeitskreis Nachhaltigkeit durchgeführt wurden, als auch Projekten der FfE, die bereits abgeschlossen sind, oder sich derzeit noch in Bearbeitung befinden (vgl. 5.1.1 und 5.1.2).

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 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 Oettingen angesetzt, dass sich die Sanierungsraten und -tiefen in Oettingen 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 2050 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 auf Seite 34). 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 3 % an. Von 2025 bis 2040 beträgt die Tauschrate kontinuierlich 3 % (siehe Tabelle 5-1 auf Seite 34). Diese Raten sind im Vergleich zu vergangenen Studien als hoch anzusehen, in Anbetracht der durch den Krieg in der Ukraine ausgelösten Dynamik im Wärmemarkt jedoch auch im Referenzszenario als realistisch.

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 auf Seite 34).

Zusätzlich wird eine auf dem bisherigen Verlauf basierende Bevölkerungs-, Wohnflächen- und Produktionsmengenentwicklung zugrunde gelegt. Auf Basis der durchschnittlichen Entwicklung der Wohnfläche pro Einwohner von 2017 bis 2019 wird der steigende Strom- und Wärmebedarf für private Haushalte und öffentliche Einrichtungen fortgeschrieben. Für die Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen werden Strom und Wärme anhand des durchschnittlichen Produktionsmengenwachstums der Brauerei in Oettingen fortgeschrieben, da diese Brauerei einen signifikanten Einfluss auf den Endenergieverbrauch des Industriesektors in Oettingen aufweist.

Der Strom- und Wärmebedarf steigt somit für private Haushalte und öffentliche Einrichtungen jährlich um 0,65 %. Für die Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistung ergibt sich ein

jährlicher Anstieg des Strom- und Wärmebedarfs von 0,66 % /BLFS-01 20P/ (siehe Tabelle 5-1 auf Seite 34).

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

	Eingangsgrößen	Kurzbeschreibung und Quelle	Parametrierung	
			Referenzszenario	Klimaschutzszenario
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 % pro Jahr	PHH, GHD, ÖE: 3 – 6 % 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: -1,2 % pro Jahr GHD: -1,5 % pro Jahr IND: -1,5 % pro Jahr
	Fortschreibung des Strom- und Wärmebedarfs	Treiber: Bevölkerungs-, Wohnflächen- und Entwicklung der Produktionsmengen nach /BLFS-01 20P/	PHH, ÖE: +0,63 % pro Jahr GHD, IND: +0,66 % pro Jahr	PHH, ÖE: +0,63 % pro Jahr GHD, IND: +0,66 % pro Jahr
Verkehr	Verkehrsentwicklung	Zunahme des Verkehrsaufkommens nach der Bevölkerungsentwicklung /BLFS-01 20P/	+0,27 % pro Jahr	+0,27 % 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

Private Haushalte (PHH), Gewerbe, Handel & Dienstleistungen (GHD), Industrie (IND), öffentliche Einrichtungen (ÖE)

Für die Entwicklung des Verkehrsaufkommens wird ein jährlicher Zuwachs des Bestands an Fahrzeugen von 0,27 % unterstellt. Dieser ergibt sich aus der Zunahme der Bevölkerungsentwicklung nach /BLFS-01 20P/ (siehe Tabelle 5-1). Die Transformation des PKW- und Kraftradbestandes orientiert sich an dem Ziel der Bundesregierung eines Bestandes

von 15 Millionen vollelektrischer PKW im Jahr 2030 auf deutschen Straßen /BMWK-01 22/. Das entspricht einem Anteil von ca. 30 % vollelektrischer PKW in 2030². Im Referenzszenario wird angenommen, dass das Ziel von 30 % vollelektrischer PKW und Krafträder in Oettingen 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 in 2030 ein Anteil von 10 % angenommen. Bis 2040 nimmt dieser Anteil auf 65 % zu. Außerdem werden 5 % des Fahrzeugbestands in 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.

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 auf Seite 34). 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 in 2023 4 % und steigt bis 2025 auf 6 % an. Von 2025 bis 2040 beträgt die Tauschrate kontinuierlich 6 % (siehe Tabelle 5-1 auf Seite 34). 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 Jahren zu erwartenden Kesseltauschrate (ca. 5 %) darstellen. Grund für die Limitierung der Tauschrate ist die Verfügbarkeit von hierfür benötigten Fachpersonal (Handwerker) sowie Personal, das die entsprechenden Anlagen genehmigt (Behörden-Personal).

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 und öffentliche Einrichtungen wird eine jährliche effizienzbedingte Stromeinsparung von 1,2 % und für Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistung eine jährliche Stromeinsparung von 1,5 % 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 des durchschnittlichen historischen Wohnflächenzuwachses pro Einwohner fortgeschrieben und für Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen anhand der durchschnittlichen historischen Produktionsmengenentwicklung der größten Industrie in Oettingen: der Oettinger Brauerei (siehe Tabelle 5-1).

² Aktueller Bestand an zugelassenen PKW in Deutschland sind 48,5 Millionen

Die Annahmen für den Verkehrssektor im Klimaschutzscenario sind ambitionierter als die Annahmen im Referenzscenario. Hier erfolgt die Annahme, dass die Transformation fünf Jahre schneller vollzogen wird. Demnach folgt das Klimaschutzscenario 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 Oettingen in Bayern 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 Oettingen bisher maßgeblich Solarenergie, Biomasse und einen geringen Teil an Umweltwärme nutzt. Als Ausgangsbasis für die Szenarienanalyse werden nachfolgend die (noch) verfügbaren Nutzungspotenziale aus Erneuerbaren Energien für die Stadt Oettingen 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.

Photovoltaik

Das Dachflächenpotenzial wurde für Oettingen 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 Dachflächennutzung 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 auch zur Eigenverbrauchsoptimierung. Dieser Umstand wird auch anhand des bisherigen Anlagenbestands in Oettingen deutlich: rund 98 % der bisher belegten Dachfläche entfällt auf PV-Module zur Stromerzeugung, während 2 % der genutzten Fläche von Solarthermiekollektoren belegt wird. Dies liegt unter anderem an einer vergleichsweise einfacheren Technik, einem geringeren Installationsaufwand, der Möglichkeit zur Einspeisung und Vergütung des Überschussstroms auch in Abwesenheitszeiten, einem verhältnismäßig

einfacheren Ertrags- und Funktionsnachweis über Stromzähler und beispielsweise der Solarstromnutzung in Verbindung mit einer Wärmepumpe zur Warmwassererzeugung.

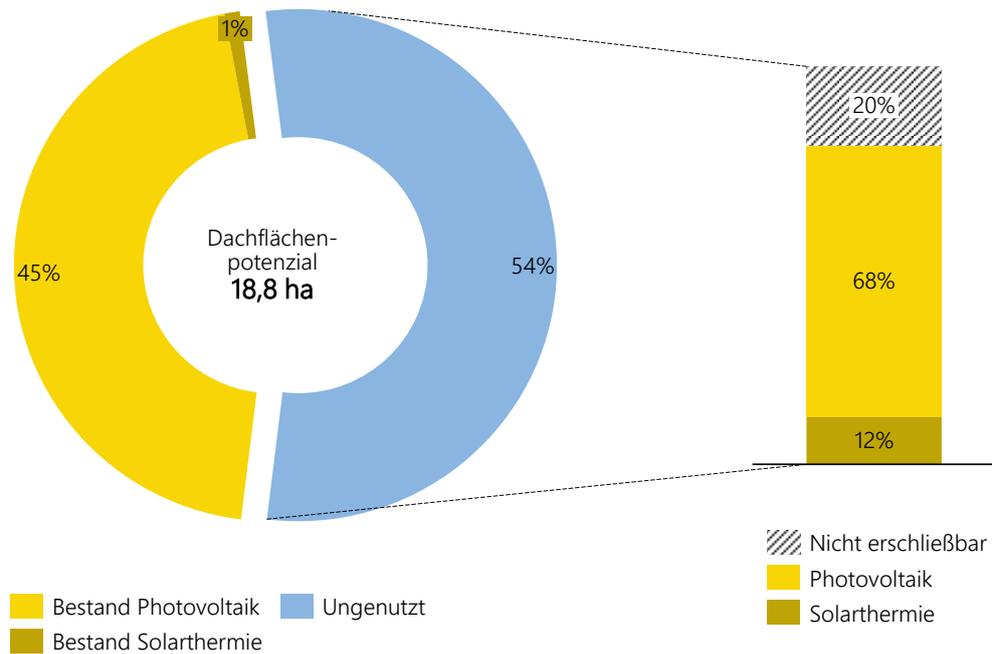


Abbildung 5-3: Dachflächenpotenzial zur Solarenergienutzung in Oettingen

Abbildung 5-3 visualisiert die Ergebnisse der Dachflächenpotenzialanalyse zur Solarenergienutzung in Oettingen. Insgesamt liegen anhand des Gebäudebestands rund 19 ha an geeigneter Dachfläche zur Solarenergienutzung vor, von welcher bis zum Jahr 2020 ca. 46 % für Solarenergie – hauptsächlich Photovoltaik – genutzt wurden. Knapp über die Hälfte der Dachfläche ist bisher ungenutzt. Aufgrund des historischen Altstadt-kerns mit vielen denkmalgeschützten Häusern und individuellen Interessenslagen von Hauseigentümer:innen wird davon ausgegangen, dass ca. 20 % 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 (85 %) und ein geringerer Anteil für Solarthermie (15 %) 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 der erzeugte Strom aus Dachflächen-PV um ca. 40 % gesteigert werden kann. Dies entspricht einem Ausbau des erschließbaren Dachflächen-PV-Potenzials um rund 50 %. Im Gegensatz dazu erfolgt im Klimaschutzszenario die Annahme, dass das ungenutzte Dachflächenpotenzial für Photovoltaik bis 2040 vollständig erschlossen wird.

Auf Basis der nutzbaren Dachflächen ergibt sich entsprechend den vorgestellten Annahmen ein PV-Gesamtpotenzial für Oettingen von rund 15 MW_p.

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 Oettingen ermittelt (siehe Abbildung 5-4).

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	

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 im Rahmen eines 200 m-Randstreifens entlang der Bahnlinie 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.

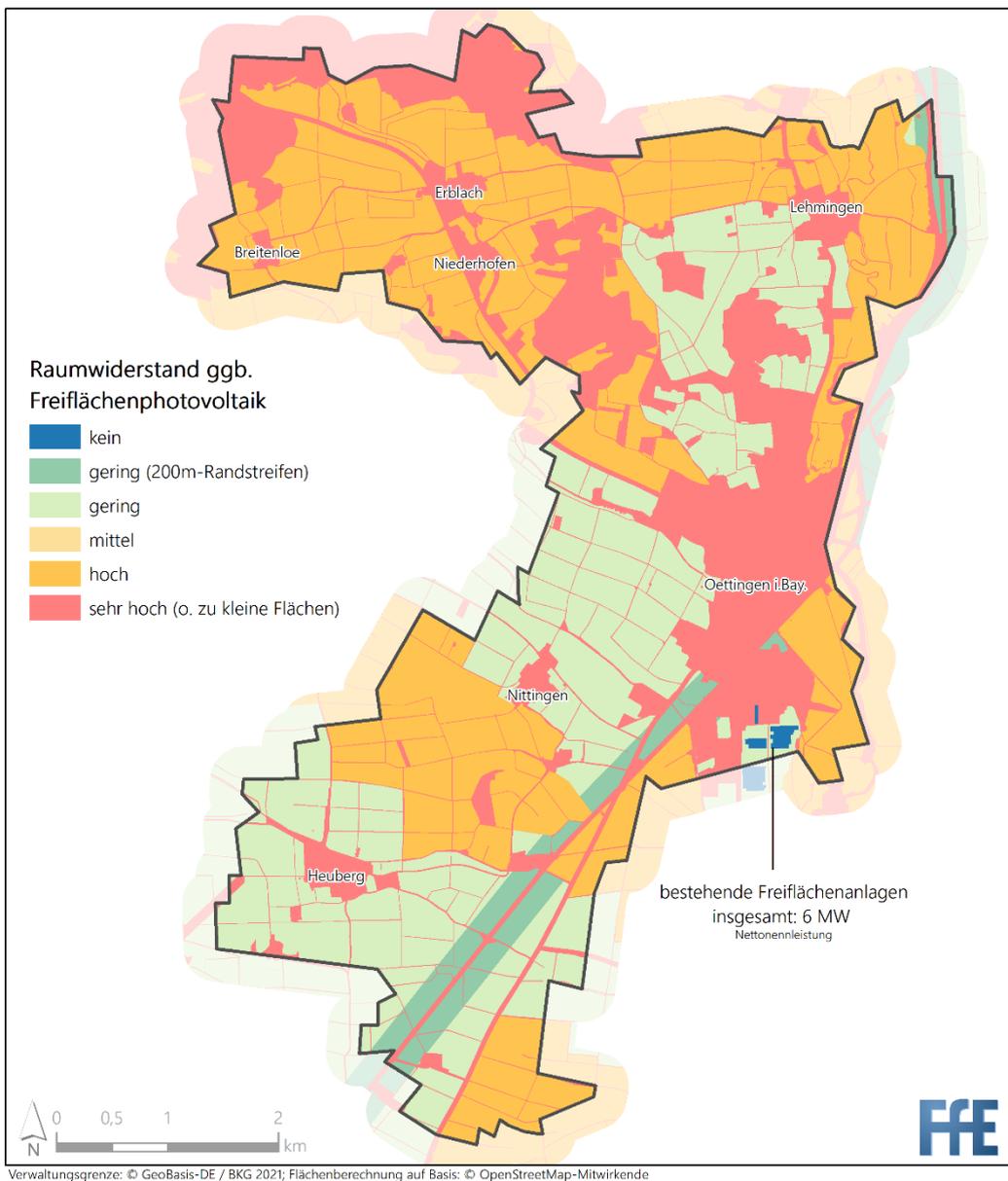


Abbildung 5-4: Raumwiderstand gegenüber Freiflächenphotovoltaik in der Gemeinde Oettingen in Bayern

Die Summe der potenziell geeigneten Flächen nach den genannten Raumwiderstandsklassen ist in nachstehender Tabelle 5-3 zusammengefasst. Die potenziell geeigneten Flächen mit einem geringen bis keinem Raumwiderstand umfassen rund 1.119 ha im Stadtgebiet. Davon belegen bereits zwei bestehende Freiflächen-PV-Anlagen 6 ha. Von besonderem Interesse ist der 200 m-Randstreifen entlang von Schienenwegen, auf welchen knapp 11 % bzw. 123 ha entfallen. Als Richtwert kann davon ausgegangen werden, dass pro Hektar eine Leistung von 1 MW_p an Freiflächen-PV installiert werden könnte. Im Fall des 200-Randstreifens entspricht dies einem praktischen Potenzial von 123 MW_p.

Tabelle 5-3: Potenzielle Fläche für Freiflächenphotovoltaik nach Raumwiderstandsklassen

Raumwiderstand	Fläche in ha
kein	6
gering (EEG-Kulisse: 200m-Randstreifen entlang von Schienenwegen)	123
gering	990
mittel	-
hoch	1.277
Summe für geringen bis kein Raumwiderstand	1.119

Sowohl für das Referenz- als auch das Klimaschutzscenario erfolgt die Annahme, dass ein Ausbau der Freiflächen-PV aufgrund einer umfassenderen Planungsphase erst nach 2025 erfolgen könnte. Bis 2040 würden im Referenzscenario rund 50 %, im Klimaschutzscenario knapp 90 % des 200 m-Randstreifens mit geringem Raumwiderstand erschlossen werden.

Im Stadtgebiet Oettingen liegt anhand der Raumwiderstandsanalyse für 1.119 ha ein geringer bis kein Raumwiderstand für Freiflächen-PV vor. Davon sind rund 11 % in Form eines 200 m-Randstreifens entlang der Schienenwege von besonderem Interesse. Dies entspricht einem praktisch erschließbaren Potenzial für Freiflächen-PV von 123 MW_p.

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 Oettingen konnte ein spezifischer, nutzbarer Ertrag von 367 kWh/m² Bruttokollektorfläche und eine erzeugte Wärmemenge von 660 MWh für das Jahr 2020 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 12 % 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 10 % des restlichen fossilen Endenergieverbrauchs durch Solarthermie und je 45 % durch den Ausbau der Nahwärmenetze und durch Wärmepumpen substituiert werden. Im Fall des Referenzscenario

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, vgl. Abbildung 5-5. 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.

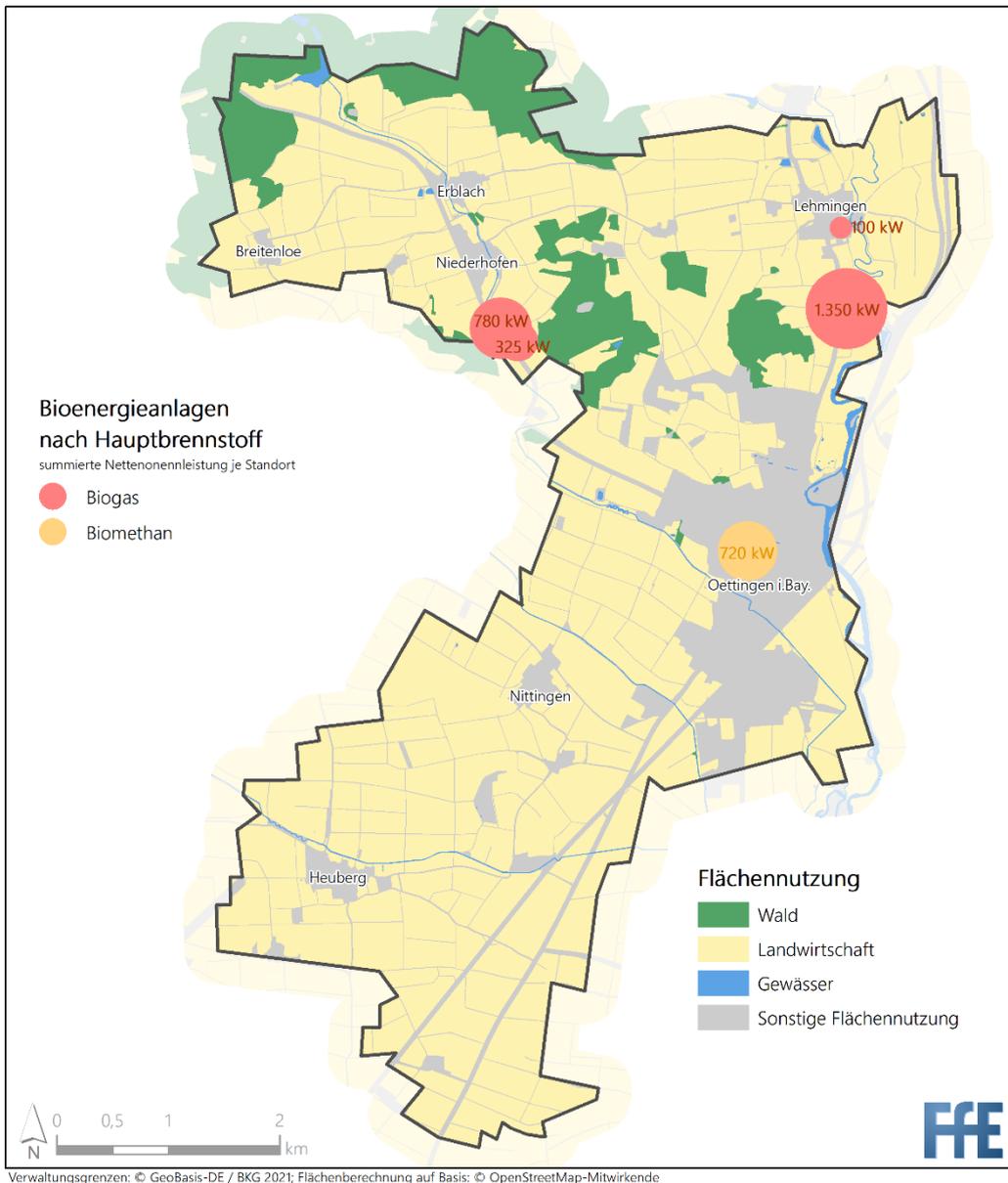


Abbildung 5-5: Flächennutzung und Bioenergieanlagen im Stadtgebiet Oettingen i. Bay.

Für Oettingen 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 wird dafür der Futterbedarf für Viehbetriebe ermittelt und eine Abschätzung zum Mais-Anteil für Biogas-Anlagen durchgeführt. Der Substratmix kann hierbei durchaus sehr

individuell sein. 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 2020 bereits zwischen 450 und 500 Hektar im Stadtgebiet Oettingen für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden. Dies entspricht einem Anteil an der Landwirtschaftsfläche (ca. 2.600 ha /BLFS-01 22P/) von ca. 18 %.

Dieser Anteil ist im Vergleich bereits verhältnismäßig 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 Oettingen als erschöpft. Potenzial wird vor allem noch in der verstärkten Wärmenutzung aus Bestandsanlagen sowie der Flexibilisierung der Leistungsbereitstellung gesehen. So wird aus den sechs Bestandsanlagen rund 17 GWh/a Strom und 22 GWh/a Wärme erzeugt. Von letzteren wurden im Jahr 2020 ca. 18 % bzw. 4 GWh in Nahwärmenetzen genutzt.

Das praktische Potenzial zusätzlicher Biomasse-Nutzung wird in Oettingen 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 % (8 GWh/a) des bisher ungenutzten Abwärmepotenzials grundsätzlich und sinnvoll erschlossen werden kann, 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 25 % (4 GWh/a) des bisher ungenutzten Abwärmepotenzials.

Technisches Potenzial auf Basis der Nahrungsmittelsicherheit

Trotz der Erkenntnis, dass das praktisch umsetzbare Potenzial derzeit ausgeschöpft ist, soll an dieser Stelle ein technisches Potenzial für Oettingen ausgewiesen werden. Im Falle veränderter Rahmenbedingungen kann das technische Potenzial als Orientierung dienen.

Als Ausgangswert dient der theoretische Flächenbedarf zur Bereitstellung von 100 % des Bedarfs an Nahrungsmitteln in Deutschland: 0,18 ha/Kopf (bzw. 1.870 m²/Kopf) /STAT-15 22P/. Wird dieser mit der Einwohnerzahl Bayerns (2020) multipliziert, werden rund 75 % der Landwirtschaftsflächen Bayerns für die Nahrungsmittelsicherheit benötigt. Folglich bleiben maximal 25 % der Landwirtschaftsflächen übrig, die einer anderen, in diesem Falle energetischen Nutzung zugeführt werden können.

Unter der Annahme, dass theoretisch maximal 25 % der Landwirtschaftsflächen im Stadtgebiet Oettingen energetisch genutzt werden könnten, entspricht dies einer Fläche von rund 660 Hektar. Wird weiter angenommen, dass bereits ca. 475 Hektar energetisch genutzt werden, so bleibt eine restliche, energetisch nutzbare Fläche von 175 Hektar.

Für das technische Potenzial wird wie zuvor beschrieben angenommen, dass 25 % der Ackerfläche für Energiepflanzen zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren wird angenommen, dass eine erhöhte Gülle- und Restholznutzung erfolgt, in diesem Fall von rund 6.200 Großvieheinheiten. Für das Stadtgebiet waren 2020 über 10.000 Rinder, Milchkühe und Schweine gemeldet (BLFS-01 22P/). Außerdem wird vorausgesetzt, dass ein Drittel des im gesamten Waldgebiet anfallenden Rest- und Schwachholzes als Energieholz genutzt wird. Die restlichen zwei Drittel werden im Wald belassen, um dem Bedarf des Waldbodens an Nährstoffen gerecht zu werden. Auch ein erhöhter Anteil an Kurzumtriebsplantagen wird angenommen (Anbau auf etwa 3 ha). Folglich könnten bis zu 23 % des aktuellen Wärmebedarfs über Biomasse gedeckt werden, vgl. Abbildung 5-6.

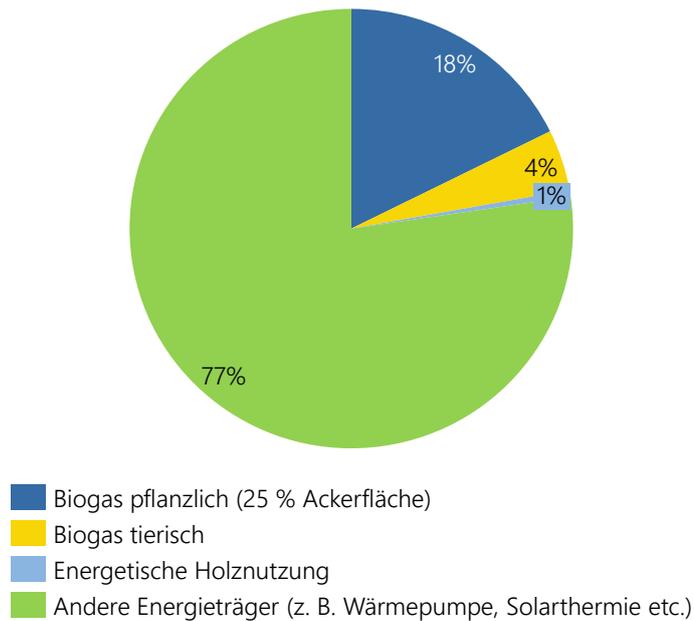


Abbildung 5-6: Potenzial zur Wärmebereitstellung mittels Biomasse, eigene Berechnungen

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, Biotop etc. Abbildung 5-7 zeigt die Windeignungsflächen zusammenfassend für den Landkreis Donau-Ries. Ebenfalls visualisiert ist der Rieskrater sowie dessen 5-km-Randstreifen. Die farbigen 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.

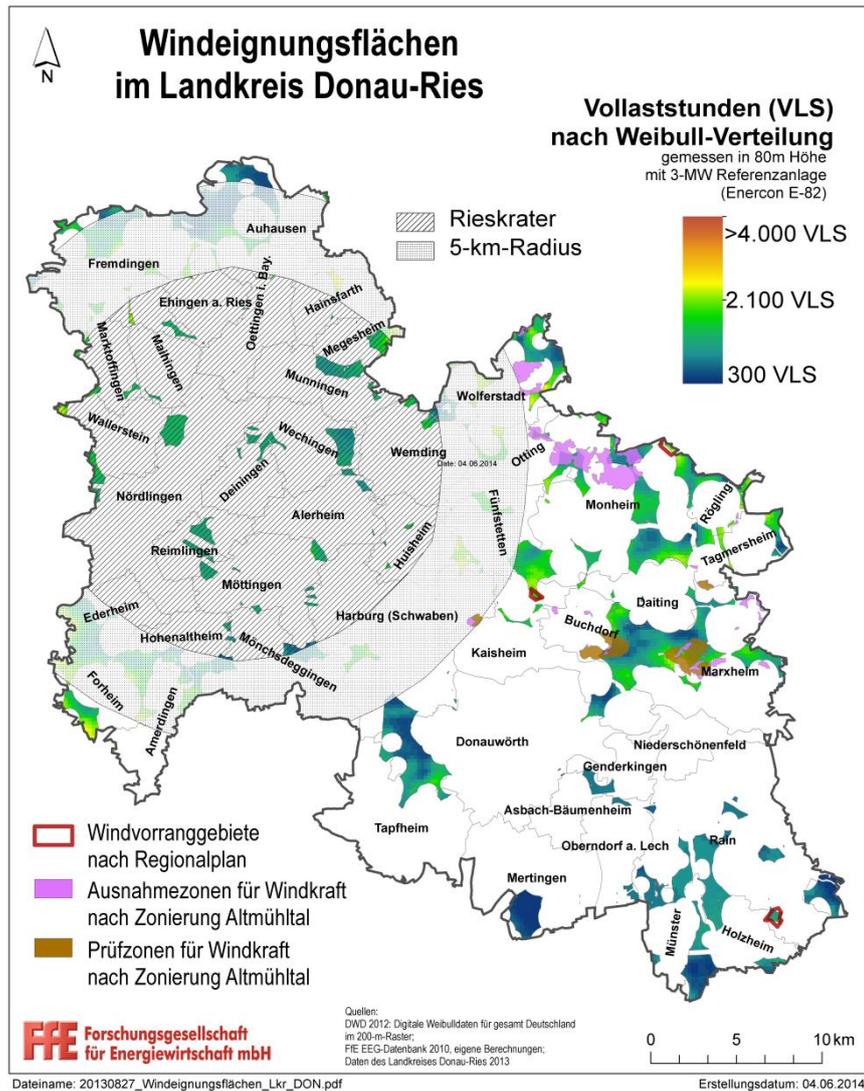


Abbildung 5-7: Windeignungsflächen im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen, /DWD-02 12/, /RPVA-01 06/, /STMUV-01 13/

Eine Besonderheit für den Windkraftausbau stellt das Nördlinger Ries dar. Aufgrund seiner besonderen Schutzwürdigkeit wurde ursprünglich beschlossen, dass im Rieskrater selbst und in einem Radius von 5 km darum herum keine Windkraftanlagen gebaut werden dürfen /RPVA-01 06/. Da der festgelegte 5-km-Radius umstritten war, wurde zusätzlich eine Sichtbezugsanalyse durchgeführt, vgl. Abbildung 5-8). Hier wird deutlich, dass einige Bereiche innerhalb der 5-km-Grenze doch geeignet wären, da sie keinen starken Einfluss auf das Landschaftsbild des Rieskraters haben würden. Zudem wurde im April 2016 vom Planungsausschuss des Regionalen Planungsverbandes beschlossen, dass zukünftig einzelne Abschnitte im Randgebiet des Rieses aus den Ausschussflächen herausgenommen würden, sofern nur eine geringe Sichtbarkeit der potenziellen Windkraftanlagen vorliege. Im Krater selbst ist nach wie vor keine Windenergienutzung erlaubt.

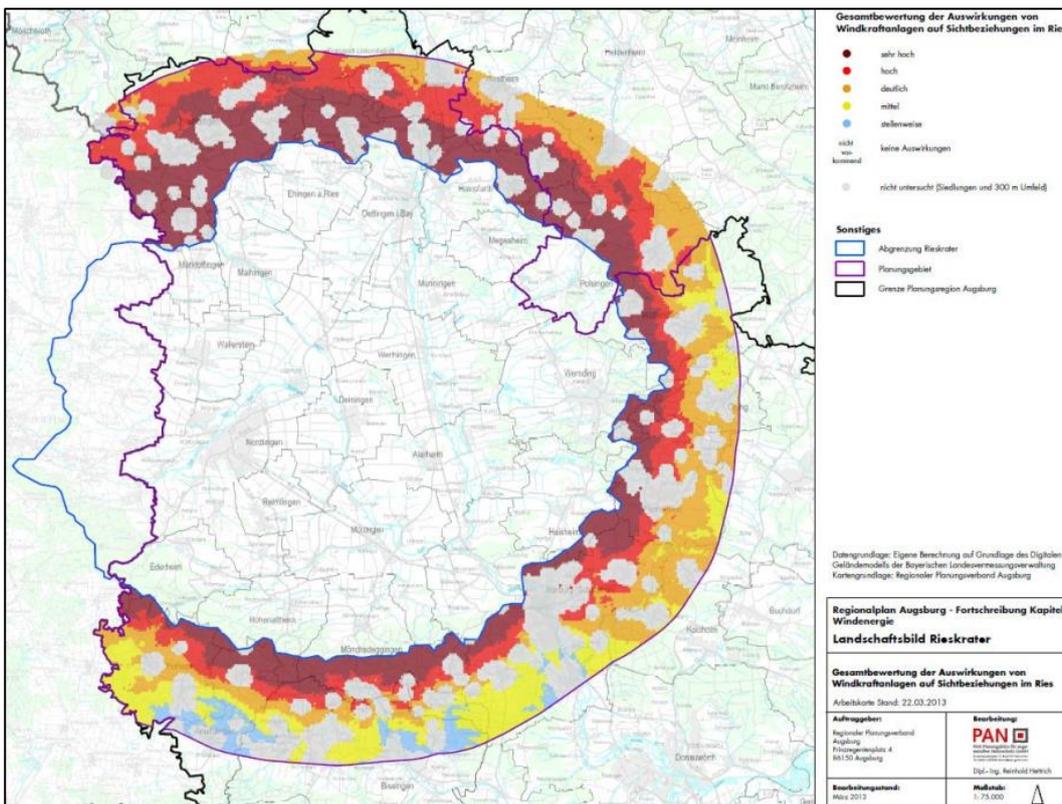


Abbildung 5-8: Sichtbezugsanalyse für Windkraftanlagen im Nördlinger Ries, /RPVA-01 13/

Ferner traten am 16. November 2022 die geänderten 10H-Regelungen in Kraft. Die Lockerung der 10H-Regel bedeutet, dass beispielsweise in Wäldern, nahe Gewerbegebieten, an Autobahnen, Bahntrassen und Windvorrang- sowie Vorbehaltsgebieten der Abstand der Windräder zur Wohnbebauung auf 1.000 Meter reduziert wird. In Windvorranggebieten wird der Abstand ab Juni 2023 sogar weiter verringert auf rund 800 Meter zu Wohnbebauung gemäß der Vorgabe des Bundes-Immissionschutzgesetzes.

Für Oettingen bedeutet dies, dass im Gegensatz zur Photovoltaik eine Windenergienutzung – wenn überhaupt – nur sehr eingeschränkt bis nicht möglich ist. Aufgrund der Besonderheit und den Restriktionen des Ries-Kraters ist eine Windkraftnutzung auf den 5 km-Ries-Radius beschränkt, wodurch grundsätzlich nur im Norden bzw. Nordwesten des Oettinger Stadtgebietes eine Standorterschließung denkbar wäre und im Einzelfall gesondert zu prüfen ist.

Aufgrund des beschriebenen Sachverhalts wird für die Szenarienanalyse kein Ausbau der Windkraft im Stadtgebiet Oettingens vorgenommen.

5.2.4 Wasserkraft

Durch einen Teil des Oettinger Stadtgebietes fließt die Wörnitz. Im Marktstammdatenregister ist bisher keine Wasserkraftanlage enthalten, jedoch wird im Energieatlas Bayern in Nähe der Wörnitzinsel ein Laufwasserkraftwerk mit einer Leistungsklasse bis 499 kW aufgeführt. Es konnte hierfür nicht abschließend geklärt werden, ob und welchen Betriebsstatus die Anlage einnimmt. Umweltverbände wie der WWF und der Bund Naturschutz attestieren Bayern ein weitgehend ausgeschöpftes Ausbaupotenzial für Wasserkraft. Auch der Energieatlas Bayern

weist für Wasserkraft in Oettingen kein technisches Erschließungs- oder Ertüchtigungspotenzial aus.

Vor diesem Hintergrund kommt der Wasserkraft in Oettingen keine signifikante Bedeutung zu, weshalb diese im Rahmen der Szenarienanalyse nicht berücksichtigt wird.

5.2.5 Geothermie

Wie bereits in der Ist-Zustands-Analyse (siehe Kapitel 4.2.3) erläutert, spielt in Oettingen bisher nur oberflächennahe Geothermie in Form von Wärmepumpen eine Rolle. Nachfolgende Abbildung 5-9 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.

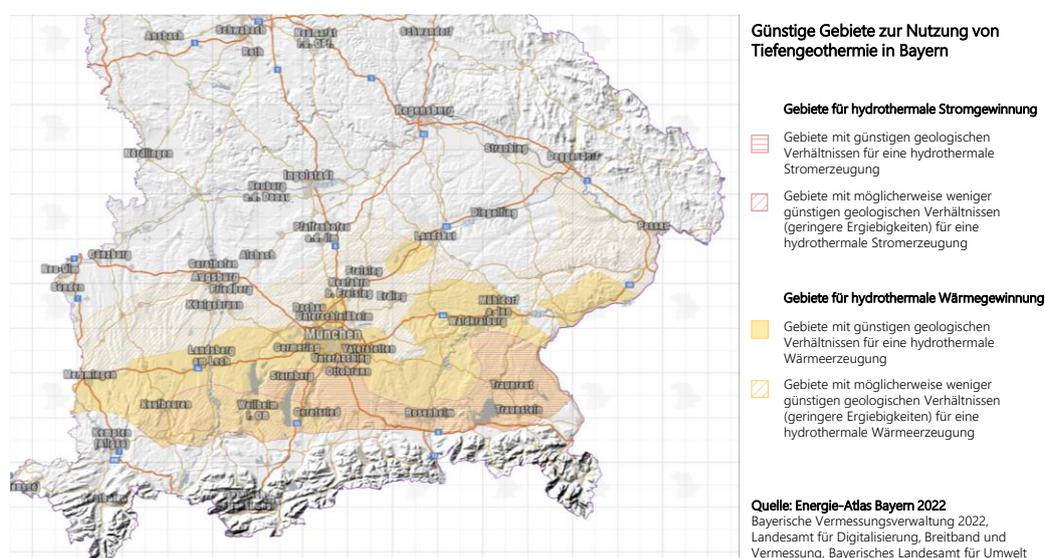


Abbildung 5-9: Günstige Gebiete zur Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern, Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern (Stand 2022) /BVL-01 22P/

Anhand der Abbildung 5-9 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-Ampel³ /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,

³ Über das Webtool kann gebäudescharf die Eignung von Wohngebäuden für die untersuchten Wärmepumpen-Technologien in einer interaktiven Karte darstellt und überprüft werden. Das Tool ist unter www.waermepumpen-ampel.de erreichbar.

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 5-10. 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 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.

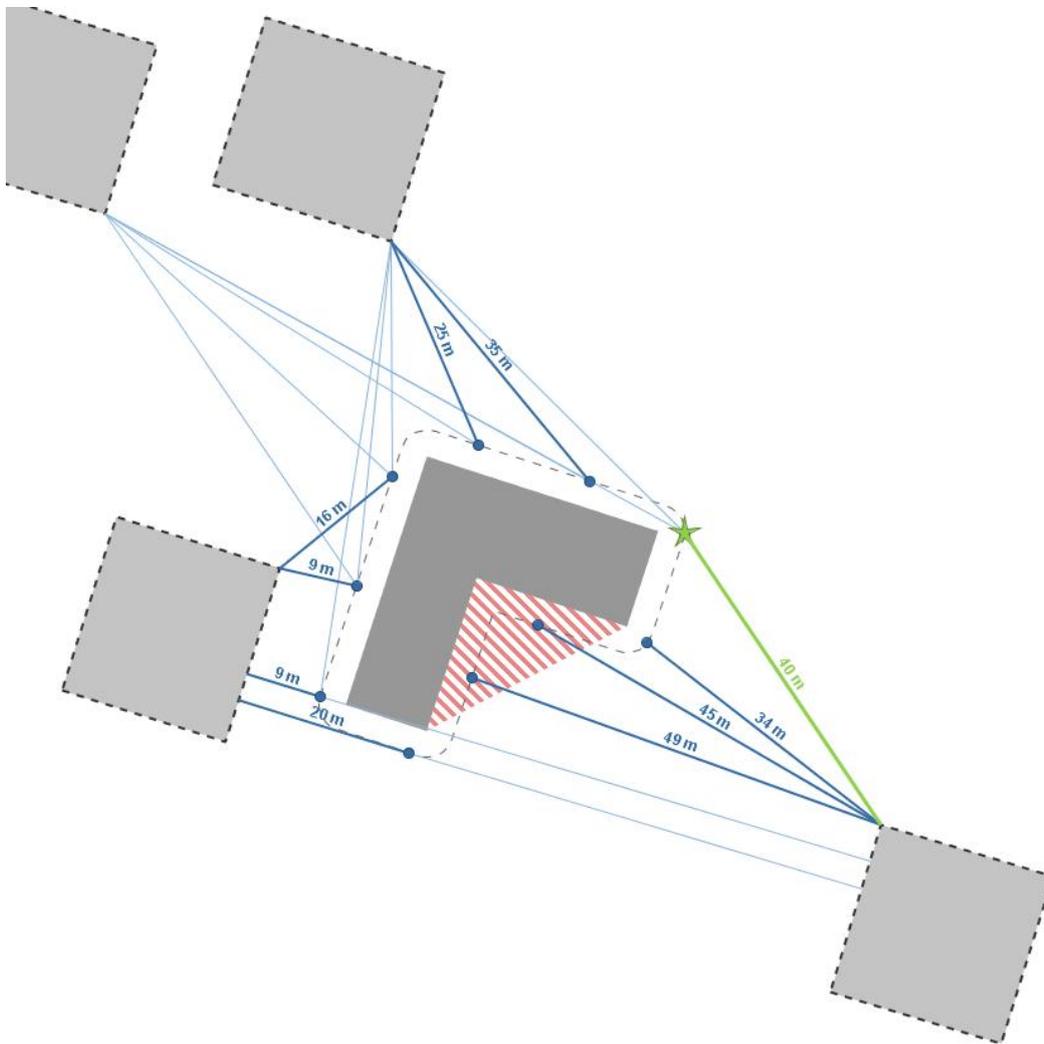


Abbildung 5-10: Ermittlung von Abständen zwischen Standorten für Luftwärmepumpen und Nachbarwohngebäuden, eigene Darstellung und Berechnungen

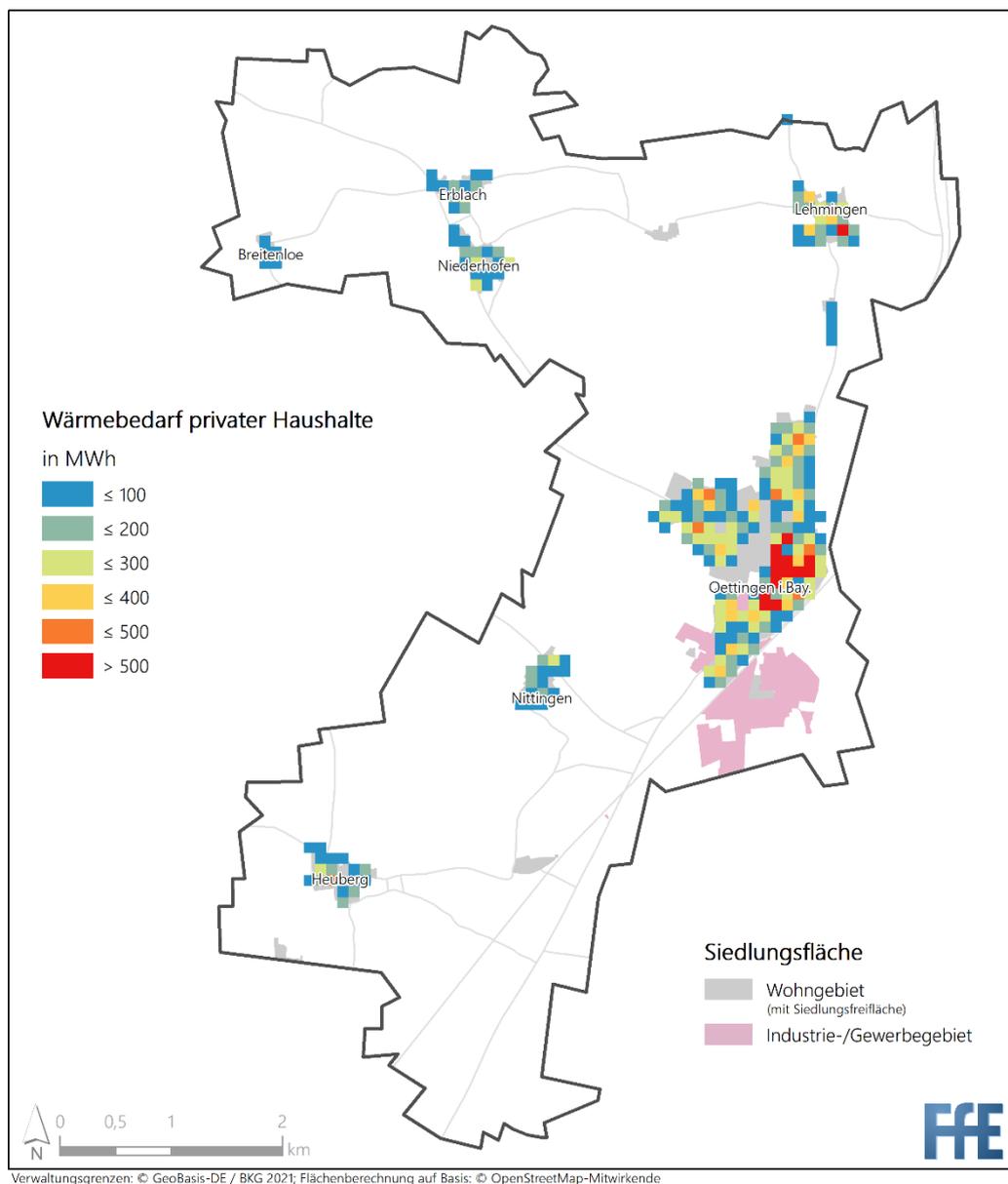


Abbildung 5-11: Wärmebedarf des Wohngebäudebestands in Oettingen i. Bay /FFE-65 22/

Abbildung 5-11 veranschaulicht den Wärmebedarf für das Stadtgebiet Oettingen. Die Auswertung ergab, dass rund 61 % des Wärmebedarfs des Oettinger Wohngebäudebestands durch Wärmepumpen gedeckt werden könnten. Das praktische Wärmeerzeugungspotenzial entspricht damit rund 30 GWh/a.

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 5-12 zeigen die Entwicklung des Strom- und Wärmeverbrauchs sowie den Endenergieverbrauch des Verkehrssektors in Oettingen für den gesamten Betrachtungszeitraum.

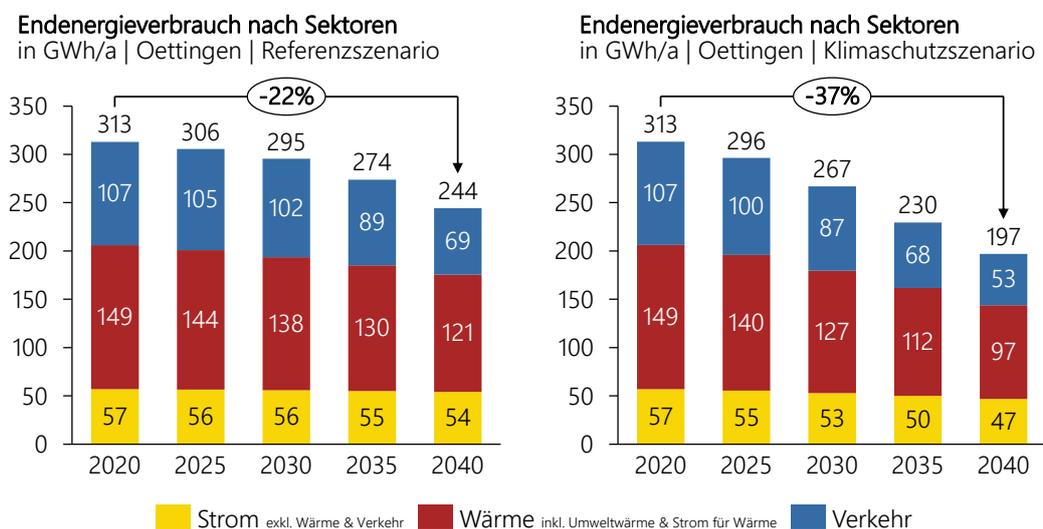


Abbildung 5-12: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (Strom, Wärme und Verkehr) in den zwei Zukunftsszenarien bis 2040

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 2020 beträgt im Referenzszenario 22 % bzw. 37 % 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.

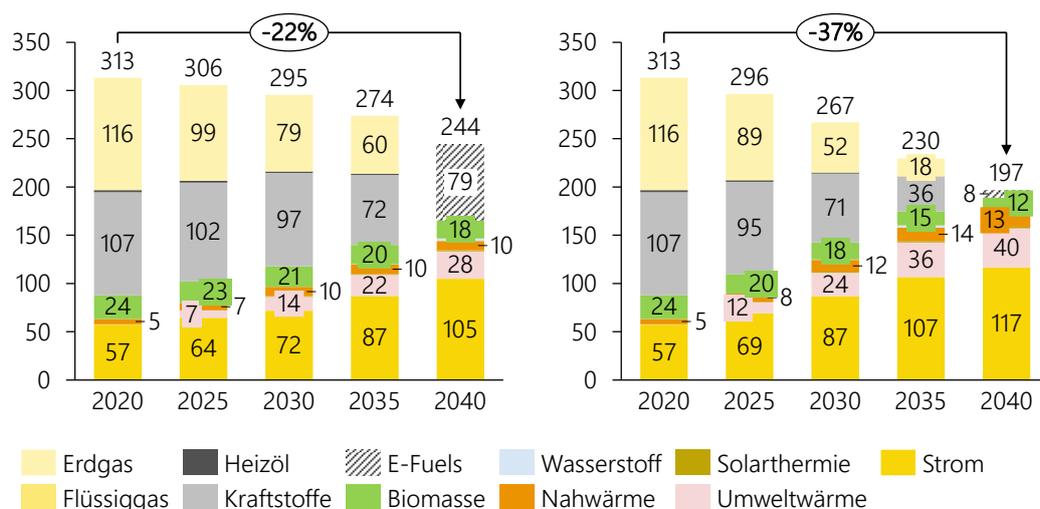


Abbildung 5-13: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in den zwei Zukunftsszenarien bis 2040

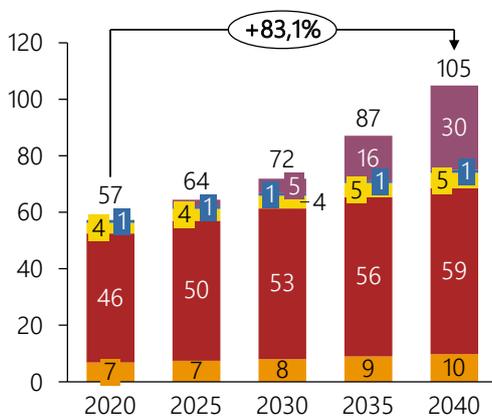
Abbildung 5-13 zeigt die Entwicklung des gesamten Endenergieverbrauchs nach Energieträgern. Diese Darstellung veranschaulicht den deutlichen Anstieg der Elektrifizierung bis 2040 sowohl im Referenz- als auch im Klimaschutzszenario. Im Gegensatz zu Abbildung 5-12 umfasst der Energieträger Strom in dieser 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 18 Prozent in 2020 auf 59 Prozent in 2040 an. Für den Endenergieverbrauch an Strom in 2040 sind maßgeblich Wärmepumpen, Elektrodenheizkessel, Elektroautos und sonstige Stromanwendungen verantwortlich. Der Einsatz von E-Fuels in 2040 ist auf 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.

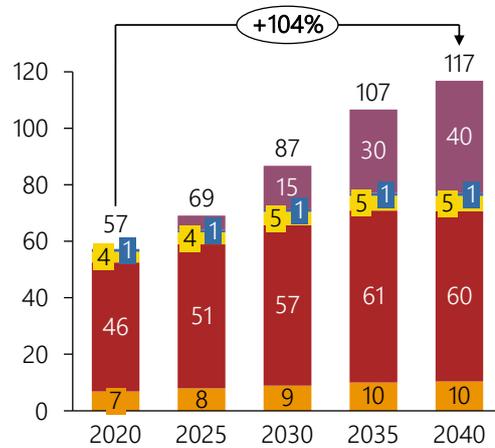
5.3.2 Entwicklung des Stromsektors

Wird der Strombedarf in die Zukunft bis 2040 fortgeschrieben, so ergeben sich folgende Entwicklungen für das Referenz- und das Klimaschutzszenario (siehe Abbildung 5-14).

Strombedarfsentwicklung nach Sektoren
in GWh/a | Oettingen | Referenzszenario



Strombedarfsentwicklung nach Sektoren
in GWh/a | Oettingen | Klimaschutzszenario



Private Haushalte
 Industrie
 GHD
 Öffentliche Einrichtungen
 Verkehr

Abbildung 5-14: Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren in zwei Zukunftsszenarien

Die Industrie hat mit über 80 % (2020) den Hauptanteil am Stromverbrauch in Oettingen. 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 30 GWh und im Klimaschutzszenario auf 40 GWh im Jahr 2040 an.

Einen weiteren Beitrag zum steigenden Strombedarf haben die ansteigenden Produktionsmengen in der Industrie und ein generelles Bevölkerungswachstum, das einen stärkeren Wärme- und Mobilitätsbedarf zur Folge hat. Der steigende Strombedarf übersteigt die Stromeffizienzgewinne dabei deutlich (vgl. Strom in Abbildung 5-12 und Abbildung 5-14).

Ohne verstärkte Klimaschutzanstrengungen steigt der Strombedarf im Referenzszenario bis 2040 um ca. 83 % an und bei Umsetzung einer konsequenten Klimaschutzpolitik verdoppelt 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.

Abbildung 5-15 zeigt den Beitrag der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien zur Deckung des steigenden Stromverbrauchs im Klimaschutzszenario. Die Abbildung veranschaulicht zu welchem Grad Oettingen 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 50 % und die PV-Freiflächenpotenziale zu 80 % erschlossen. Bilanziell entwickelt sich Oettingen zwischen den Jahren 2030-2035 so vom Stromimporteur zum Stromexporteur. Der Beitrag der Biomasse zur Stromerzeugung bleibt von 2020 bis 2040

dabei allerdings konstant. Die Windenergie leistet aufgrund der Potenzialberechnungen im Klimaschutzscenario keinen Beitrag zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (siehe Abschnitt 5.2.3).

Deckungsbeitrag Erneuerbarer Energien

in GWh/a | Oettingen | Klimaschutzscenario

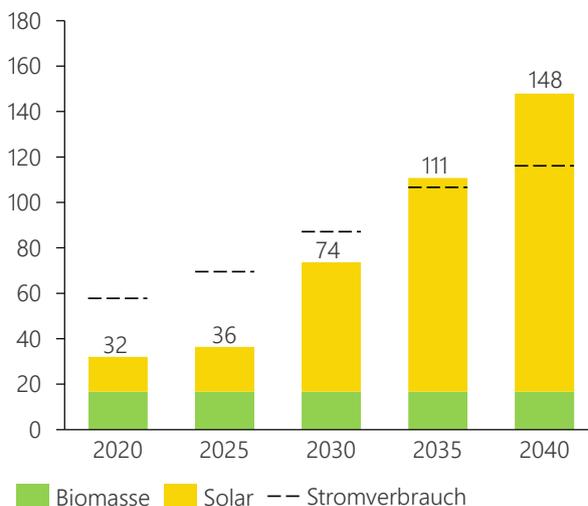
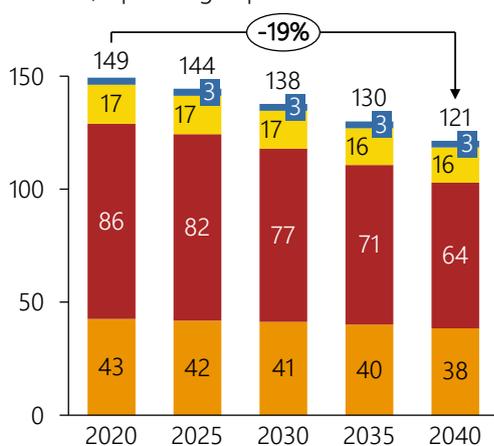


Abbildung 5-15: Deckungsbeitrag der Stromerzeugung aus Erneuerbarer Energien

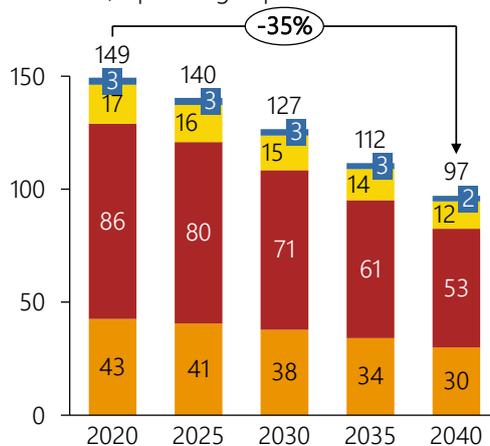
5.3.3 Entwicklung des Wärmesektors

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs zur Wärmebereitstellung nach Sektoren zeigt, dass die Industrie mit circa 60 % in 2020 den größten Anteil am Wärmebedarf hat (siehe Abbildung 5-16). Im Unterschied zu den anderen Sektoren ist der Wärmebedarf in der Industrie hauptsächlich auf die Prozesswärme zurückzuführen. Im Klimaschutzscenario ist eine wesentlich höhere Wärmebedarfseinsparung im Vergleich zum Ist-Zustand möglich. Der Wärmebedarf geht im Klimaschutzscenario um 52 GWh (-35 %) zurück, während er im Referenzscenario nur um 28 GWh (-19 %) sinkt.

Wärmebedarfsentwicklung nach Sektoren in GWh/a | Oettingen | Referenzscenario



Wärmebedarfsentwicklung nach Sektoren in GWh/a | Oettingen | Klimaschutzscenario



Private Haushalte Industrie GHD Öffentliche Einrichtungen

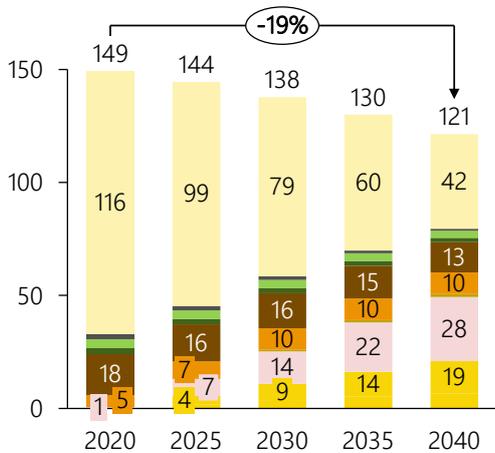
Abbildung 5-16: Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Sektoren in zwei Zukunftsszenarien

Die ambitionierten Sanierungstiefen und höheren Sanierungsraten im Klimaschutzszenario im Vergleich zum Referenzszenario führen zu diesem stärkeren Wärmebedarfsrückgang im Klimaschutzszenario (vgl. Tabelle 5-1 auf Seite 34). 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 Wärmebedarfsrückgang.

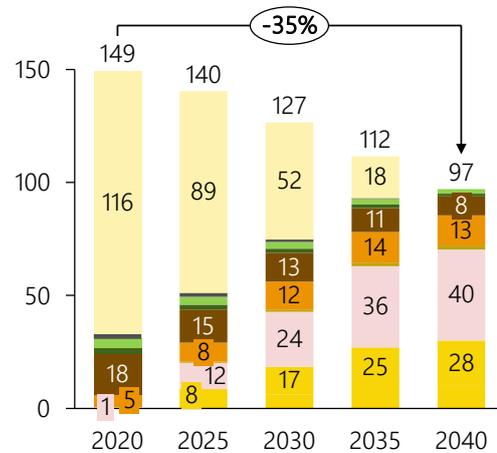
Diesem sinkenden Wärmebedarf wirkt der zusätzliche Wärmebedarf infolge steigender Produktionsmengen in der Industrie und der Wohnflächenzunahme, bedingt durch das Bevölkerungswachstum, entgegen. Die gesamte Wärmebedarfsabnahme wird dadurch in beiden Szenarien jedoch nur leicht gemindert.

Ergänzend zu Abbildung 5-16 zeigt Abbildung 5-17 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.

Wärmebedarfsentwicklung nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Referenzszenario



Wärmebedarfsentwicklung nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Klimaschutzszenario



Erdgas
 Heizöl
 Pellet
 Nahwärme
 Umweltwärme

 Flüssiggas
 Hackschnitzel
 Scheitholz
 Solarthermie
 Strom

Abbildung 5-17: Entwicklung des endenergetischen Wärmebedarfs nach Energieträgern in zwei Zukunftsszenarien

5.3.4 Entwicklung des Verkehrssektors

Sowohl im Klimaschutzscenario als auch im Referenzscenario wird der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in 2040 durch die Energieträger Strom, Wasserstoff und E-Fuels gedeckt. Im Klimaschutzscenario wird Wasserstoff ab 2030 für Schwerlast-LKW eingesetzt und steigt bis 2040 auf einen Anteil von 10 % an. Im Referenzscenario kommt Wasserstoff erst 2035 im Schwerlast-LKW Verkehr zum Einsatz.

Obwohl die Verkehrsentwicklung jährlich um 0,27 % zunimmt (vgl. Tabelle 5-1 auf Seite 34), sinkt der gesamte Endenergieverbrauch in Abbildung 5-18 im Referenzscenario um 38 GWh und im Klimaschutzscenario um 54 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.

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

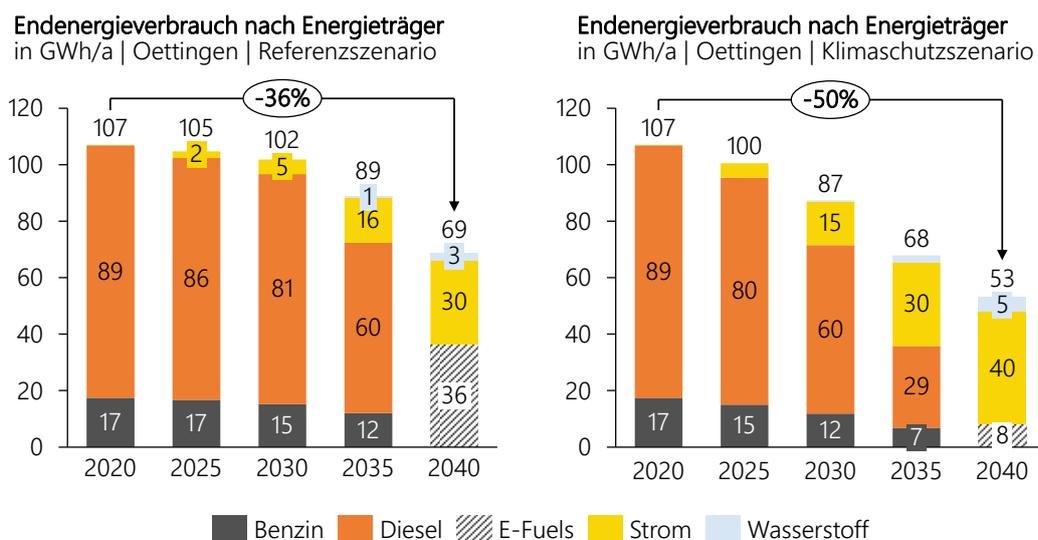


Abbildung 5-18: Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors in den zwei Zukunftsszenarien

5.3.5 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 auf Seite 76) /UBA-07 22/ /IIF-01 21P/. 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.

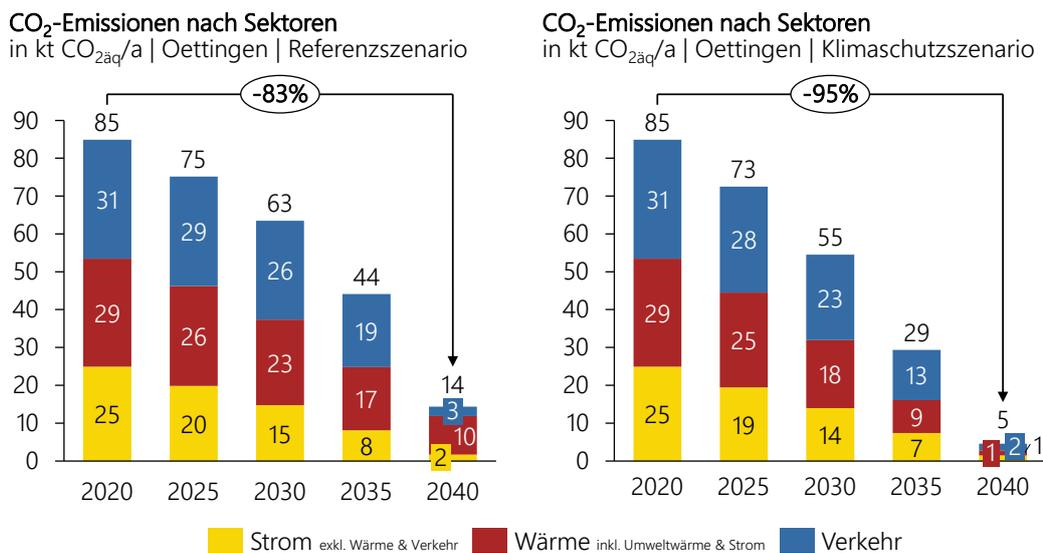


Abbildung 5-19: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den zwei Zukunftsszenarien

In Abbildung 5-19 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 5-12), verringern sich die CO₂-Äq.-Emissionen 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/ /BDD-01 21P/. 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 Seite 76).

Abbildung 5-20 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.

CO₂-Emissionen nach Sektoren
in kt CO₂äq/a | Oettingen | Referenzszenario

CO₂-Emissionen nach Sektoren
in kt CO₂äq/a | Oettingen | Klimaschutzszenario

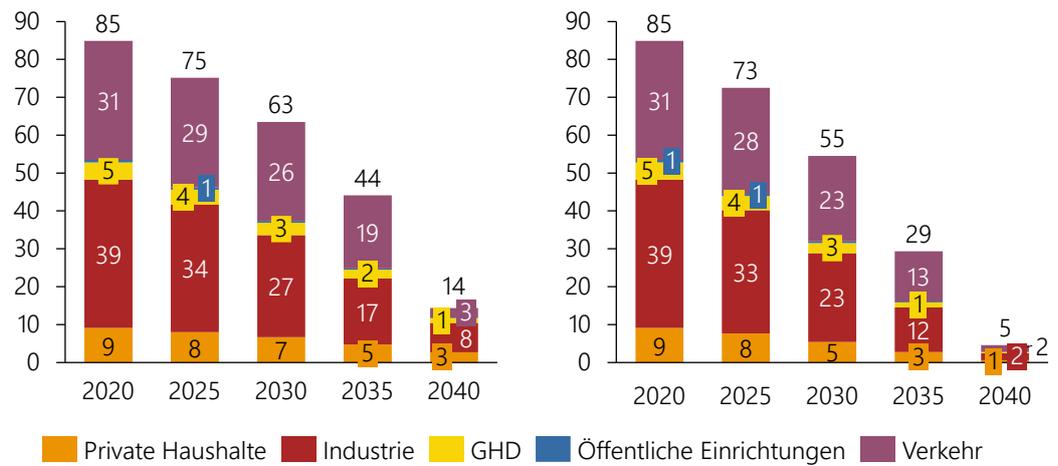


Abbildung 5-20: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den zwei Zukunftsszenarien nach Sektoren

Insgesamt können die Treibhausgasemissionen im Klimaschutzszenario bis 2040 auf 5 kt CO₂-Äq. pro Jahr reduziert werden. Das entspricht 9 kt CO₂-Äq. pro Jahr mehr als im Referenzszenario. Damit sinken die pro Kopf Emissionen in Oettingen im Klimaschutzszenario auf unter 1 t CO₂-Äq. pro Jahr.

6 Empfehlungen zu energie- und klimapolitischen Zielen

Zu Beginn des Klimaschutzkonzeptes wurde gemeinsam mit den Akteuren vor Ort ein übergeordnetes Leitbild zur Energiewende und Klimaschutz in Oettingen erarbeitet, welches im Anhang A.6 dargestellt ist. Hierbei wurden erste relevante Handlungsfelder und Maßnahmentreiber bereits 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 dem berechneten Klimaschutzszenario. 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 Oettingen. Ziel ist es, dass die CO₂-Emissionen bis 2040 um 95 % gegenüber 2020 sinken. Abbildung 6-1 zeigt die Emissionsreduktionsziele für die jeweiligen Stützjahre.

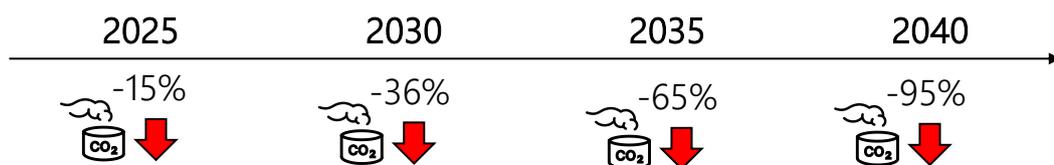


Abbildung 6-1: THG-Reduktionsziele gegenüber 2040

Der Bereich der erneuerbaren Stromerzeugung hat eine Verachtfachung (+754 %) der solaren Stromerzeugung mittels Photovoltaik-Anlage bis 2040 zum Ziel. Für die Realisierung dieses Ziels hat ein klimaneutrales Oettingen im Jahr 2040 eine installierte Leistung an Photovoltaikanlagen von 130 MW. Dafür bedarf es ungefähr einem Ausbau von 3.200 m² Dach- und Freiflächenphotovoltaikanlagen pro Monat von 2020 bis 2040⁴. Das entspricht ca. der Fläche eines halben Fußballfelds pro Monat. Abbildung 6-2 stellt die Ausbauziele solarer Stromerzeugung für die Stützjahre dar.



Abbildung 6-2: Ausbau der solaren Stromerzeugung gegenüber 2020

Im Bereich der Wärmeerzeugung werden die fossilen Energieträger (Erdgas, Flüssiggas und Heizöl) sukzessive durch erneuerbare Energieträger (Biomasse und Heizstrom) ersetzt. Ziel im Wärmebereich ist es, bis 2040 die komplette Wärmeversorgung klimaneutral bereitzustellen.

⁴ Für diese Rechnung wurde nicht zwischen Dachflächenphotovoltaik und Freiflächenphotovoltaik unterschieden. Für beide Typen wurde eine durchschnittliche Leistungsdichte von 150 W/m² angenommen.

Die Haupttreiber, die zu dieser Entwicklung führen, ist die Verbrauchsreduktion durch Gebäudesanierungen, der Ausbau der Nahwärme und der starke Ausbau von Wärmepumpen. Um in 2040 die fossilen Energieträger durch erneuerbare Wärmebereitstellung zu ersetzen, werden zusätzlich (im Vergleich zu 2022) 36 % der Wohngebäude energetisch saniert und 900 Wärmepumpen installiert. In einem Monat müssen dafür vier zusätzliche Wärmepumpen installiert und fünf Wohngebäude energetisch saniert werden. Abbildung 6-3 zeigt den prozentualen Rückgang der fossilen Energieträger zur Wärmebereitstellung über die Stützjahre.



Abbildung 6-3: Reduktion der fossilen Energieträger gegenüber 2020

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 2.900 (88 %) der in Oettingen zugelassenen PKWs elektrisch. Dafür werden monatlich im Schnitt 12 elektrische PKWs zugelassen. Abbildung 6-4 stellt die Ziele für den Anteil von Strom am Kraftstoffmix für die Stützjahre bis 2040 dar.



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

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

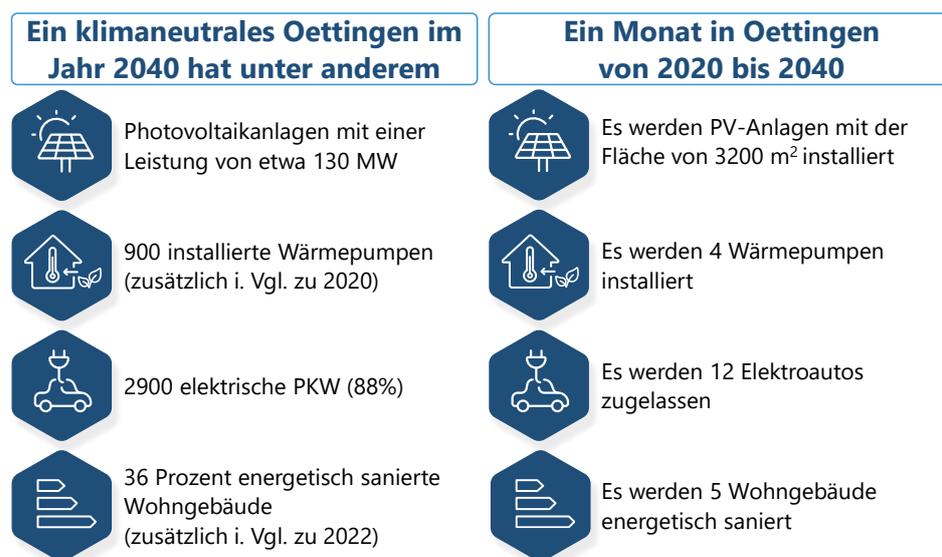


Abbildung 6-5: Maßnahmenbausteine zur Erreichung der Klimaschutzziele für Oettingen pro Monat und bis 2040

Anhang A.4 zeigt zusammenfassend die Ziele anhand der Entwicklung der Endenergieverbräuche für die Sektoren Private Haushalte, Industrie, GHD, Öffentliche Einrichtungen und Verkehr auf. Ergänzend dazu zeigt Anhang A.5 die Ziele der einzelnen Sektoren anhand der Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf.

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 Oettingen 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 vier Akteursworkshops 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 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.

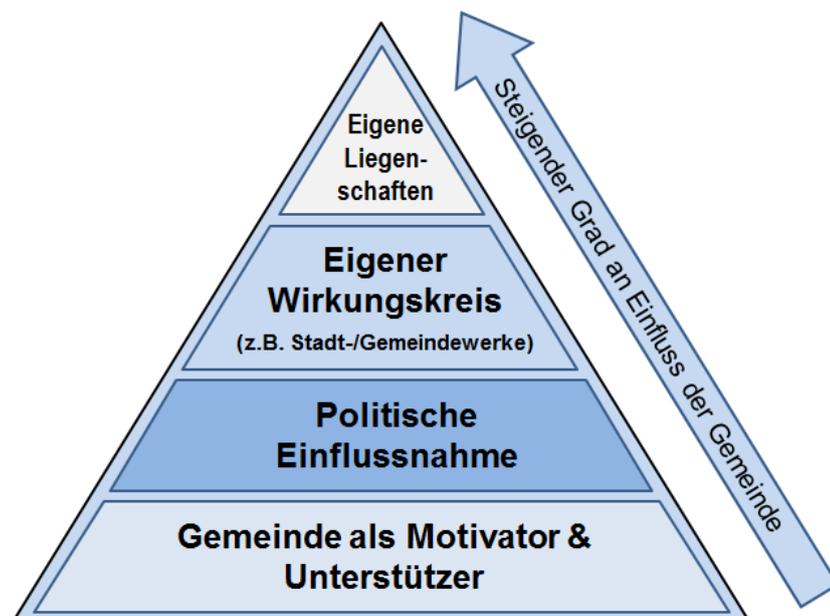


Abbildung 7-1: Pyramide der Handlungsoptionen der Stadt, eigene Darstellung

7.2 Maßnahmenentwicklung

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

- Klimaschutz in Gebäuden
- Klimaschutz in Unternehmen
- Klimaschutz in öffentlichen Einrichtungen
- Klimaschutz durch den Einsatz regenerativer Energien
- Energie im Alltag – Akzeptanzförderung
- Klimaschutz in der Mobilität

Bei der Maßnahmenerarbeitung wurde auf die Kompetenzen und Hintergründe der jeweiligen Akteure geachtet. Innerhalb der Gruppen wurden für jede Maßnahme Profile ausgefüllt, die eine Kurzbeschreibung der Maßnahmen, das Ziel der Maßnahme, Verantwortlichkeiten und erste Schritte der Umsetzung beinhalteten. Anschließend wurden die Maßnahmen anhand von drei Kriterien bewertet:

- Signifikanz der Maßnahme
- Klimarelevanz der Maßnahme
- Umsetzungsaufwand der Maßnahme

Jedes Kriterium wurde von 1 (hoch) bis 3 (gering) bewertet. Dabei wurde die Signifikanz einer Maßnahme von den Akteuren im Rahmen eines weiteren Workshops bewertet. Die Bewertung der Kriterien „Klimarelevanz der Maßnahme“ und „Umsetzungsaufwand der Maßnahme“ wurden anhand der fachlichen Einschätzung von Expert:innen der FfE vorgenommen. Zudem wurde das Signifikanzkriterium einer Maßnahme doppelt gewertet, um die Einschätzung der lokalen Akteure in Bezug auf die Signifikanz einer Maßnahme hervorzuheben und somit die Akteursperspektive besonders zu betonen.

7.3 Maßnahmenüberblick und Aufbereitung der Maßnahmen

Insgesamt wurden 42 Maßnahmen zu den sechs Maßnahmenkategorien ausgearbeitet. Tabelle 7-1 gibt eine Übersicht über die erarbeiteten Klimaschutzmaßnahmen für Oettingen in Abhängigkeit von den zugeordneten Kategorien.

Die Maßnahmen wurden final in einer umfangreichen Exceltabelle zusammengetragen und um notwendige Informationen ergänzt. Anhang A.8 zeigt einen Ausschnitt der Exceltabelle und die erfassten Inhalte der Maßnahmen.

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.7 im Anhang dargestellt.

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.

Tabelle 7-1: Übersicht des Maßnahmenkatalogs für Oettingen

Maßnahmenkategorie	Maßnahmentitel
Klimaschutz in Gebäuden	<ul style="list-style-type: none"> • PV-Anreize für Privathaushalte • Obligatorische Installation von Wärmepumpen für Neubauten • Energetische Sanierung von Bestandsgebäuden <ul style="list-style-type: none"> • Installation und Förderung von Balkonkraftwerke • Mindestgröße für Zisternen
Klimaschutz in Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Industrielle Abwärmenutzung • Erstellung von Transformationskonzepten • Lernende Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerke <ul style="list-style-type: none"> • Ladeinfrastruktur bei Betrieben • Überdachte PV-Parkplätze
Klimaschutz in öffentlichen Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> • Energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften • PV-Anlagen auf Grund- und Mittelschulen mit Infoveranstaltung und Sommerfest • PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden • Energieeffizienz bei der Klärschlammbehandlung und Klärschlammverwertung • Visualisierung von PV-Erzeugung und CO₂-Einsparungen <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerk mit Landkreisgemeinden • PV-Anlagen auf Straßenleuchten / iLamp (mit WLAN) • Betriebszeitoptimierung der Straßenbeleuchtung • Monitoring der Energiewende
Regenerative Energien	<ul style="list-style-type: none"> • Obligatorische Installation von PV-Anlagen auf Neubauten • Avifaunistisches Gutachten • Neuprüfen von „unattraktiven Flächen“ für Freiflächen-PV-Anlagen • Dachflächen PV auf Bestandsgebäuden <ul style="list-style-type: none"> • Freiflächen-PV entlang der Bahnstrecke erschließen • Nutzung von Wärme aus Biogasanlagen • Netzausbau Wärme • Netzausbau Strom
Energie im Alltag – Akzeptanzförderung	<ul style="list-style-type: none"> • Vortragsreihe zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit • Bewusste Ernährung – Aufklärung und Information • Weiterführung und Ausbau von (Schul-) Wettbewerben • Gutscheinbuch für nachhaltige Aktionen • Pflanzen von Bäumen • Schulprojekt „Von Kindern für Eltern“ • Ausgabe von intelligenten Heizkörperthermostaten für Bevölkerung <ul style="list-style-type: none"> • Gründung eines Klimaschutzfonds für die Maßnahmenumsetzung • Publimachen und Nutzung der Best-Practice-Plattform des Landkreises • Einführung eines Klimastammtisches • Energiemonitoring (Netzbetreiber) zur öffentlichen Visualisierung von Erzeugung und Verbrauch in Echtzeit
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Dienstrad als Dienstfahrzeug • Ausbau öffentlicher Ladestationen <ul style="list-style-type: none"> • Ausbau öffentlicher Verkehrsmittel (Rufbus) • Erhöhung des Angebots für Bike- und Carsharing

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 sind in der Maßnahmenkategorie „Energie im Alltag – Akzeptanzförderung“ enthalten (vgl. Tabelle 7-1 auf Seite 62). Besonders hervorzuheben sind die Maßnahmen der Kommunikationsstrategie, die in dieser Kategorie die höchsten Prioritäten erreicht haben:

Weiterführung und Ausbau von (Schul-) Wettbewerben

Das Thema Energie und Klimaschutz muss kontinuierlich am Laufen gehalten werden. Die Weiterführung von Schulwettbewerben zu diesem 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 Schulwettbewerbe 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. 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...)

3. 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.

Publikmachen und Nutzung der Best-Practice-Plattform des Landkreises

In der digitalen Broschüre "Best Practice Nachhaltigkeit" und "Best Practice Energie und Klimaschutz" sind über 100 Projektbeschreibungen gelistet, die als Anregung für den Landkreis dienen Klimaschutzprojekte umzusetzen. Die Liste an Projekten ist dabei nichts Abgeschlossenes, sondern soll genutzt und kontinuierlich erweitert werden. Durch Nutzung der digitalen Best-Practice-Plattform des Landkreis Donau-Ries soll ein Überblick über die wichtigsten Eckdaten und Hintergrundinformationen sowie relevante Ansprechpartner:innen zu Energiewende-Projekten ermöglicht werden und neu umgesetzte Projekte eingepflegt werden.

Eine verbreitete Nutzung der Best Practice Plattform des Landkreis Donau Ries trägt dazu bei, dass Erfolge im Klimaschutz sichtbar gemacht werden und Unternehmen und Einzelpersonen motiviert werden, sich ebenfalls zu engagieren.

Vortragsreihe zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Als eine weitere Maßnahme zur Steigerung des Klimaschutzbewusstseins in der Bevölkerung, der Aufklärung und Wissensbildung können Vortragserien 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. Diese Maßnahme wird aktuell durch die Kommunalrichtlinie bei Konsultation eines externen Beraters gefördert.

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 (Best-Practice Plattform, 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 Oettingen 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 Oettingen 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. 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 18P/:

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.

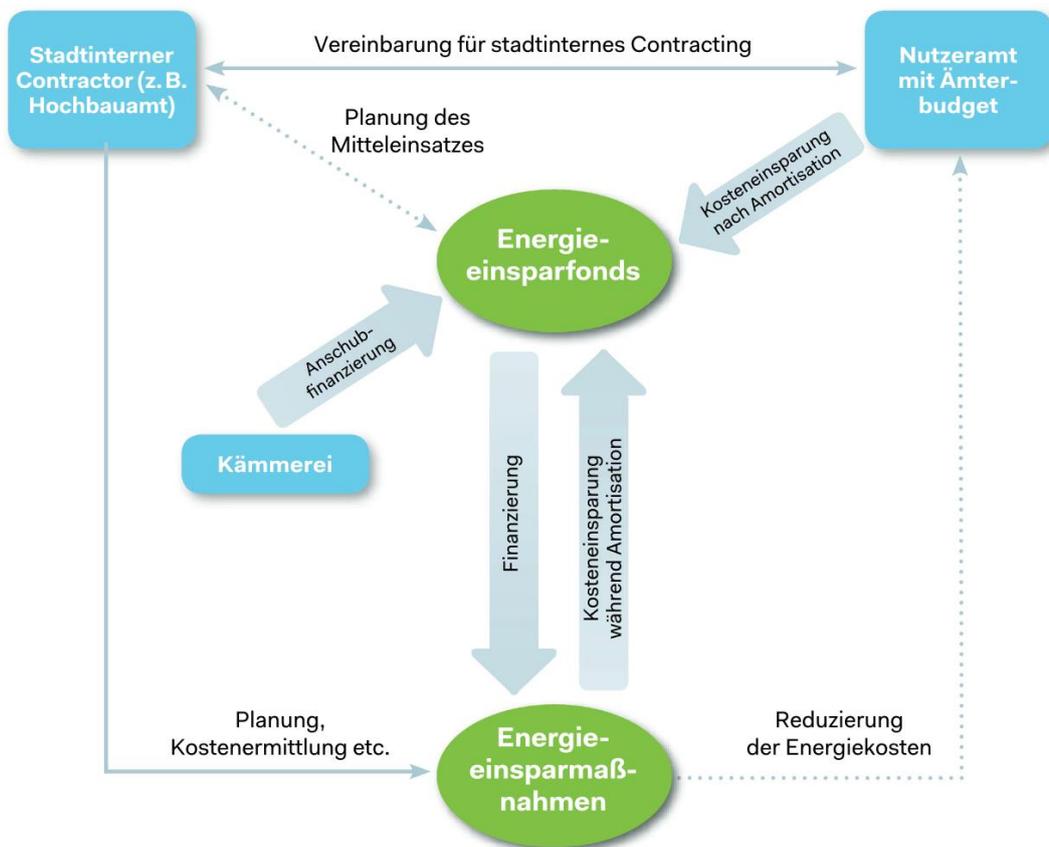


Abbildung 9-1: Möglichkeit zur Eigenfinanzierung von Klimaschutzmaßnahmen – stadtinternes Contracting /DIU-02 18P/

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 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 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.

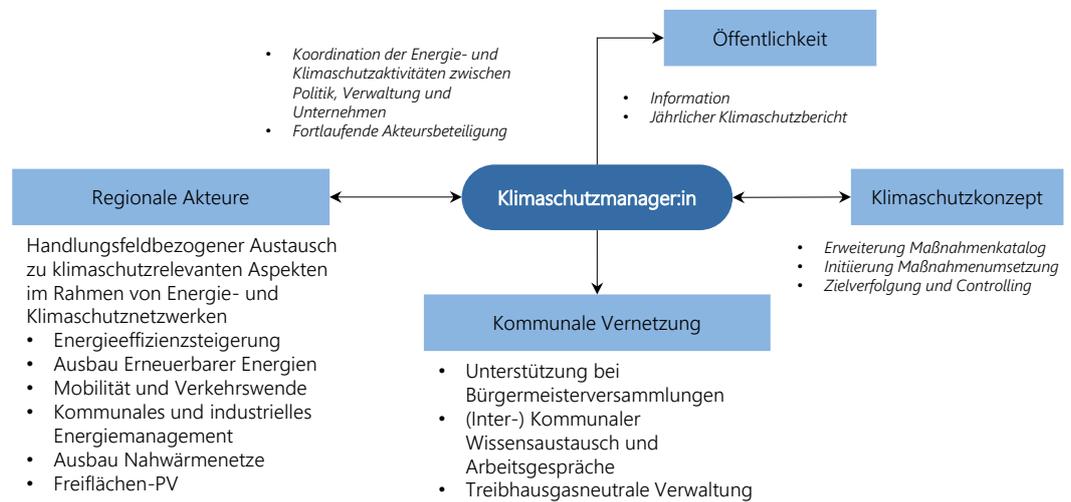


Abbildung 9-2: Verstetigungsprozess in Oettingen

10 Controlling- und Evaluationskonzept

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes wurden für die Stadt Oettingen 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 Oettingen 41 konkrete Maßnahmen ausgearbeitet. Die wohl wichtigste Aufgabe ist es nun, die erarbeiteten Maßnahmen in der Region umzusetzen. Um den Erfolg der Klimaschutzaktivitäten der Stadt Oettingen 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 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.

Zielüberprüfung: Ausbau der Biomasse-Bestandsanlagen

Der Fortschritt beim Ausbau der Biomasse kann an folgendem Parameter fest gemacht werden:

- Erzeugte und genutzte Energie aus:
 - Biogasanlagen
 - Heizwerken
 - Hackschnitzelanlagen
- Anzahl von Zusammenschlüssen und Vereinigungen zum Ausbau von Bestandsanlagen und Biomasseprojekten.

Die Zunahme der genutzten Energie aus verschiedenen Biomasseanlagen ist ein direkter Indikator, um den Fortschritt in diesem Bereich zu messen. Wichtig ist, dass im Fall von Oettingen insbesondere der Fortbestand von Altanlagen geprüft wird. So können der Rückbau und der Ersatz alter Anlagen berücksichtigt werden. Dabei ist nicht nur die Anzahl der Anlagen entscheidend, sondern auch die erzeugte Energie. Die Zunahme der Leistung von BHKWs, die ins Stromnetz einspeisen, kann beim regionalen Netzbetreiber erfragt werden.

Einen weiteren Indikator stellt, der Ausbau von Interessensverbänden zu diesem Thema dar. Das können zum Beispiel Vereine oder Genossenschaften sein, die das Ziel haben, Nahwärmenetze weiter auszubauen oder zu erschließen. Die Zunahme der Projektgemeinschaften kann anhand der von diesen entfaltenen Aktivitäten abgeschätzt werden. Aktivitäten können öffentliche Versammlungen, Gründungen von z. B. Vereinen und Anträge zu Teilgenehmigungen sein.

Wichtig ist es, auch die Bestrebungen von Anlagenbetreibern und Investoren in der Region zu beobachten, um den Fortschritt überwachen zu können.

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 Oettingen.

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 Stromtankstellen
- 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.

Literatur

- 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-06 21 Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland - Daten für die Jahre von 1990 bis 2020. Münster: AGEB Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., 2021.
- BAFA-04 22P Bestandsdaten der BAFA im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP) für das Stadtgebiet Oettingen - Biomasse, Solarthermie & Wärmepumpen. Eschborn: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2022.
- BLFS-01 20P Statistik kommunal 2020 - Stadt Oettingen i.Bay.. Fürth: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2020.
- BLFS-01 22P Statistik kommunal 2021 - Stadt Oettingen i.Bay.. Fürth: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2022.
- BLFS-03 22P Statistik kommunal 2021 - Landkreis Donau-Ries. Fürth: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2022.
- BMWK-01 22 Eröffnungsbilanz Klimaschutz. Berlin: BMWK, 2022.
- BNETZA-14 22 Marktstammdatenregister. In <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Akteur/Marktakteur/IndexOeffentlich>. (Abruf am 2022-03-15); Bonn: Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2022.
- BVL-01 22P Günstige Gebiete zur Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern. München: Bayerische Vermessungsverwaltung, Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2022.
- CORR-01 13 Corradini, Roger: Regional differenzierte Solarthermie-Potenziale für Gebäude mit einer Wohneinheit. Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. Herausgegeben durch die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), München 2013 – ISBN 978-3-941802-26-1; ISBN-A 10.978.3941802/261.
- DDU-01 20P Tekles, Herbert: Sozialraumanalyse für die Stadt Oettingen i.Bay.. Pocking: DEMOSPLAN Demographische und soziale Planungen, 2020.
- DIU-02 18P Link, Greta: Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden - 3., aktualisierte 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
- DWD-02 12 Digitale Weibulldaten der Windgeschwindigkeit für gesamt Deutschland im 200-m-Raster. Offenbach: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2012
- DWD-03 20P Globalstrahlung in Deutschland - Jahressumme 2020. Offenbach: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2020.
- EGSW-01 20 Gasabsatzdaten im Versorgungsgebiet Oettingen. Augsburg: Gasnetzbetreiber Erdgas Schwaben, 2020.
- ENE-03 22P Energiedaten und Auswertung der Elektroladesäule in der Kellerstraße 15 in Oettingen. Augsburg: Energie Schwaben, 2022.
- 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
- FFE-101 21P Veitengruber, Frank: Jährliches Monitoring der Energieverbrauchs- und Erzeugungsdaten im Landkreis Donau-Ries. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2021.

FFE-18 14 Serafin von Roon; Steinert, Corinna; Rebitzer, Simon: Energienutzungsplan für den Landkreis Donau-Ries. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2014 – ISBN: 978-3-945029-98-5, ISBN-A: 10.978.3945029/985

FFE-51 14 The FfE Regionalized Energy System Model (FREM). Munich: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), 2014

FFE-65 22 Wärmepumpen-Ampel. In <https://waermepumpen-ampel.ffe.de>. (Abruf am 2022-10-19); München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., 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: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH & Öko-Institut e.V., 2021.

FNR-01 21P Stromerzeugung aus Biomasse 2021. Gülzow-Prüzen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2021.

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.

IIF-01 21P 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.

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

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.

KBA-11 21P Verkehr in Kilometern (VK) - Zeitreihe 2014 - 2020. In https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Kraftverkehr/VK/vk_2020.xlsx. (Abruf am 2021-12-21); Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), 2021.

KOM-01 19P Richtlinien zum Umwelt-Förderschwerpunkt „Klimaschutz in Kommunen“ im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (Förderrichtlinien Kommunaler Klimaschutz – KommKlimaFöR) (KommKlimaFöR). Ausgefertigt am 2019-12-05; München: Bayerisches Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz, 2019.

LFU-01 14 Energie-Dreisprung in: http://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/co2_minderung/pic/276411_gr.jpg. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), 2014

NEN-01 22P Energiedaten und Auswertung der Elektroladesäule in der Bachgasse 10 in Oettingen. Nürnberg: N-ERGIE Netz GmbH, 2022.

NERGIE-01 20 Stromverbrauchs- und erzeugungsdaten im Versorgungsgebiet Oettingen. Nürnberg und Ellwangen: Stromnetzbetreiber N-Ergie Netze GmbH und Stromnetzbetreiber EnBW Ostwürttemberg DonauRies AG, 2020.

NIO-01 22 Datenerhebung für Wärmenetze, Absatzdaten im Versorgungsgebiet und Informationen zu Erzeugungsanlagen. Oettingen: Nahwärmenetzbetreiber in Oettingen, 2022.

RPVA-01 06 Regionalplan Augsburg (9) 2006. Augsburg: Regionaler Planungsverband Augsburg, 2006

RPVA-01 13 Gesamtauswertung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Sichtbeziehungen im Ries in: Regionalplan Augsburg - Fortschreibung Kapitel Windenergie Landschaftsbild Rieskrater. Augsburg: Regionaler Planungsverband Augsburg, 2013

STAT-15 22P Entwicklung der weltweiten Ackerfläche pro Kopf in den Jahren 1961 bis 2020. Hamburg: Statista GmbH, 2022.

STMUG-01 05 Oberflächennahe Geothermie - Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund. Ein Überblick für Bauherren, Planer und Fachhandwerker in Bayern.

- München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), 2005
- STMUV-01 13 Fachinformationssystem Naturschutz (FIS-Natur) in: http://www.lfu.bayern.de/natur/fis_natur/index.htm. München: Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), 2013
- STMWI-01 22 Energie-Atlas Bayern – Energiebedingte CO₂-Emissionen. In https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten/co2.html. (Abruf am 2022-03-15); München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2022.
- STMWI-02 13 Energie-Atlas Bayern - Web Map Service in: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?0>. München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, 2013
- STMWI-04 22P Biomasse - Daten und Fakten. In https://www.energieatlas.bayern.de/thema_biomasse/daten. (Abruf am 2022-06-22); München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2022.
- TUB-01 05 Köhler, Silke: Geothermisch angetriebene Dampfkraftprozesse - Analyse und Prozessvergleich binärer Kraftwerke - Zur Erlangung des akademischen Grades Doktorin der Ingenieurwissenschaften. Berlin: Technische Universität Berlin, 2005
- UBA-04 21 Strom- und Wärmeversorgung in Zahlen. In: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen#Kraftwerke>. (Abruf am 2021-06-07); Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2021.
- UBA-04 22 Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>; Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2022.
- UBA-07 22 Icha, Petra: Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2021. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2022.
- VDR-01 21P Zahlen und Fakten der VDR. In http://www.vdr-bus.de/Zahlen_und_Fakten/zahlen_und_fakten.html. (Abruf am 2021-12-22); Nördlingen: Verkehrsgemeinschaft Donau-Ries-VDR, 2021.

A. Anhang

A.1 Emissionsfaktoren zur THG-Bilanzierung

g CO ₂ -Äq./kWh	2020	2022	2025	2030	2035	2040
Erdgas	234,2	234,7	235,6	237,0	224,4	211,8
Flüssiggas	234,2	234,7	235,6	237,0	224,4	211,8
Heizöl	313,9	313,2	312,0	310,1	307,1	304,1
Hackschnitzel	17,3	16,6	15,4	13,5	12,6	11,7
Pellet	17,4	16,5	15,3	13,1	11,0	8,8
Scheitholz	12,6	11,7	10,4	8,2	8,2	8,2
Nahwärme	29,9	28,9	27,5	25,1	22,7	20,3
Solarthermie	19,1	18,5	17,7	16,2	14,3	12,3
Umweltwärme	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Strom	438,0	403,2	351,0	264,0	147,6	31,2
Wärmepumpe	438,0	403,2	351,0	264,0	147,6	31,2
Elektrodenheizkessel	438,0	403,2	351,0	264,0	147,6	31,2
Photovoltaik	25,7	24,8	23,5	21,2	20,7	20,2
Windkraft	8,7	8,6	8,4	8,1	7,3	6,4
Benzin	298,2	289,9	277,4	256,5	231,6	206,7
Diesel	292,4	285,1	274,2	256,0	233,3	210,6
Biogas	99,4	93,3	84,2	69,0	69,0	69,0
Biomethan	112,7	105,9	95,9	79,0	79,0	79,0
Wasserstoff	755,0	684,6	579,0	403,0	223,3	46,0
E-Fuels						40,0

Quelle: GEMIS 5.0, Umweltbundesamt, eigene Berechnungen

A.2 Indikatoren anhand der Szenarienanalyse

Tabelle A-1: Indikatorenvergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs bis 2040 (Referenzszenario)

kWh/EW	2020	2025	2030	2035	2040
Strom	10.935	10.765	10.424	9.918	9.286
Wärme	28.637	27.513	25.687	23.421	20.865
Verkehr	20.550	19.945	18.989	15.990	11.826
Summe	60.122	58.222	55.099	49.329	41.977

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

kWh/EW	2020	2025	2030	2035	2040
Strom	10.935	10.571	9.867	9.017	8.060
Wärme	28.686	26.738	23.609	20.099	16.673
Verkehr	20.550	19.143	16.298	12.241	9.102
Summe	60.171	56.452	49.774	41.356	33.835

Tabelle A-3: Indikatorenvergleich der spezifischen Strombedarfsentwicklung bis 2040 (Referenzszenario)

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	1.316	1.415	1.498	1.613	1.679	kWh/EW
Industrie	13.882	14.788	15.098	14.703	13.686	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
GHD	1.154	1.236	1.267	1.304	1.278	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	173	174	173	170	163	kWh/EW
Verkehr	18	448	983	3.037	5.759	kWh/EW

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

kWh/EW	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	1.316	1.517	1.659	1.807	1.781	kWh/EW
Industrie	13.882	15.183	16.082	15.863	14.057	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
GHD	1.154	1.278	1.335	1.376	1.259	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	173	171	173	168	156	kWh/EW
Verkehr	18	970	2.964	5.685	7.659	kWh/EW

Tabelle A-5: Indikatorenvergleich der spezifischen Wärmebedarfsentwicklung bis 2040 (Referenzszenario)

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	8.169	7.970	7.689	7.217	6.608	kWh/EW
Industrie	26.292	24.594	21.714	18.425	15.019	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
GHD	5.254	5.066	4.741	4.239	3.634	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	596	592	579	551	512	kWh/EW

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

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	8.169	7.727	7.041	6.134	5.137	kWh/EW
Industrie	26.292	23.931	19.999	15.922	12.272	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
GHD	5.254	4.912	4.333	3.587	2.811	kWh/soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	596	584	547	491	422	kWh/EW

Tabelle A-7: Indikatorenvergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen bis 2040 (Referenzszenario)

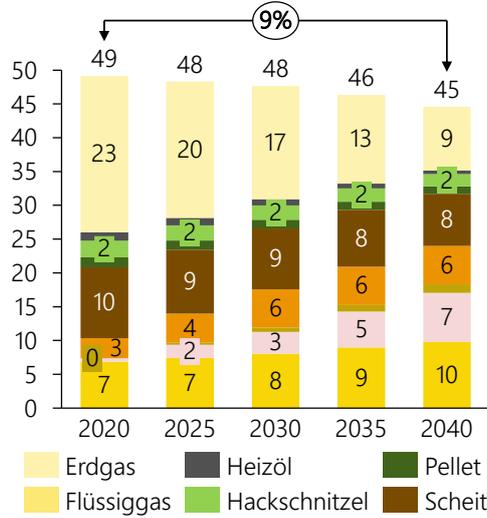
	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	1,7	1,5	1,2	0,9	0,5	t CO ₂ -Äq./EW
Industrie	11,9	10,0	7,6	4,5	1,8	t CO ₂ -Äq./soz.vers.pfl. Besch.
GHD	1,4	1,2	0,9	0,6	0,3	t CO ₂ -Äq./soz.vers.pfl. Besch.
ÖE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	t CO ₂ -Äq./EW
Verkehr	6,0	5,5	4,9	3,5	0,4	t CO ₂ -Äq./EW

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

	2020	2025	2030	2035	2040	
PHH	1,7	1,5	1,0	0,5	0,1	t CO ₂ -Äq./EW
Industrie	11,9	9,7	6,6	3,1	0,4	t CO ₂ -Äq./soz.vers.pfl. Besch.
GHD	1,4	1,1	0,8	0,3	0,1	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	4,2	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 | Oettingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Klimaschutzszenario

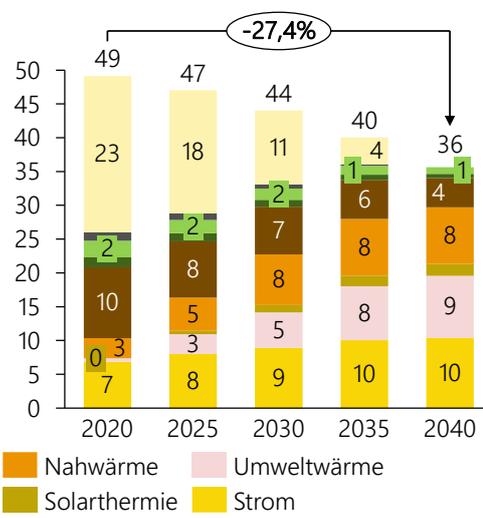
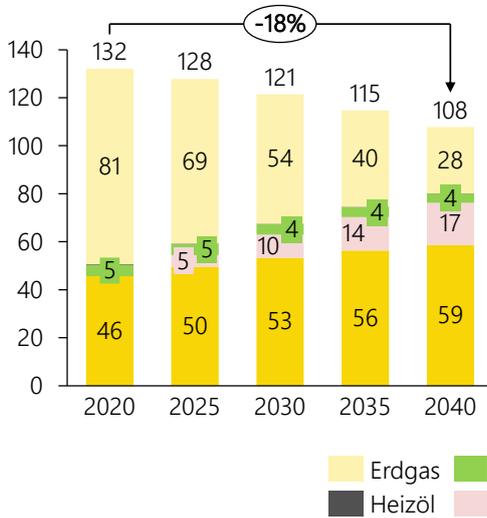


Abbildung A-1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für die privaten Haushalte

Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Klimaschutzszenario

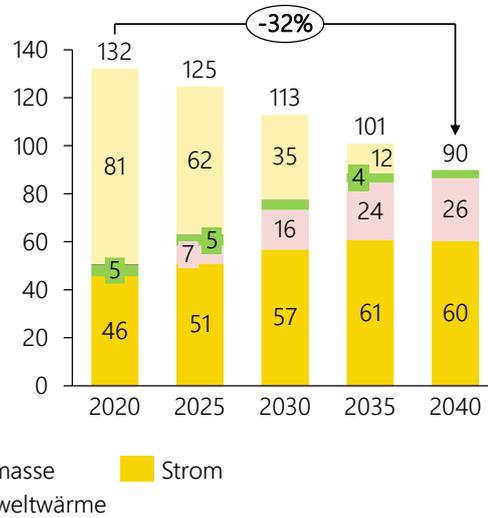
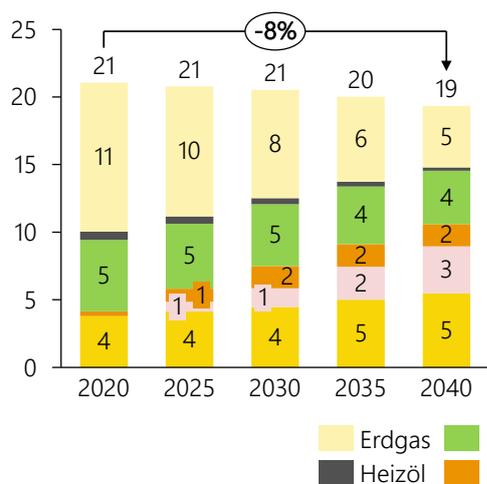


Abbildung A-2: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für die Industrie

Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Klimaschutzszenario

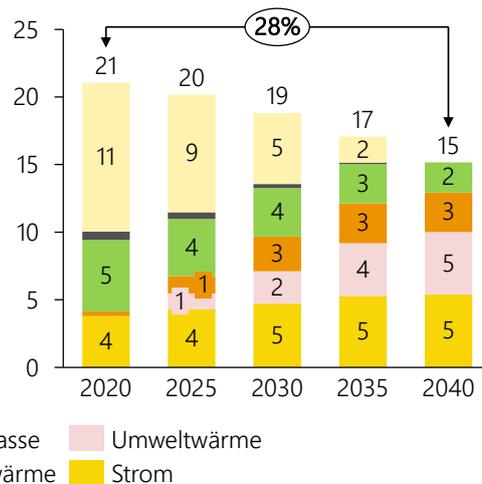
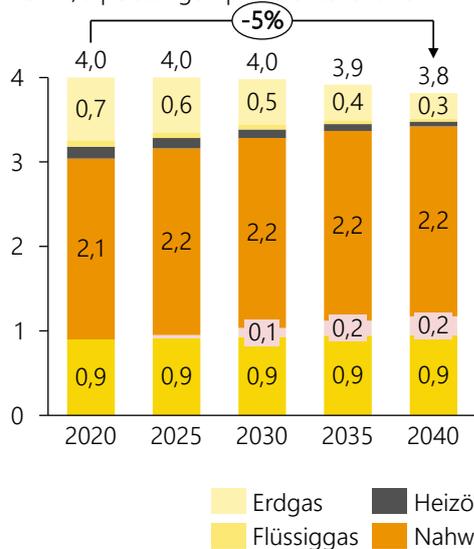


Abbildung A-3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für Gewerbe, Handel & Dienstleistungen

Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Referenzszenario



Endenergieverbrauch nach Energieträger
in GWh/a | Oettingen | Klimaschutzszenario

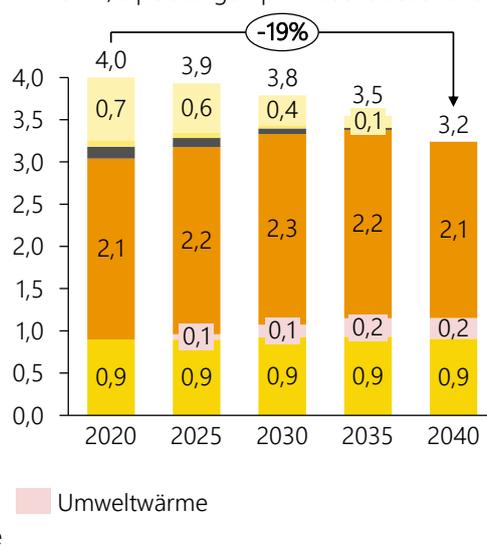


Abbildung A-4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger für öffentliche Einrichtungen

A.4 Empfehlungen für Ziele der EEV-Entwicklung nach Sektoren

GWh Rückgang in %/a	2020	2025	2030	2035	2040
Private Haushalte	49,1 GWh	47 GWh 4,2%	44 GWh 6,4%	40,1 GWh 9%	35,6 GWh 11%
Industrie	132 GWh	125 GWh 5,6%	113 GWh 9,5%	101 GWh 10,6%	90 GWh 10,9%
Gewerbe, Handel & Dienstleistungen	21,1 GWh	20,2 GWh 4,3%	18,8 GWh 6,7%	17,1 GWh 9,3%	15,2 GWh 11,2%
Öffentliche Einrichtungen	4,0 GWh	3,9 GWh 1,7%	3,8 GWh 3,7%	3,5 GWh 6,4%	3,2 GWh 8,6%
Verkehr	107 GWh	100,5 GWh 6,1%	87,4 GWh 13%	67,9 GWh 22,3%	53,0 GWh 22%

*Die Ziele richten sich nach dem berechneten Klimaschutzszenario

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

kt CO ₂ -Äq. Rückgang in %/a	2020	2025	2030	2035	2040
Private Haushalte	9,1 ktCO ₂ -Äq.	7,7 ktCO ₂ -Äq 16%	5,4 ktCO ₂ -Äq 29%	2,7 ktCO ₂ -Äq 50%	0,6 ktCO ₂ -Äq 79%
Industrie	39,2 ktCO ₂ -Äq.	32,5 ktCO ₂ -Äq 17%	23,4 ktCO ₂ -Äq 28%	11,8 ktCO ₂ -Äq 50%	1,9 ktCO ₂ -Äq 84%
Gewerbe, Handel & Dienstleistungen	4,5 ktCO ₂ -Äq.	3,8 ktCO ₂ -Äq 16%	2,7 ktCO ₂ -Äq 29%	1,3 ktCO ₂ -Äq 50%	0,2 ktCO ₂ -Äq 81%
Öffentliche Einrichtungen	0,7 ktCO ₂ -Äq.	0,6 ktCO ₂ -Äq 19%	0,4 ktCO ₂ -Äq 26%	0,2 ktCO ₂ -Äq 45%	0,1 ktCO ₂ -Äq 69%
Verkehr	31,4 ktCO ₂ -Äq.	28 ktCO ₂ -Äq 11%	22,6 ktCO ₂ -Äq 19%	13,3 ktCO ₂ -Äq 41%	1,8 ktCO ₂ -Äq 86%

*Die Ziele richten sich nach dem berechneten Klimaschutzszenario

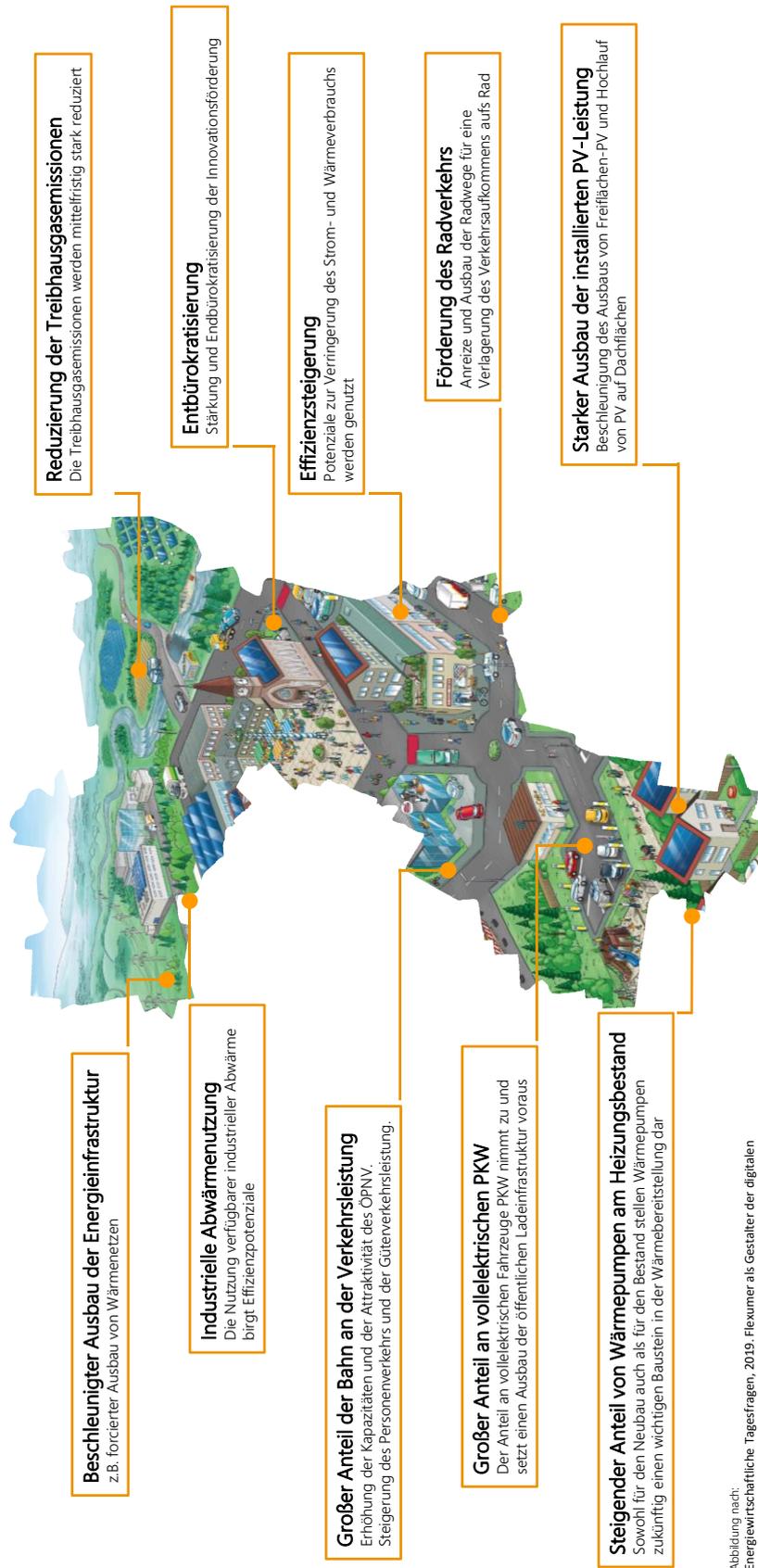


Abbildung nach:
Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 2019, Flexner als Gestalter der digitalen
Energiezukunft – Eine Begriffseinordnung, 7/8, pp.68-71.

Abbildung A-5: Leitbild für Energiewende und Klimaschutz in Oettingen

