

Stufenplan zur Klimaneutralität 2035



Bearbeitung durch:

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft
Martin-Kremmer-Str. 12
45327 Wuppertal

Jung Stadtkonzepte
Kaiser-Wilhelm-Ring 34
50672 Köln

Auftraggeber:

Stadt Wuppertal
Geschäftsbereich Wirtschaft, Stadtentwicklung, Klimaschutz, Bauen und Recht
300.2 Koordinierungsstelle Klimaschutz
Johannes-Rau-Platz 1
42275 Wuppertal

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	11
1 Aufgabenstellung und Ausgangssituation	13
2 Was bedeutet Klimaneutralität für Wuppertal?	14
2.1 Bilanzierungsrahmen bestimmen	14
2.2 Ziele des Pariser Klimaabkommens auf Wuppertal übertragen	15
3 Ein möglicher Weg zur Zielerreichung	18
3.1 Annahmen für die Szenarienberechnung	18
3.2 Vom Ziel her denken: Entwicklungspfad und Stufenplan	21
3.3 Entwicklungspfade in den Verbrauchssektoren	23
3.4 Entwicklungspfad Wärmeversorgung	25
3.5 Entwicklungspfad Stromerzeugung	26
3.6 Entwicklungspfad Mobilität	26
3.7 Strombedarf durch Sektorkopplung	28
3.8 Eine Umsetzungsstrategie mit Stufenplan ableiten	29
4 Beschreibung des kommunalen Einflussbereichs	31
4.1 Verbrauchen und Vorbild	32
4.2 Versorgen und Anbieten	33
4.3 Regulieren	33
4.4 Beraten und Motivieren	35
5 Die Herausforderungen der Veränderung verstehen und Fokusinitiativen zum kurzfristigen Handeln	36
5.1 Methodisches Vorgehen	36
5.1.1 Schritt 1: Quantitative Einschätzung der Herausforderungen	36
5.1.2 Schritt 2: Beschreibung der erforderlichen Transformation – die vier Dimensionen	37
5.1.3 Schritt 3: Skizze eines Umsetzungsplans und Empfehlungen	38
5.2 Wärmewende mit Wärmepumpen	38
5.2.1 Herausforderung Wärmepumpen	38
5.2.2 Rahmenbedingungen zur Förderung der Wärmewende mit Wärmepumpen gestalten	39
5.2.3 Strategische Empfehlungen Wärmepumpen	41
5.2.4 Fokusinitiative Wärmepumpen in Einfamilienhaussiedlungen	43
5.3 Solaroffensive	43
5.3.1 Herausforderung Solaroffensive	43

5.3.2	Rahmenbedingungen zur Förderung der Solaroffensive	44
5.3.3	Strategische Empfehlungen Solaroffensive	45
5.3.4	Fokusinitiative Photovoltaik auf privaten, selbstgenutzten Gebäuden	47
5.3.5	Fokusinitiative Photovoltaik im Denkmalschutz	47
5.4	Mobilitätswende	49
5.4.1	Herausforderung Mobilitätswende	49
5.4.1	Rahmenbedingungen zur Förderung der Elektromobilität	50
5.4.2	Strategische Empfehlungen Förderung Elektromobilität	51
5.4.3	Fokusinitiative Elektromobilität	52
5.5	Integrierte Fokusräume	55
5.5.1	Integrierte Umsetzung von Dachflächenphotovoltaik, dezentralen Wärmepumpen und E-Mobilität	55
5.5.2	Integrierte Umsetzung von Dachflächenphotovoltaik und dezentralen Wärmepumpen im Gewerbe	57
6	In aller Kürze	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Das Territorialprinzip	14
Abbildung 2	Die Bilanzgrenzen Stadt Wuppertal	15
Abbildung 3	Vier Hauptstrategien auf dem Weg zur Klimaneutralität	18
Abbildung 4	Entwicklungspfad CO ₂ -Budget	22
Abbildung 5	Stufenplan THG-Reduktion je Sektor	22
Abbildung 6	Stufenplan jährliche THG-Reduktion bis 2035	23
Abbildung 7	Entwicklungspfad Endenergie in den Verbrauchssektoren	24
Abbildung 8	THG-Entwicklungspfad in den Verbrauchssektoren	24
Abbildung 9	Möglicher Entwicklungspfad prozentuale Verteile Energieträger im Wärmemix	25
Abbildung 10	Möglicher Ausbaupfad erneuerbare Energien	26
Abbildung 11	Möglicher Entwicklungspfad Energieverbrauch Mobilität	27
Abbildung 12	Mögliche Entwicklung des Stromverbrauchs durch Sektorkopplung	28
Abbildung 13	Drei Stufen-Plan zur Klimaneutralität	29
Abbildung 14	Prinzipdarstellung Fokusräume	38
Abbildung 16	Herausforderungen Schwerpunkt Wärmewende – Umstieg auf Wärmepumpen	39
Abbildung 17	Schwerpunkte der Fokusinitiative dezentrale Wärmepumpen	43
Abbildung 18	Herausforderungen im Schwerpunkt Solaroffensive – Investitionen in Photovoltaik	44
Abbildung 19	Möglicher Fokusraum Arrenberg (Photovoltaik im Denkmalschutz, E-Ladesäulen in Bestandsquartieren)	48
Abbildung 21	Schwerpunkt Mobilitätswende – Investition in Ladeinfrastruktur	49
Abbildung 20	Möglicher Fokusraum Kostenfreies Parken für reine E-Fahrzeuge	53
Abbildung 21	Möglicher Fokusraum Sonderspur E-Fahrzeuge	54
Abbildung 22	Möglicher Fokusraum Öffentliches Laden	55
Abbildung 23	Integrierter Fokusraum Hahnerberg (Photovoltaikausbau, dezentrale Wärmepumpen, E-Ladesäulen)	56
Abbildung 23	Integrierter Fokusraum Ronsdorf Mitte/Nord (Photovoltaikausbau, dezentrale Wärmepumpen, E-Ladesäulen)	57
Abbildung 24	Fokusraum Gewerbegebiete VohRang und Simonshöfchen	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Annahmen für Szenarienberechnung Private Haushalte, GHD-Industrie, Suffizienz	20
Tabelle 2	Annahmen Szenarienberechnung Wärme und Strom, Mobilität und Kompensation	21

Abkürzungsverzeichnis

€/t CO ₂	Euro je Tonne Kohlenstoffdioxid
a	Jahr
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ eq	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
dena	Deutsche Energie-Agentur
EFH	Einfamilienhaus
EmoG	Elektromobilitätsgesetz
ETS	europäischen Emissionshandelssystem
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistung
GW	Gigawatt
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
kg	Kilogramm
IKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept
kW	Kilowatt (Leistung)
kWh	Kilowattstunden
LED	Light Emitting Diode
MIV	Motorisierten Individualverkehr
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde = 1000 kWh
ÖV	Öffentlicher Verkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P2G Methan	Power-to-Gas Methan
P2L	Power-to-Liquid
PPA	Power Purchase Agreement („Stromkaufvereinbarung“)
PV	Photovoltaik, solare Stromerzeugung
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
t	Tonne = 1000 kg
Tt	Tausendtonnen = 1000 Tonnen
Tt/a	Tausendtonnen pro Jahr
Tt CO ₂ eq/a	Tausendtonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent pro Jahr
THG-Emissionen	Treibhausgasemissionen
UBA	Umweltbundesamt
WI	Wuppertal Institut
WSW	Wuppertaler Stadtwerke

1 Aufgabenstellung und Ausgangssituation

Mit der Ratifizierung des Klimaabkommens von Paris hat sich die Bundesrepublik Deutschland völkerrechtlich bindend zu den darin festgelegten Klimazielen bekannt. Danach soll die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau auf deutlich unter 2 °C begrenzt werden. Die Empfehlung lautet, den Temperaturanstieg möglichst nicht über 1,5 °C steigen zu lassen. Auch wenn es für Deutschland und demzufolge für die kommunale Ebene noch keinen verbindlichen Transformationspfad zur Umsetzung gibt, ist es eindeutig, dass die Frage der kommunalen Klimaschutzziele neu verhandelt und ausgerichtet werden muss.

Die Stadt Wuppertal ist sich ihrer Rolle im Spannungsfeld zwischen lokaler und globaler Verantwortung bewusst und bereits seit Jahren im Klimaschutz aktiv tätig. Mitte 2020 hat die Stadt bspw. ein Integriertes Klimaschutzkonzept beschlossen, welches eine wichtige Voraussetzung für die Beantragung und Einstellung von Klimaschutzmanager*innen darstellt. Ergänzend dazu wurde im Jahr 2021 die Sondierungsstudie „Wuppertal klimaneutral 2035: Wege und Herausforderungen auf dem Weg zur kommunalen Klimaneutralität 2035“¹ erstellt. Darauf aufbauend wurde der vorliegende Stufenplan beauftragt.

Der vorliegende Stufenplan beschreibt ausgehend vom Ziel der Klimaneutralität 2035 einen möglichen, in einem Szenario abgebildeten Pfad zur Zielerreichung. Darauf aufbauend werden die Herausforderungen der Veränderung in den Themen Solaroffensive, Wärmewende und Mobilität als zentrale Schwerpunkte einer Klimaneutralitätsstrategie beschrieben. Darüber hinaus umfasst der Stufenplan strategische Empfehlungen sowie Vorschläge für kurzfristige Umsetzungen in Form von Fokusinitiativen.

¹ Bierwirth, Anja et al. 2021: Wuppertal klimaneutral 2035: Wege und Herausforderungen auf dem Weg zur kommunalen Klimaneutralität 2035; Sondierungsstudie. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

2 Was bedeutet Klimaneutralität für Wuppertal?

2.1 Bilanzierungsrahmen bestimmen

Bilanziert wird nach dem sogenannten Territorialprinzip. Das Territorialprinzip findet als Bilanzierungsprinzip international und national Anwendung. Bilanziert werden die tatsächlichen anfallenden Emissionen in einem Territorium. Der Vorteil ist das Prinzip der Addierbarkeit: Da die Emissionen spezifischen Territorien zugeordnet werden können, können diese addiert werden und leicht miteinander verglichen werden.

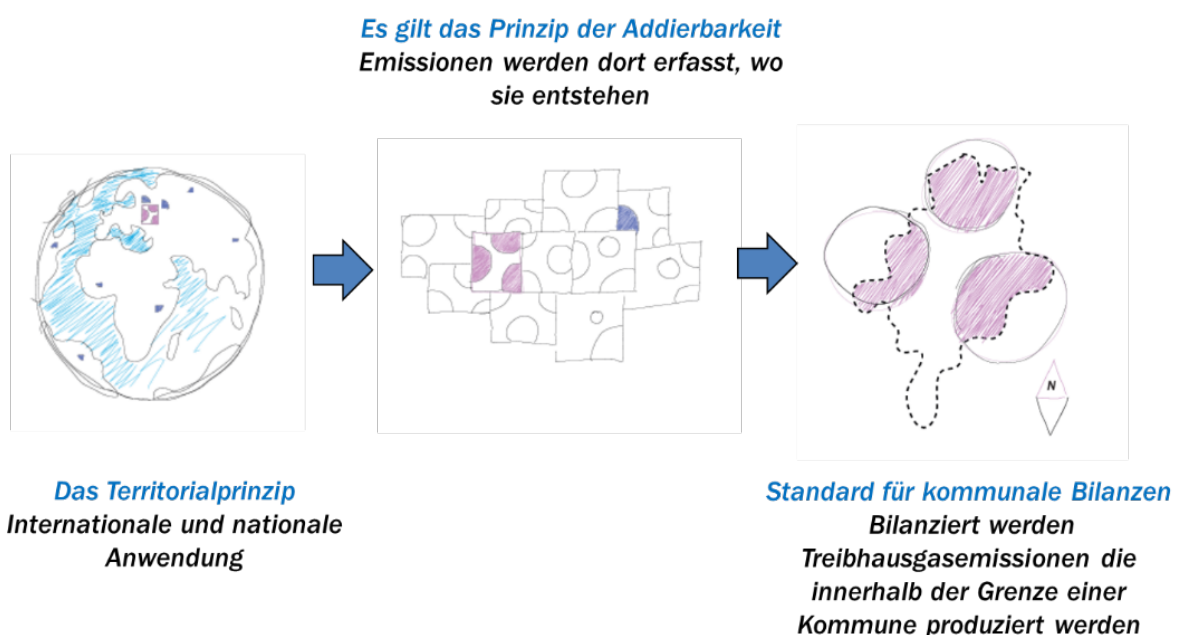


Abbildung 1 Das Territorialprinzip

Auf kommunaler Ebene werden die Emissionen als Territorialbilanz nach der BSKO-Methodik (Bilanzierungs-Systematik Kommunal) berechnet. Bei der BSKO-Methodik werden nur die tatsächlich im Projektgebiet anfallenden Endenergieverbräuche und Emissionen (Territorialbilanz) bilanziert. Diese bilden den größten Anteil der kommunalen Emissionen ab. Nicht-energetische Emissionen² werden zurzeit noch nicht im BSKO-Standard erfasst. Die letzte Bilanz der Stadt Wuppertal aus dem Jahre 2017 weist ca. 2,9 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr aus.

² Nicht energetische Emissionen fallen z.B. bei Produktionsprozessen in der Industrie oder in der Landwirtschaft (z.B. Methanausscheidungen in der Viehwirtschaft oder durch Düngemittel) an.

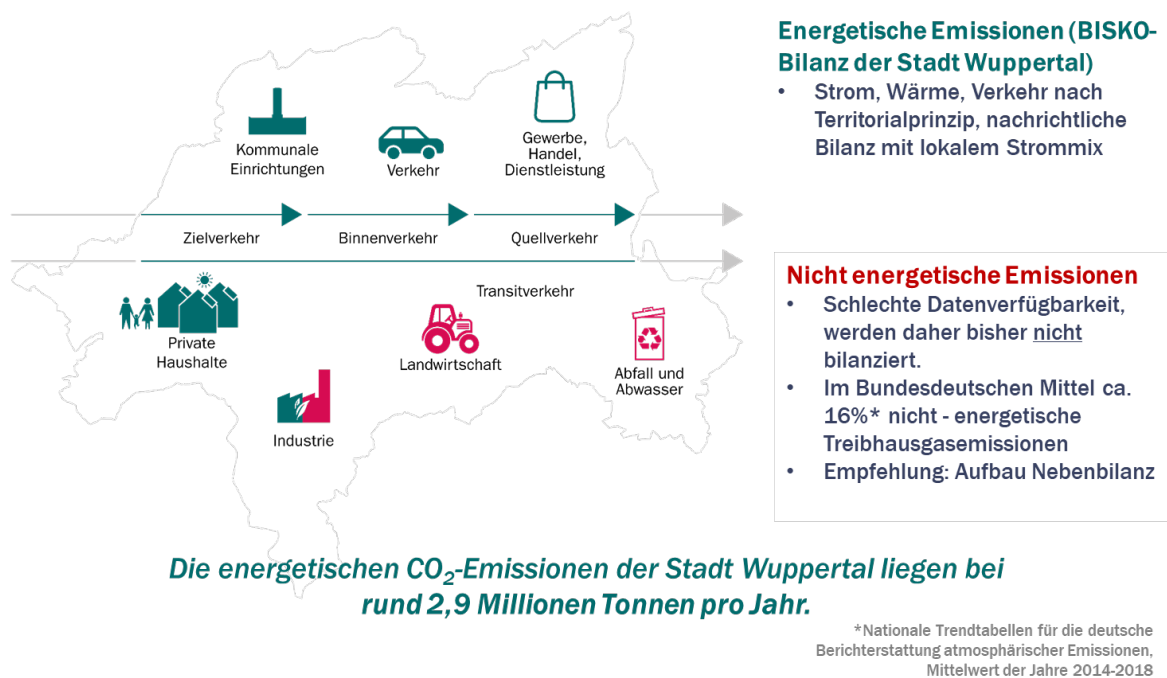


Abbildung 2 Die Bilanzgrenzen Stadt Wuppertal

2.2 Ziele des Pariser Klimaabkommens auf Wuppertal übertragen

Um die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen, sind prozentuale Emissionsreduktionsziele allein kein ausreichender Beitrag. Zur Erreichung der Ziele des Pariser Klimaabkommens ist es zusätzlich erforderlich, den absoluten Gesamtausstoß an Treibhausgasen zu begrenzen. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) empfiehlt, ein mit dem Pariser Klimaabkommen kompatibles deutsches CO₂-Budget festzulegen und die Klimaziele entsprechend zu verschärfen. Die Betrachtung des CO₂-Budgets soll dabei als übergreifende Bewertungsgrundlage zur Zielerreichung dienen.

Die Grundlagen der CO₂-Budgetierung

Während das globale CO₂-Budget im Bericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) im Jahr 2018 für unterschiedliche Temperaturanstiege und Wahrscheinlichkeiten vorgelegt wurde, ist die nationale Budgetverteilung zwischen den Ländern bislang nicht verbindlich geklärt. Die Länder haben demnach freie Hand bei der Interpretation. Diskutiert werden unterschiedliche Ansätze, wie mit der Budgetbetrachtung in Bezug auf die eigene Zielformulierung umzugehen ist, bei der es vor allem um die Frage der gerechten Verteilung des verbleibenden Budgets geht.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen empfiehlt für Deutschland ab 2020 ein Budget in Höhe von rd. 6,7 Gigatonnen CO₂ nach dem Einwohnerprinzip. Dem Prinzip liegen die Annahmen zugrunde, dass die zurückliegenden Emissionen nicht berücksichtigt werden, jedoch ein möglichst ambitioniertes Budget angenommen wird. Weiterhin wird ein gleiches Pro-Kopf-Emissionsrecht für jede*n Bewohner*in der Erde angenommen. Bei einer Zunahme der Bevölkerung würde sich das Budget entsprechend erhöhen, bei einem Schrumpfungsprozess abnehmen.

Das Wuppertaler CO₂-Budget herleiten

Für Kommunen gibt es noch keine verbindlichen methodischen Vorgaben zur Behandlung des CO₂-Budgets. Wird das oben beschriebene Prinzip auf die Verteilung innerhalb Deutschlands übertragen, ergibt sich für die Stadt Wuppertal nach dem Einwohnerprinzip zur Einhaltung des 1,5° C Ziels ein Anteil von rd. 51 Tonnen pro Person. Bezogen auf das 1,75° C Ziel liegt der Anteil bei 79,5 Tonnen pro Person. Auf die Gesamtstadt Wuppertal entfällt mit einer Einwohnerzahl von rd. 355.000³ Personen ein Budget von rd. 28 Millionen Tonnen CO₂ für das 1,75°C Ziel und 18 Millionen Tonnen CO₂ für das 1,5°C Ziel.

Mit der Übernahme der Empfehlung des Sachverständigenrates für Umweltfragen folgt der Stufenplan einer Methodik, die die Gerechtigkeitsfrage im Sinne einer ausgewogenen Betrachtung berücksichtigt. Es handelt sich hierbei um eine plausible, gangbare Variante, das Budget auf diese Weise zu berechnen. Die fachliche Diskussion ist damit jedoch noch nicht abgeschlossen. Sofern in Zukunft einheitlichere Regeln zur Methodik der Budgetberechnung für Kommunen festgelegt werden, wird empfohlen, die vorliegende Betrachtung dementsprechend zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Das CO₂-Budget auf die Bilanzgrenzen von Wuppertal übertragen

Das oben beschriebene Budget bezieht sich auf die energetischen und die nicht energetischen CO₂-Emissionen. Das CO₂-Budget berücksichtigt zudem nur CO₂ als Treibhausgas. Methan und Distickstoffoxid/Lachgas werden nicht berücksichtigt. Der in Wuppertal eingesetzte Bilanzierungsstandard bezieht sich nur auf die energetischen Emissionen, berücksichtigt dabei jedoch zusätzlich treibhausrelevante Gase als CO₂-Äquivalente.

Zur Übertragung des CO₂-Budgets auf die Bilanzgrenzen von Wuppertal werden daher folgende Annahmen getroffen: Aus dem Nationalen Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar geht hervor, dass ca. 93 % der Emissionen (CO₂, Methan und Lachgas) energiebedingt sind. Als Grundlage für die Budgetbetrachtung werden von den oben genannten Budgets daher nur 93 % angenommen.

Für die Einhaltung des 1,5°C Ziels ergibt sich damit ein Budget für die energiebedingten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in Höhe von 16,7 Millionen Tonnen CO₂. Von diesem Budget werden im Sinne einer Restbudgetbilanz die jährlichen Emissionen der Stadt Wuppertal aus der Treibhausgasbilanz abgezogen. Sobald die Summe negativ wird, ist das Budget der Stadt Wuppertal verbraucht und das jeweilige Temperaturbegrenzungsziel aus kommunaler Perspektive verfehlt. Da in der Treibhausgasbilanz jedoch nicht nur CO₂, sondern CO₂-Äquivalente enthalten sind, handelt es sich hier um eine konservative Betrachtung, indem mehr Emissionen vom Budget abgezogen werden als laut Budgetdefinition erforderlich. Wie sich der konkrete Verlauf für Wuppertal darstellen könnte, wird im nächsten Kapitel beschrieben.

Kriterien zur Definition des Begriffs Klimaneutralität für Wuppertal unter Einhaltung des 1,5°C Ziels

Die Treibhausgasbilanz berücksichtigt CO₂-Äquivalente mit ihren Vorketten. Dies ist insofern bedeutsam, da auch eine Energieversorgung mit 100 % erneuerbaren Energien niemals emissionsfrei sein wird. Es muss daher Ziel sein, nahezu Null-Emissionen zu erreichen und zusätzlich Kohlenstoffsinken zu generieren. Dies ist auch vor dem Hintergrund erforderlich, da die Treibhausgasbilanz lediglich die energetischen Emissionen erfasst. Die nicht-energiebedingten Emissionen aus Industrieprozessen, Landwirtschaft, Abwasser und Abfall müssen in Zukunft ebenfalls berücksichtigt werden.

³ IT-NRW, Bevölkerungsentwicklung in Nordrhein-Westfalen von 2018 bis 2040
https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/bevoelkerungsvorausberechnung2018-2040_kreise_3altersgruppen.pdf

Klimaneutralität wird im Stufenplan für Wuppertal erreicht, wenn die Treibhausgasemissionen bis 2035 unter Berücksichtigung eines Kompensationsanteils auf null sinken und dabei das CO₂-Budget in Höhe von ca. 16,7 Millionen Tonnen CO₂ für das 1,5°C Ziel nicht aufgebraucht wird. Wie ein solcher Weg zur Klimaneutralität aussehen kann, wird im Folgenden beschrieben.

3 Ein möglicher Weg zur Zielerreichung

Szenarien sind keine Prognosen. Sie beschreiben eine mögliche Entwicklung unter Berücksichtigung von Annahmen. Sie dienen dazu, mögliche Treibhausgasentwicklungspfade als Grundlage für die Abwägung eines klimapolitischen Ziels zu definieren. Sie sind außerdem Grundlage für eine qualifizierte Maßnahmenentwicklung im weiteren Prozess. Sie dienen demnach nicht der Machbarkeitsprüfung, sondern formulieren Anforderungen an die Zielerreichung. Das folgende Zielszenario beschreibt einen möglichen Weg zur Klimaneutralität bis zum Jahr 2035 unter Einhaltung des Paris-konformen 1,5°C Zielwert. Zur Beschreibung des Wegs zur Klimaneutralität werden für die Verbrauchssektoren und Energiesektoren mögliche Entwicklungen entlang der vier Hauptstrategien Effizienz, Konsistenz, Suffizienz und Kompensation beschrieben:

- Besser machen (Effizienz): Den gleichen Nutzen mit weniger Energie- und Ressourceneinsatz erreichen und damit THG-Emissionen vermeiden.
- Anders machen (Konsistenz): Den gewünschten Nutzen mit klimaverträglichem Energie- und Ressourceneinsatz erreichen.
- Weniger nutzen (Suffizienz): Energie und Ressourcen durch geänderte Verhaltens- und Konsummuster einsparen.
- Ausgleichen (Kompensation): Unvermeidbare Treibhausgasemissionen ausgleichen bzw. der Atmosphäre entziehen.

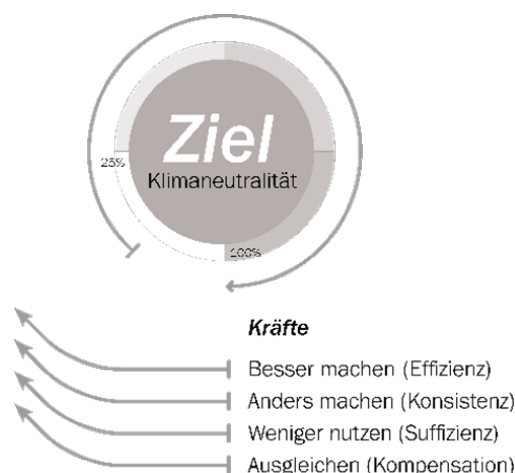


Abbildung 3 Vier Hauptstrategien auf dem Weg zur Klimaneutralität

3.1 Annahmen für die Szenarienberechnung

Das hier dargestellte Szenario beschreibt einen möglichen Weg zum Erreichen der Klimaneutralität bis 2035 unter Bewahrung eines Paris-konformen CO₂-Budgets. Dabei orientieren sich Annahmen sowohl am 1,5°C Ziel als auch am 1,75°C Ziel. Hintergrund sind differenzierte Einschätzungen zur zeitlichen Umsetzbarkeit. Hierdurch entsteht ein Szenario, das im Korridor zwischen dem 1,5°C und 1,75°C Ziel angesiedelt ist. Die wichtigsten verwendeten Studien sind die DENA – Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität⁴ sowie die BDI Studie - Klimapfade 2.0⁵.

⁴ https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf

Als übergeordnete Rahmenbedingungen auf Entscheidungsebene EU, Bund und Land werden folgende politischen und juristischen Entwicklung berücksichtigt:

- Der **Europäische Rat** hat im Anschluss an die COP-26 Konferenz angekündigt, die Umsetzung von Maßnahmen und Initiativen zum Klimaschutz zu beschleunigen sowie internationale Zusammenarbeit zu fördern.
- Im Rahmen des 2019 beschlossenen „Green Deals“, der eine Klimaneutralität bis 2050 vorsah, befasst sich die EU aktuell mit einem weiteren Paket namens „Fit for 55“. In diesem Paket werden die Klimaschutzziele für die Jahre 2030 und 2050 angepasst. Auf der Agenda stehen Änderungen am europäischen Emissionshandelssystem (ETS), eine Lastenteilungsverordnung, erweiterte Richtlinien über erneuerbare Energien und über die Energieeffizienz sowie neue Verordnungen über CO₂-Emissionen im Landwirtschafts- und Mobilitätssektor. Wie diese Änderungen ausgestaltet sein werden, lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt nicht abschließend bewerten, es wird jedoch insgesamt von positiven politischen Rahmenbedingungen auf EU – Ebene ausgegangen.
- Auch auf **bundespolitischer Ebene** wird es bedingt durch den Koalitionsvertrag der SPD, FDP und den Grünen zu einer Stärkung des Klimaschutzes kommen, der sich stärker am Pariser Klimaschutzabkommen orientiert. Dies wird insbesondere durch die Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts vom April 2021 gestützt. Bis 2030 sollen 80 % des Strombedarfs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden.
- Für dieses Ziel sollen bis 2030 200 GW Photovoltaikanlagen ausgebaut werden. Dazu sollen Instrumente wie eine PV-Pflicht, vereinfachte Genehmigungsverfahren und die Abschaffung des Photovoltaik-Deckels geprüft werden.
- Für die Offshore Windanlagen werden Ausbauziele bis 2035 von 40 GW genannt.
- Der Wärmesektor soll bis 2030 zu 50 % aus klimaneutralen Energieträgern gewonnen werden. Auch der Ausbau der Wasserstoff-Kapazitäten mit einer Übergangsphase aus Erdgas ist im Koalitionsvertrag festgehalten. Bis 2030 sollen 10 GW Elektrolyseurkapazitäten errichtet werden.
- Für den Mobilitätssektor ist eine CO₂-Abgabe für gewerbliche Verkehre festgehalten. Der Schienengüterverkehr soll um 25 % steigen und die Personenkilometer des Bahnverkehrs verdoppelt werden. Bis 2030 sollen 15 Millionen E-PKW auf den Straßen unterwegs sein. Dazu sollen bis 2030 vorausgehend eine Millionen Ladepunkte installiert werden.
- **Landespolitisch** lassen sich aus dem Koalitionsvertrag 2022 weitere Rahmenbedingungen ableiten. Insgesamt orientiert sich der Koalitionsvertrag an den Zielen des 1,5°C Ziels und liegt somit über den Zielen der Bundesregierung. So soll beispielsweise 2023 die kommunale Wärmeplanung verpflichtend für Kommunen eingeführt werden. Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist ein zentrales Ziel des Koalitionsvertrags. Es soll Klimaneutralität schneller als im bundesdeutschen Durchschnitt erreicht werden. In den kommenden fünf Jahren sollen so 1.000 neue Windräder in NRW entstehen. Dafür wird auch die 1.000 Meter Abstandsregelung überprüft.
- Photovoltaikanlagen werden ab 2023 für alle neuen öffentlichen Liegenschaften verpflichtend sein und sollen bis spätestens 2025 im (öffentlichen) Bestand nachgerüstet sein. Ab 2024 soll die PV-Pflicht dann für gewerbliche Neubauten gelten. Ab 2025 dann auch für private Neubauten. Ab dem Jahr 2026 gilt die PV-Pflicht dann bei umfassenden Dachsanierungsmaßnahmen auch im Bestand. Ebenfalls sollen PV-Freiflächenanlagen stärker ausgebaut werden. Im Wärmesektor wird in der nächsten Zeit das Tiefen-Geothermie Potenzial untersucht und in einem Geothermie-Masterplan veröffentlicht. Die Umstellung auf lokal produzierten Wasserstoff soll ebenfalls

⁵ <https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-2-0-ein-wirtschaftsprogramm-fuer-klima-und-zukunft/>

gefördert werden. Für den Industriesektor sollen Maßnahmen überprüft werden, wie CO₂-Emissionen direkt gebunden werden können.

Ob und wie diese Rahmenbedingungen eingehalten werden, lässt sich anhand der aktuellen politischen Lage, insbesondere durch den Ukraine-Krieg, nur schwer einschätzen. Die Sicherstellung der Versorgung führt zu größeren Anstrengungen beim Ausbau erneuerbarer Energien, auf der anderen Seite werden Kohlekraftwerke reaktiviert und neue Erdgasquellen erschlossen. Hier besteht daher ein Risiko bei der Einschätzung der Rahmenbedingungen.

Das vorliegende Szenario beschreibt einen möglichen Weg zur Klimaneutralität in Wuppertal bis 2035 unter Einhaltung eines Restbudgets für das 1,5°C-Ziel. Das Szenario geht damit deutlich über die Ziele der Bundesregierung hinaus. Mit der Studie „Wuppertal 2035 klimaneutral⁶“ liegt bereits eine umfassende Basis für eine Szenarienberechnung mit dem Zielhorizont Klimaneutralität 2035 vor. Die hier vorliegende Berechnung baut auf den in der Studie des Wuppertal Instituts getroffenen Annahmen auf und ergänzt diese um eigene Annahmen in den Bereichen Suffizienz, Ökostrom-Bezug und Kompensationsmöglichkeiten. Insofern weicht das Szenario von den Annahmen des Wuppertal Instituts in Teilen ab, wenn auch die grundlegende Ausrichtung in eine gemeinsame Richtung weist. Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die getroffenen Annahmen.

Sektor	Differenzierung	Spezifizierung	Umstellung bis	durchschn. jährliche Änderung	Quelle
Private Haushalte	Raumwärme	Modernisierungsrate	4,0 %/a	2035	-54.548 MWh/a WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S67f
		Modernisierungstiefe (Einsparung je Anlage)	78%		
	Warmwasser	Modernisierungsrate	4,0 %/a	2035	-12.795 MWh/a WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S67f
		Modernisierungstiefe (Einsparung je Anlage)	78%		
	Licht und Kraft	Modernisierungsrate	7,1 %/a	2035	-16.051 MWh/a WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S67f
		Modernisierungstiefe (Einsparung je Anlage)	45%		
GHD + Industrie	Raumwärme	Modernisierungsrate	4,0 %/a	2035	-44.515 MWh/a WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S67f
		Modernisierungstiefe (Einsparung je Anlage)	78%		
	Warmwasser	Modernisierungsrate	4,0 %/a	2035	-3.314 MWh/a WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S67f
		Modernisierungstiefe (Einsparung je Anlage)	78%		
	Licht und Kraft	Modernisierungsrate	1,0 %/a	2035	-6.966 MWh/a WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S67f
		Modernisierungstiefe (Einsparung je Anlage)	49%		
Suffizienz	Suffizienz - stationäre Sektoren	10% Suffizienzpotenziale je Sektor		2030	-20.962 MWh/a Annahme, Basierend auf UBA - Mit Suffizienz mehr Klimaschutz modellieren, 2018

Tabelle 1 Annahmen für Szenarienberechnung Private Haushalte, GHD-Industrie, Suffizienz

⁶ Bierwirth, Anja et al. 2021: Wuppertal klimaneutral 2035: Wege und Herausforderungen auf dem Weg zur kommunalen Klimaneutralität 2035; Sondierungsstudie. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

Sektor	Differenzierung	Spezifizierung		Umstellung bis	durchschn. jährliche Änderung	Quelle
Wärmebereitstellung	Erdgas			2035	-201.173 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S49ff
	Fernwärme			2035	-6.687 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S49ff
	Heizstrom			2035	-1.021 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S49ff
	Heizöl			2030	-79.660 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S49ff
	Solarthermie			2035	6.784 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S49ff
	Wärmepumpe			2035	50.803 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S49ff
	P2G - Methan			2035	51.470 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S49ff
Strombereitstellung	Photovoltaik			2035	118 MW/a	LANUV
	Windenergie			2035	9 MW/a	Gertec Konzept Erneuerbare Energien
Mobilität	MIV	Fahrleistungsvermeidung pro Jahr [% / a]	0,71%	2035	-103.683 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
		Fahrleistungsverlagerung pro Jahr [% / a]	2,86%			WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
		Effizienzgewinn pro Jahr [% / a]	0,67%			KBA, Entwicklung Energieverbrauch angemeldeter Fahrzeuge, 2019, 16% in 24 Jahren, Trendfortschreibung
	ÖV	Fahrleistungsvermeidung pro Jahr [% / a]	0,71%	2035	32.545 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
		Fahrleistungsverlagerung pro Jahr [% / a]	-10,00%			WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
		Effizienzgewinn pro Jahr [% / a]	0,67%			KBA, Entwicklung Energieverbrauch angemeldeter Fahrzeuge, 2019, 16% in 24 Jahren, Trendfortschreibung
	Güterverkehr	Fahrleistungsvermeidung pro Jahr [% / a]	0,63%	2035	55.786 MWh/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
		Fahrleistungsverlagerung pro Jahr [% / a]	0,00%			WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
		Effizienzgewinn pro Jahr [% / a]	0,67%			KBA, Entwicklung Energieverbrauch angemeldeter Fahrzeuge, 2019, 16% in 24 Jahren, Trendfortschreibung
	Antriebsänderung	Elektrifizierung + P2L Endzustand - PKW's		2035	6,4%/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
		Elektrifizierung + P2L Endzustand - ÖV		2035	6,4%/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
		Elektrifizierung + P2L Endzustand - Güterverkehr		2035	6,8%/a	WI - Wuppertal Klimaneutral 2035 - S25f
Neubau		Netto Null Flächennutzung			0 m²/a	WI - Klimaneutral 2035 S15, Netto Null Flächennutzung
Kompensation		Annahme: 3% der Emissionen von 2018 sind unvermeidbar	ab	2030	87 TtCO2eq/a	Annahme
100% Ökostrombezug ab		Im Szenario wird eine Vollversorgung mit Ökostrom ab 2030 angestrebt		2030	477.549 MWh/a	

Tabelle 2 Annahmen Szenarienberechnung Wärme und Strom, Mobilität und Kompensation | *Tt=1000 Tonnen

3.2 Vom Ziel her denken: Entwicklungspfad und Stufenplan

Im Folgenden wird der Entwicklungspfad zur Klimaneutralität bis 2035 unter Einhaltung des 1,5°C Ziels für Wuppertal beschrieben.

Das CO₂-Budget für das 1,5°C Ziel bewahren

Klimaneutralität wird im Stufenplan für Wuppertal erreicht, wenn die energiebedingten Treibhausgasemissionen von ca. 2,9 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2017 bis 2035 um 97 % sinken. Unter Berücksichtigung eines Kompensationsanteils von ca. 3 % wird ein Zustand erreicht, in dem in der Stadt Wuppertal nicht mehr energiebedingte THG-Emissionen entstehen, als auf natürlichem oder künstlichem Weg ausgeglichen werden können. Diese Annahme vorausgesetzt, sinkt das verfügbare CO₂-Budget zur Einhaltung des 1,5°C Ziels (vergleiche grünen Flächenverlauf in [Abbildung 4](#)) in Höhe von ca. 11,9 Millionen Tonnen im Jahr 2022 auf ca. 1 Millionen Tonnen CO₂.

Entwicklung CO₂-Restbudget für Wuppertal für das 1,5 Grad Ziel

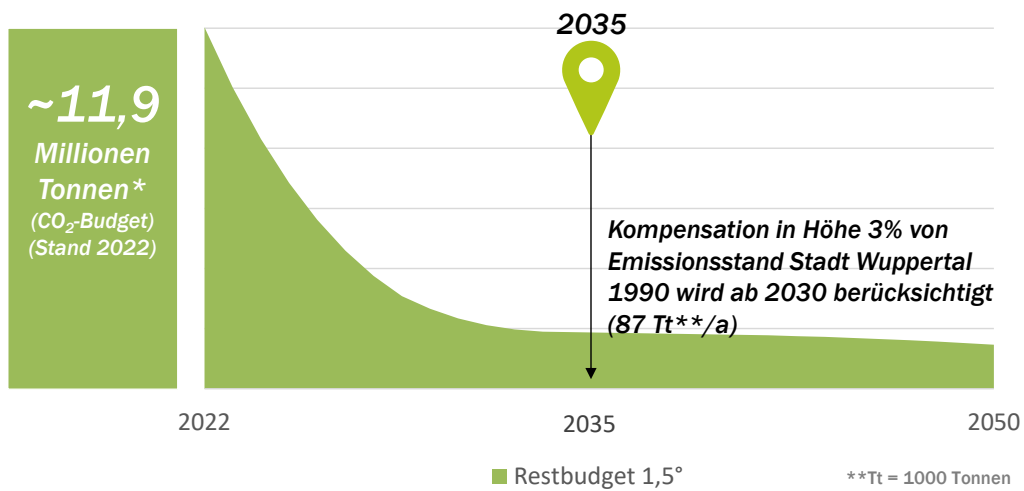


Abbildung 4 Entwicklungspfad CO₂-Budget

Jeder Sektor muss seinen Beitrag leisten

Der Stufenplan sieht für jeden Sektor Reduktionsziele vor. Die Reduktionsziele zeigen die prozentualen und absoluten Zielwerte zur Reduktion der energiebedingten THG-Emissionen in Wuppertal und sind damit wichtige Leitplanken für ein Monitoring und Controlling auf dem Weg zur Klimaneutralität (vgl. Abbildung 5).

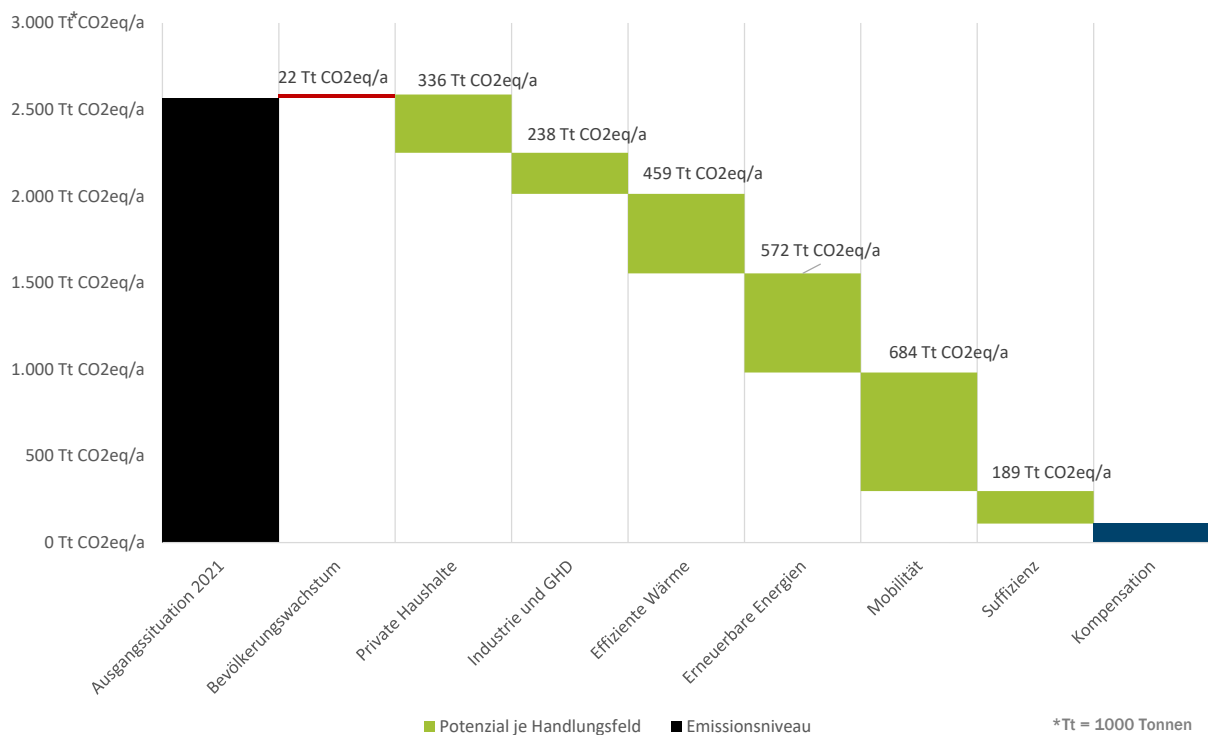


Abbildung 5 Stufenplan THG-Reduktion je Sektor

Schnell reduzieren – Beschleunigung hat oberste Priorität

Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, hat die Beschleunigung der THG-Reduktion oberste Priorität. Der Stufenplan beschreibt hierzu die Reduktionsziele pro Jahr. Die prozentuale Einsparung liegt am Anfang des Prozesses bei ca. 10 % pro Jahr und sinkt dann stetig ab. Einen „Bruch“ in der Logik gibt es im Jahr 2030, in dem im Sinne einer konservativen Berechnung erst im Jahr 2030 Kompensationen kalkulatorisch berücksichtigt werden.

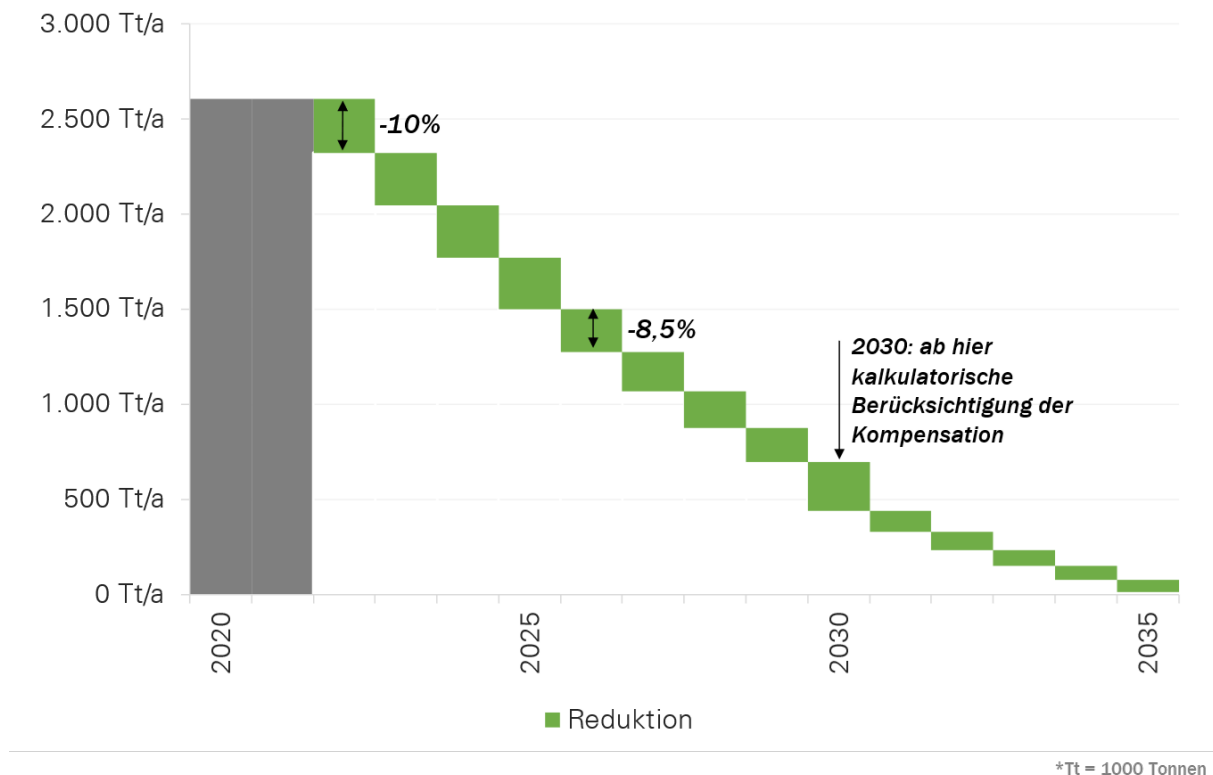


Abbildung 6 Stufenplan jährliche THG-Reduktion bis 2035

3.3 Entwicklungspfade in den Verbrauchssektoren

Die Entwicklungspfade in den Verbrauchssektoren zeigen Zielpfade für den Endenergieverbrauch sowie die THG-Emissionen. Verbrauchssektoren sind die Privaten Haushalte, die Wirtschaftssektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD), Industrie, Kommune sowie der Verkehr.

Bei den privaten Haushalten reduziert sich der Endenergieverbrauch bis 2035 um 53 % im Vergleich zum Jahr 2021. In den Wirtschaftssektoren sinkt der Endenergieverbrauch um 34 %. Im Verkehrsbereich um 66 % wie in [Abbildung 7](#) dargestellt.

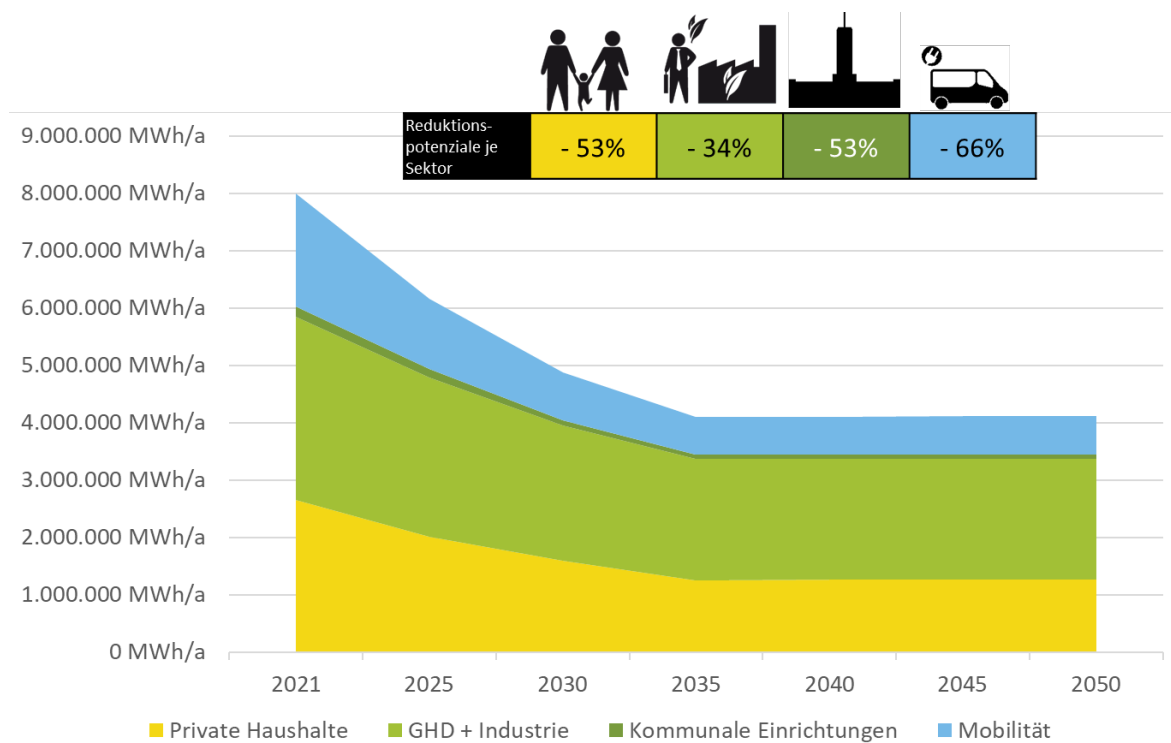
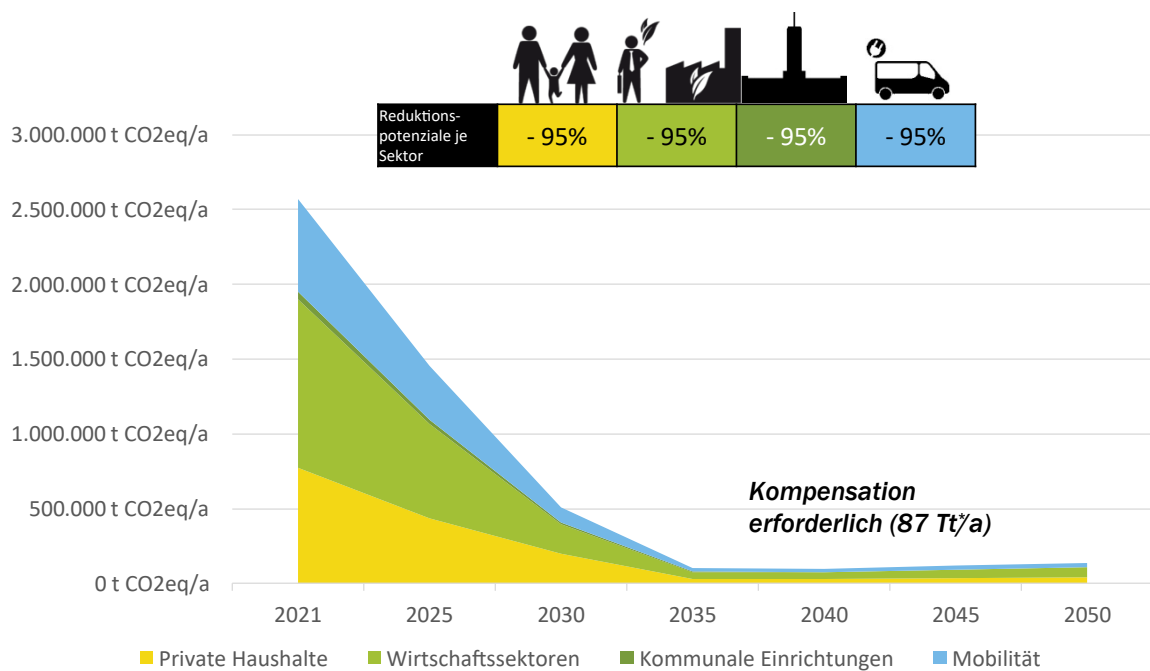


Abbildung 7 Entwicklungspfad Endenergie in den Verbrauchssektoren

Aus der folgenden [Abbildung 8](#) lassen sich die THG-Reduktionspotenziale ableiten. Das Jahr 2021 ist dabei das Bezugsjahr, obwohl der letzte Stand der offiziellen THG-Bilanz 2017 ist. Für die Folgejahre wird die THG-Bilanz mit aktualisierten Emissionsfaktoren fortgeschrieben. Bei den privaten Haushalten, im kommunalen Bereich und im Mobilitätssektor reduzieren sich die THG-Emissionen bis 2035 um 95 % im Vergleich zum Jahr 2021. In den Wirtschaftssektoren sinken die Emissionen um 95 %.



*Tt = 1000 Tonnen

Abbildung 8 THG-Entwicklungspfad in den Verbrauchssektoren

3.4 Entwicklungspfad Wärmeversorgung

Aus der BDI - Klimapfade 2.0 Studie folgt eine Verdrängung des Heizöls bis 2030. Auf Grundlage der Arbeit des Wuppertal Instituts gehen die Szenarien davon aus, dass der Großteil der Wärmeerzeugung mit der Fernwärme (rd. 16 %), Wärmepumpen (36 %) und durch P2G-Gase (36 %) gedeckt wird. Die restliche Wärmeerzeugung erfolgt aus einem Mix aus Solarthermie, Biomasse und grünen Gasen. **Abbildung 9** zeigt die Entwicklung der Wärmeträger in Wuppertal im Jahresverlauf der Szenarienberechnung.

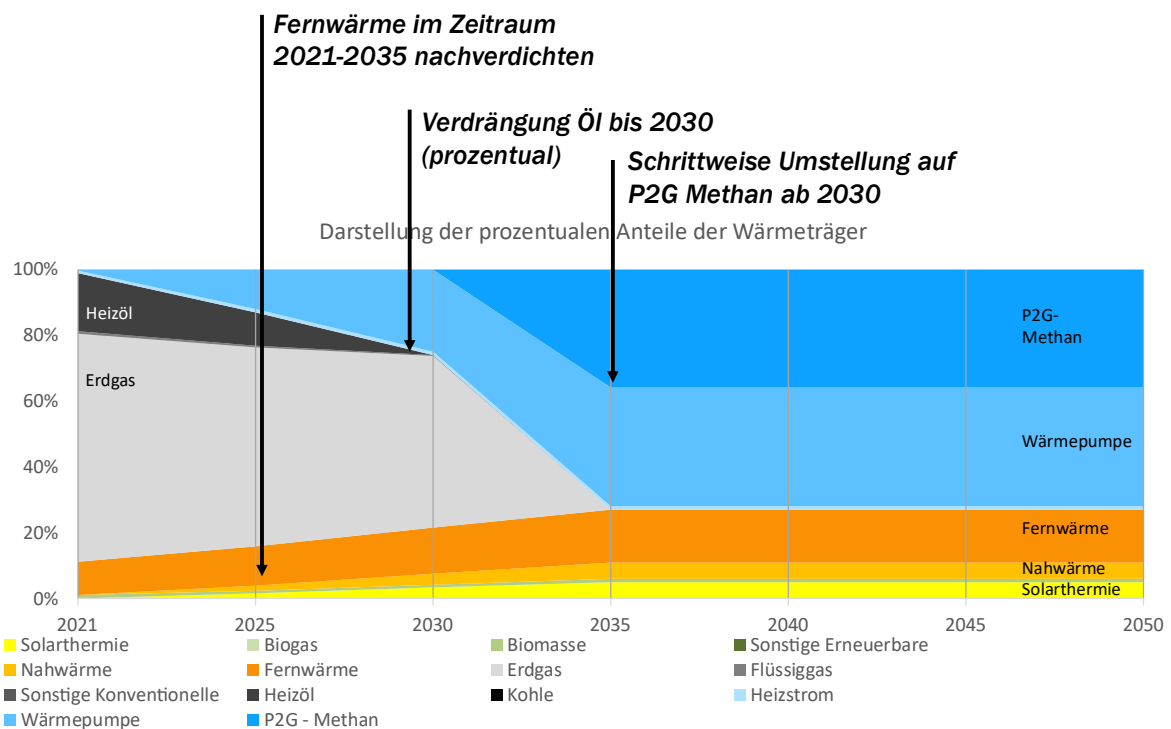


Abbildung 9 Möglicher Entwicklungspfad prozentuale Verteilung Energieträger im Wärmemix

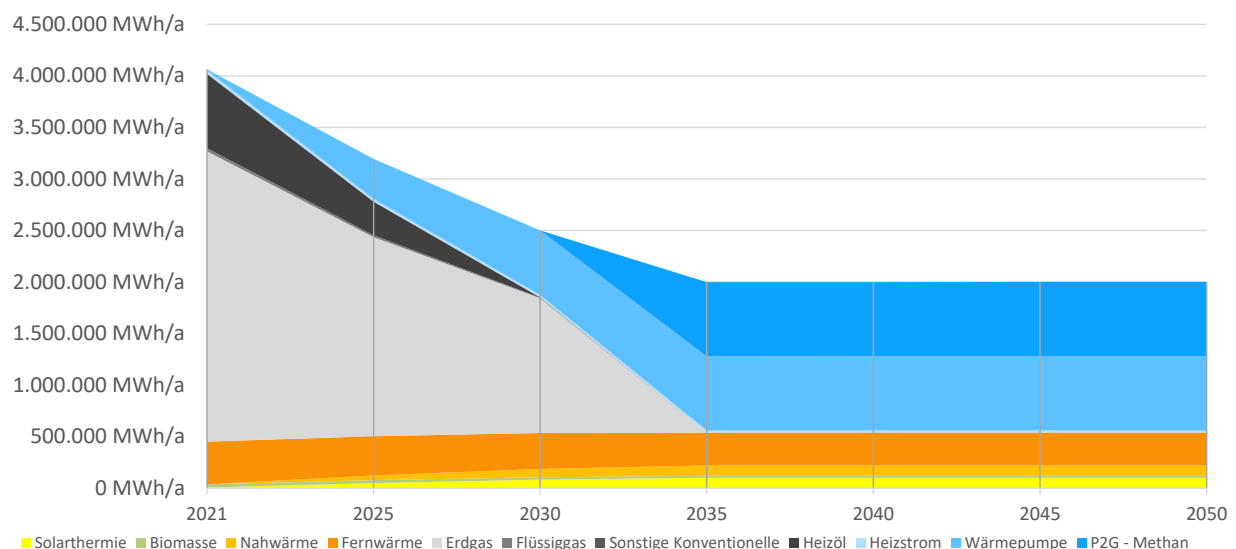


Abbildung 10 Absolute Darstellung der Energieträgerentwicklung im Wärmemix

3.5 Entwicklungspfad Stromerzeugung

Bedingt durch den gesteigerten Stromanteil in den Sektoren Wärme und Mobilität (durch E-Mobilität) rückt auch die lokale, erneuerbare Erzeugung von Strom vermehrt in den Fokus. Aus der LANUV-Studie ergibt sich ein PV-Dachflächenpotenzial in Höhe von 1.342 MW. Für Freiflächen-PV wurde in der LANUV Studie ein Potenzial von 329 MW ermittelt. Für den Windenergieausbau wurde in der Gertec Potenzialstudie „Konzept Erneuerbare Energien“ ein Potenzial von 131 MW für Wuppertal ermittelt. Da nicht der vollständige Strombedarf Wuppertals aus regionalen Quellen gedeckt werden kann, ist es ab 2030 notwendig, auch die restlichen Strombedarfe zu 100 % aus Ökostromquellen zu versorgen. Die folgende Abbildung verdeutlicht die angenommenen Entwicklungspfade des erneuerbaren Energie Ausbaus.

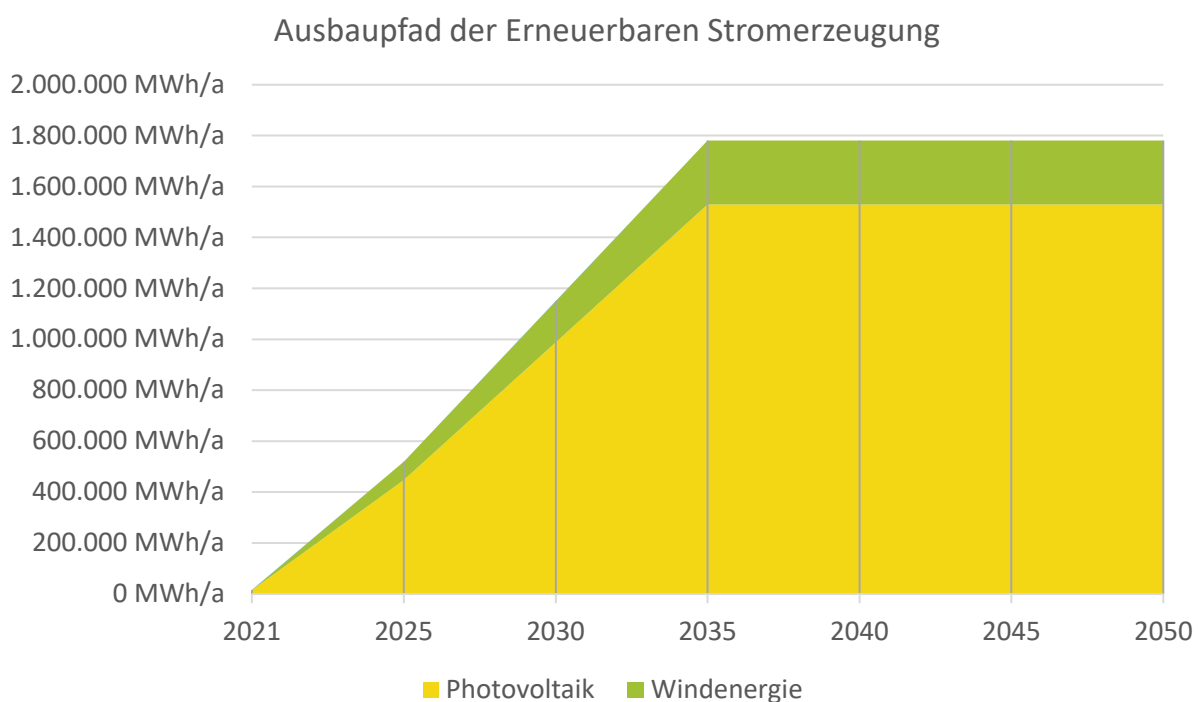


Abbildung 11 Möglicher Ausbaupfad erneuerbare Energien

3.6 Entwicklungspfad Mobilität

Vermeidung, Verlagerung und Verbesserung (im Sinne von höherer Effizienz und/oder Einsatz von erneuerbaren Energien) ist der Dreiklang für die klimaschonende Mobilität. Hierzu ist eine Verlagerung auf den Radverkehr und den ÖPNV zwingend erforderlich. Gleichwohl liegt ein Schwerpunkt der Mobilitätswende in der Umstellung auf alternative Antriebe.

Für die Entwicklung des Mobilitätssektors werden die Ergebnisse der Studie des Wuppertal Instituts herangezogen. Insgesamt wird eine Reduktion der Fahrleistung des Individualverkehrs von 40 % bis 2035 unterstellt. Der Großteil des Modal Shifts wird von den öffentlichen Verkehrsmitteln abgefangen, deren Fahrzeugkilometer in diesem Zuge stark wachsen werden.

Der Treiber für die Energiereduktion ist vor allem die Umstellung auf Elektromobilität, die mit deutlich geringeren Energieverbräuchen pro km auskommt, als konventionelle Otto- und Dieselmotoren. Laut

Agora Energiewende und dem Öko Institut beträgt der Effizienzgewinn „Well-to-Wheel“ von Verbrenner- zu Elektromotoren rund 69 %⁷. Weiterhin wird aus Angaben des Kraftfahrtbundesamtes deutlich, dass die Energieeffizienz von PKW's in den letzten Jahrzehnten um rund 0,7 %/a gesteigert wurde⁸. Dieser Effizienzgewinn wird im Szenario fortgeschrieben.

Das Europaparlament will innerhalb der EU ab 2035 keine Neuwagen mit Verbrenner mehr zulassen. Eine signifikante Zahl von Automobilherstellern hat sich bereits zu einem Ausstiegshorizont von 2035 bis 2040 bekannt.

Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, wird im Szenario davon ausgegangen, dass bis 2030 90 % der neuzugelassenen PKW's in Deutschland über einen batteriebetriebenen Elektroantrieb verfügen. Bis 2040 würde das einem ungefähren Anteil von 84 % am gesamten PKW-Bestand in Deutschland bedeuten. Der Wasserstoffanteil bei den PKW's wird als gering eingeschätzt (rd. 5 %). Die gesamte Entwicklung des Mobilitätssektors ist in [Abbildung 12](#) dargestellt.

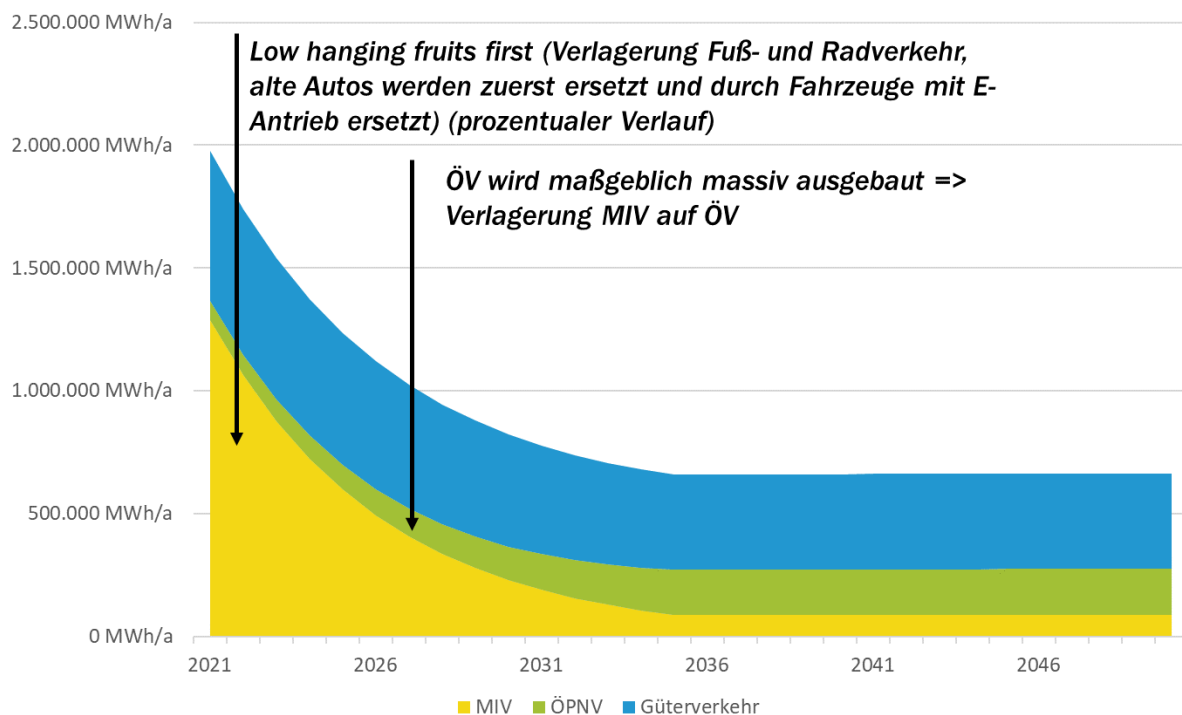


Abbildung 12 Möglicher Entwicklungspfad Energieverbrauch Mobilität

Besonders schnell sollte im Mobilitätssektor die Verlagerung des Fuß- und Radverkehrs erfolgen. Die Umstellung älterer PKW's mit Verbrennungsmotoren auf Elektroantriebe kann mithilfe von Anreizprogrammen beschleunigt werden.

⁷ https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/SynKost_2050/Agora_SynKost-Studie_WEB.pdf

⁸ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/4_abb_durchschn-kraftstoffverbr_2022-01-31.pdf

3.7 Strombedarf durch Sektorkopplung

Die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien für die Wärmeerzeugung und Mobilität wird vor dem Hintergrund der hier unterstellten Rahmenbedingungen zu einem deutlichen Anstieg des Strombedarfs führen. Als Ergebnis der Szenarioberechnung erhöht sich der Strombedarf über alle Sektoren um den Faktor 2. Dieser Anteil erneuerbaren Stroms kann nicht im Wuppertaler Stadtgebiet erzeugt werden. Die Zielerreichung des hier beschriebenen Szenarios hängt daher im besonderen Maße davon ab, dass der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung auf nationaler Ebene deutlich ausgebaut und beschleunigt wird. Unter den unterstellten Rahmenbedingungen können nur ungefähr 38 % des benötigten Stroms im Stadtgebiet erzeugt werden⁹.

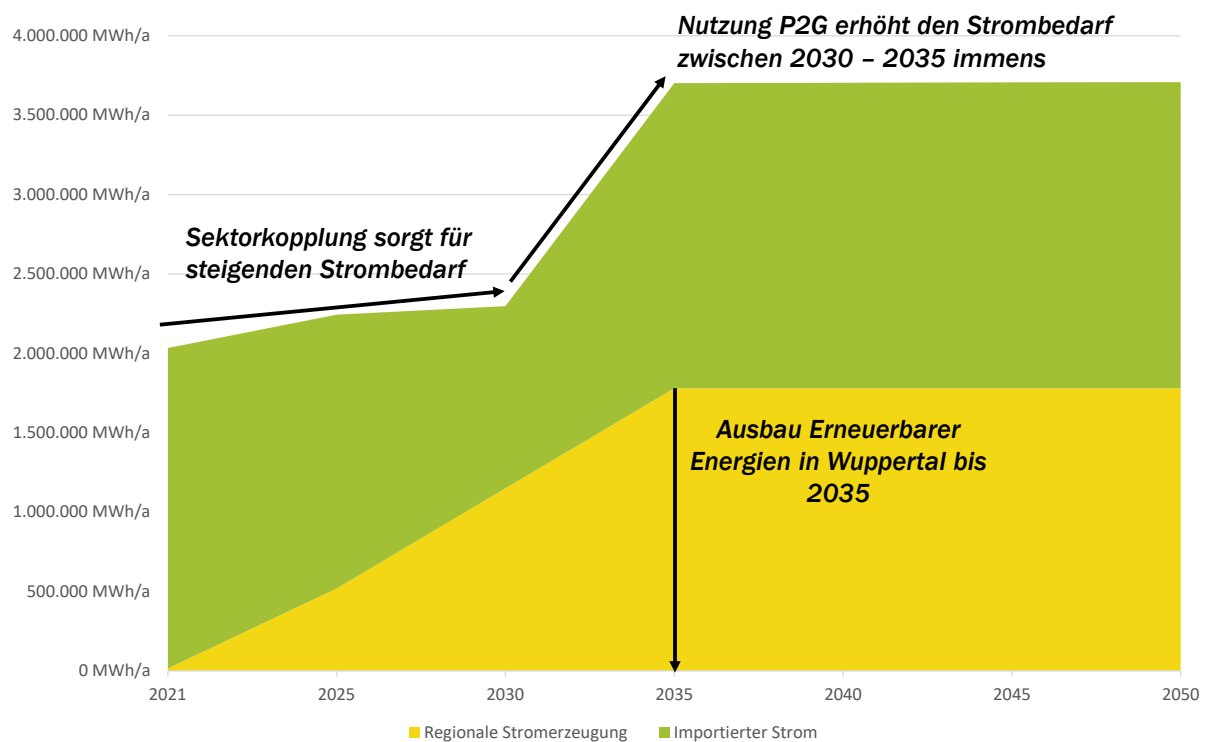


Abbildung 13 Mögliche Entwicklung des Stromverbrauchs durch Sektorkopplung

⁹ Die lokalen Potenziale lassen sich ggf. durch regionale Kooperationen ausweiten.

3.8 Eine Umsetzungsstrategie mit Stufenplan ableiten

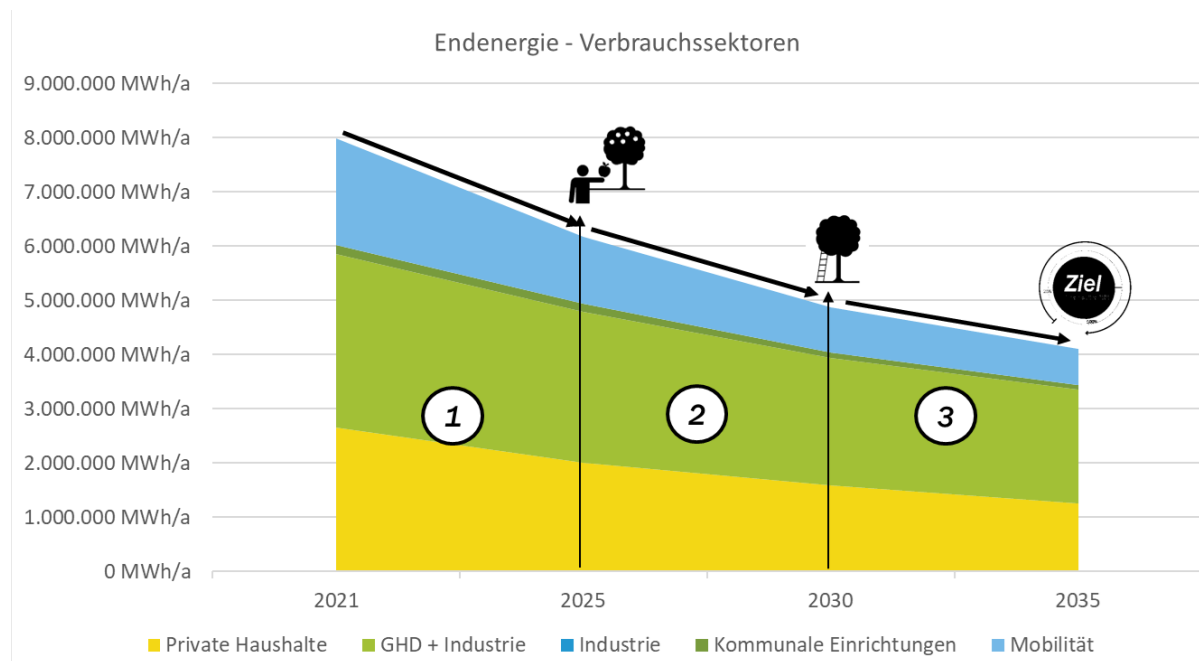


Abbildung 14 Drei Stufen-Plan zur Klimaneutralität

Phase 1: Die niedrig hängenden Früchte ergreifen

Die niedrig hängenden Früchte sind kurzfristig machbare und umsetzbare Projekte sowie Maßnahmen mit einer absoluten THG-Reduktion. Dazu gehören z. B.:

- Ersatz von Öl- und Erdgasheizungen durch Wärmepumpen in geeigneten Wohngebäuden
- Suffizienz Maßnahmen (Fuß- und Radnutzung, Wärme- und Strom sparen)
- Austausch „alter“ Verbrenner PKW's durch Elektro-PKW
- Schnell umsetzbare Modernisierungsmaßnahmen Gebäude (z. B. Kellerdeckendämmung)
- Vereinbarung von Direktlieferungen Erneuerbarer Energien Strom zwischen zwei Parteien (z. B. insbesondere im gewerblichen Bereich anwendbar (PPA))

Phase 2: Kurz- und Mittelfristig umsetzbare Maßnahmen mit großer Hebelwirkung

Die Früchte, nach denen man sich strecken muss: Mittelfristig umsetzbare Projekte und Maßnahmen mit großer Hebelwirkung – um sie konsequent anzugehen, werden gute Vorbereitung und passende Rahmenbedingungen benötigt. Kurz- und Mittelfristige Maßnahmen mit großer Hebelwirkung sind z. B.:

- Solaroffensive mit PV-Ausbau
- Ausbau Ladeinfrastruktur E-Mobilität
- Nachverdichtung Fernwärme
- Verlagerung MIV in Richtung ÖPNV

Phase 3: Maßnahmen mit Entwicklungsvorlauf

Die Früchte benötigen Zeit zur Reife. Die Maßnahmen benötigen längere Forschungs-, Planungs- und Entwicklungsphasen oder einen Infrastrukturausbau. Dazu gehören z. B.:

- Ausbau und Dekarbonisierung Fernwärme
- Umfassende energetische Sanierung Gebäudebestand
- Substitution von fossilem Erdgas in der breiten Anwendung

4 Beschreibung des kommunalen Einflussbereichs

Unterschieden werden drei Entscheidungsebenen

Land/Bund/EU, Marktakteur*innen (Anbieter*innen und Konsument*innen), Stadt Wuppertal mit Töchtern. Die Entscheidungsebenen zeigen auf, wer konkrete Entscheidungen trifft und damit den Handlungsrahmen für alle Akteur*innen mitbestimmt. Mit den Entscheidungen auf den jeweiligen Ebenen können die Faktoren hemmend oder fördernd wirken.

Entscheidungsebene Stadt Wuppertal: Entscheidungen kann die Stadt Wuppertal z. B. in Bezug auf die energetische Optimierung der eigenen Liegenschaften und Anlagen, die Transformation der eigenen Infrastruktur (Straßen, Leitungen etc.), die Umstellung der Fahrzeugflotte oder die Aktivitäten des kommunalen Wohnungsbaus treffen. Hier hat die Stadt Wuppertal mit ihren städtischen Eigenbetrieben und Unternehmen eine umfassende Entscheidungsebene.

Einflussmöglichkeiten der Stadt Wuppertal mit ihren Töchtern

Bei den Einflussmöglichkeiten der Stadt Wuppertal werden direkte und indirekte Einflussmöglichkeiten (inklusive städtischer Töchter) unterschieden.

Direkte Einflussmöglichkeiten bezeichnen den direkten und unmittelbaren Einfluss der Stadt Wuppertal auf die Umsetzung von Maßnahmen (v. a. von Dritten). Zum direkten Einflussbereich zählen z. B. verbindliche energetische Standards, Festsetzungen in Bebauungsplänen, spezifische Förderprogramme mit einer direkten Kopplung an nachgewiesene Emissionsminderungen oder die Sanierung der eigenen Liegenschaften. Diese Einflussmöglichkeiten führen mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Indirekte Einflussmöglichkeiten bezeichnen die Entfaltung einer mittelbaren Wirkung, indem Maßnahmen von Marktakteur*innen (Unternehmen, Bürger*innen, Zivilgesellschaft) initiiert oder unterstützt werden. Sie bergen eine begründete Wahrscheinlichkeit zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, sind jedoch insgesamt von der Umsetzung Dritter (Unternehmen, Bürger*innen, Zivilgesellschaft) abhängig.

Den kommunalen Handlungsspielraum beschreiben

Um die Klimaneutralität unter Einhaltung des 1,5 Grad Ziels zu erreichen, sind umfassende Transformationen erforderlich. Das Einflusspotenzial des Konzerns Stadt Wuppertal wird nicht ausreichen, die Klimaneutralität allein herzustellen. Das setzt ein gemeinsames Handeln aller Akteursgruppen in Wuppertal sowie optimale Rahmenbedingungen für das Handeln voraus. Doch wie groß kann der Einflussbereich der Stadt eingeschätzt werden? Grundlage bietet ein Projekt des Umweltbundesamtes (UBA) unter Beteiligung des ifeu, Heidelberg. Die Studie definiert vier Einflussbereiche: „Verbrauchen und Vorbild“, „Versorgen und Anbieten“, „Regulieren“ sowie „Beraten und Motivieren“. Für diese Einflussbereiche quantifiziert die Studie Maßnahmen, die im Sinne eines „Warenkorbs“ Einflusspotenziale für den stationären und den mobilen Bereich berechnen. Ausgehend von diesem „Warenkorb“ werden im Folgenden die direkten und indirekten Einflussbereiche in den vier Einflussbereichen „Verbrauchen und Vorbild“, „Versorgen und Anbieten“, „Regulieren“ sowie „Beraten und Motivieren“ aufgelistet und um konkrete Handlungsempfehlungen für die Stadt Wuppertal ergänzt.

4.1 Verbrauchen und Vorbild

Instrument/Themenfeld	Einflussmöglichkeit (Beispiele)	Handlungsempfehlung
Kommunales Energiemanagement	- Energieverbrauchskontrolle - Konzeptionelle Grundlagen zur Energiebedarfsreduktion	Weitere Optimierung des Energiemanagements Erarbeitung einer Strategie mit Handlungskonzept für einen klimaneutralen Gebäudebestand
Kommunales Immobilienmanagement	- Energetische Gebäudemodernisierung - Effizienzmaßnahmen - Ausbau der Photovoltaik - Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED (inkl. intelligenter Steuerung)	Aufstellung eines Sanierungsfahrplans für einen klimaneutralen Gebäudebestand
Immobilienmanagement kommunale Wohngebäude	- Energetische Gebäudemodernisierung - Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien	Aufstellung eines Sanierungsfahrplans für einen klimaneutralen Gebäudebestand
Strategisches Beschaffungsmanagement	- Beachtung von Effizienzstandards - Bündelung von Bestellungen - Beachtung von Gütesiegeln	Erarbeitung einer Beschaffungsrichtlinie in Kooperation mit Ressort Umwelt
Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung	Effizienzsteigerung der Anlagen für bspw. Gewinnung und Aufbereitung von Trinkwasser oder in Kläranlage	Strategie zur Energieeffizienz in Pilotprojekten mit Vorbildcharakter umsetzen
Kommunales Mobilitätsmanagement	- Vermeidung von Dienstfahrten - Wahl des Verkehrsträgers bei Dienstfahrten	Überarbeitung der Dienstanweisung, Zielsetzung Vermeidung/Verlagerung von Dienstfahrten
Fuhrparkmanagement	Wahl der Antriebsarten der Fahrzeugflotte (inkl. ÖPNV)	Fuhrparkmanagement in Hinblick auf Energieeffizienz und optimale Ausnutzung (Beispiel Sharingsysteme) umsetzen

4.2 Versorgen und Anbieten

Instrument	Einflussmöglichkeit (Beispiele)	Handlungsempfehlung
Kommunales Immobilienmanagement	• Installation von PV-Anlagen	Nutzung aller verfügbaren Dachflächen für Photovoltaik
Kommunale Wärmeplanung	• Dekarbonisierung der Energieversorgung durch Energieträgerwechsel • Strategische Grundlage für die Umstellung der Wärmeversorgungsstruktur	Erarbeitung eines entsprechenden Konzeptes mit Umsetzungsempfehlungen für ausgewählte Quartiere
Strategisches Beschaffungsmanagement	• Erhöhung und standardmäßige Verfügbarkeit von regionalen und nachhaltigen Lebensmitteln im Speiseangebot in Kantinen in öffentlicher Trägerschaft	Festlegung von Standards, Erarbeitung eines Leitfadens
Radverkehrskonzept	• Modernisierung und Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur	Zügige Umsetzung, Bereitstellung von Personal und Finanzen
Nahverkehrsplanung	• Modernisierung und Ausbau des ÖPNV-Angebotes	Zügige Fertigstellung und Umsetzung

4.3 Regulieren

Instrument	Einflussmöglichkeit (Beispiele)	Handlungsempfehlung
Flächennutzungsplan	• Standortplanung neuer Baugebiete, bspw. Berücksichtigung der Sonneneinstrahlung möglich • Festlegung von Verkehrsflächen, Freiflächen, Flächen zur Nutzungseinschränkung etc. • Festlegung von Flächen für die Nutzung erneuerbarer Energien (bspw. PV-Freiflächenanlagen) • Festlegung von Windkraftgebieten in der Flächennutzungsplanung	Berücksichtigung in der Überarbeitung des Flächennutzungsplans (im Bereich Windkraft gesetzliche Änderungen zu erwarten), Erstellung einer Potenzialanalyse für PV-Freiflächenanlagen und anschließende Berücksichtigung der Ergebnisse in der Überarbeitung des Flächennutzungsplans
Bebauungsplan	Festsetzungen für Wohn- und Nichtwohngebäude, bspw. • Bauweise • Kompaktheit bzw. A/V-Verhältnis • Dachform • Gebäudeausrichtung • Verschattung (Einschränkung der Bepflanzung zur Steigerung des solaren Ertrags) • Höhe und Abstände im Hinblick auf solare Erträge	Erstellung und Umsetzung von Leitlinien, Planungsgrundsätzen und Umweltstandards für die Bauleitplanung

	• PV-Pflicht • Kennzeichnung von Satzungen zum Anschluss- und Benutzungszwang	
Städtebaulicher Vertrag	Baustandard für Wohn- und Nichtwohngebäude, bspw. • Wärmedämmstandard • Energiebedarf/ energetischer Standard bspw. Niedrigenergiebauweise • Energetische Qualität • Nutzung von erneuerbaren Energien u. a. PV • Anschlusspflicht Fernwärme • Wärme- und Kälteversorgung • Erstellung von Energiekonzepten und zur Umsetzung der dort beschriebenen Varianten Pflicht für Mobilitätsmaßnahmen	Umsetzung eines Leitfadens/Checkliste zur Berücksichtigung von Klimaschutzbelangen in städtebaulichen Verträgen (inkl. politischem Beschluss)
Grundstückskaufvertrag (Kaufvertrag)	Baustandard für Wohn- und Nichtwohngebäude, bspw. • Wärmedämmstandard • Energiebedarf/ energetischer Standard bspw. Niedrigenergiebauweise • Energetische Qualität • Nutzung von erneuerbaren Energien u. a. PV	Umsetzung eines Leitfadens/Checkliste zur Berücksichtigung von Klimaschutzbelangen in Kaufverträgen (inkl. politischem Beschluss)
Grundstückskaufvertrag (Kaufvertrag)	• Kopplung der Grundstückspreise an energetische und nachhaltige Baustandards • Mehrkosten für höheren Energiestandard und nachhaltige Baustoffe können anteilig preismildernd angerechnet werden	
Satzung	• Anschluss- und Benutzungszwang an eine „dekarbonisierte“ Fernwärme	Rechtliche Prüfung sowie politische Diskussion zur Einführung eines Anschluss- und Benutzungszwangs
Parkraummanagement	• Reduzierung von Parkplätzen im öffentlichen Raum • Stellplatzpflicht • Parkraumbewirtschaftung	Erstellung und Umsetzung entsprechender Konzepte (siehe hierzu auch IKSK Nr. 6.10, 8.11 ¹⁰)

¹⁰ Siehe hierzu: Gertec, EPC, K.PLAN (2020). Klimaschutzkonzept mit integriertem Handlungsfeld Klimafolgenanpassung

4.4 Beraten und Motivieren

Instrument	Einflussmöglichkeit (Beispiele)	Handlungsempfehlung
Informations- und Beratungsangebote	Mögliche Themen für Bürger*innen und Unternehmen • Energetische Gebäudemodernisierung • Heizungstausch (Wechsel zu erneuerbaren Energien) • Mobilitätsverhalten	Ausweitung des Informations- und Beratungsangebotes, Kooperation mit externen Multiplikatoren
Kommunales Förderprogramm	Mögliche Themen • Energetische Gebäudemodernisierung • PV-Ausbau (insb. vorbereitende Untersuchungen)	Entwicklung eines kommunalen Förderprogramms idealerweise mit Bezug zu Förderungen des Landes und Bundes

5 Die Herausforderungen der Veränderung verstehen und Fokusinitiativen zum kurzfristigen Handeln

Bei dem von der Stadt Wuppertal gesetzten Ziel, die Klimaneutralität im Jahr 2035 zu erreichen, handelt es sich um ein ambitioniertes Ziel. Die Szenarienbetrachtung hat einen möglichen Weg zur Zielerreichung aufgezeigt (vgl. Kap. 3). Dieser Weg ist jedoch mit enormen Herausforderungen verbunden. Um die Herausforderungen der Veränderung zu verstehen, werden die drei Themen Wärmewende, Solaroffensive und Ausbau Elektromobilität als zentrale Schwerpunkte einer Klimaneutralitätsstrategie detaillierter betrachtet und Vorschläge für kurzfristige Umsetzungen in Form von Fokusinitiativen abgeleitet. Die Grundlage für die quantitativen Einschätzungen bildet das Szenario.

5.1 Methodisches Vorgehen

Die Beschreibung der Herausforderung Klimaneutralität 2035 umfasst drei Schritte:

5.1.1 Schritt 1: Quantitative Einschätzung der Herausforderungen

Dazu gehört im Wesentlichen eine Einschätzung der Investitionskosten sowie eine Kosten-Nutzen Einschätzung. Zur Kosten-Nutzen Einschätzung gehört die Berechnung der CO₂-Vermeidungskosten sowie der vermiedenen Umweltkosten.

CO₂-Vermeidungskosten:

Die Internalisierung der externen Umweltkosten erfolgt durch einen Vergleich mit den Treibhausgas-Vermeidungskosten und den sich daraus ergebenden vermiedenen Umweltschäden in Euro pro Jahr. Die Vermeidungskosten sind diejenigen annuitätischen Kosten, die ausgehend von einem Referenzzeitpunkt zur Reduktion einer bestimmten Treibhausgasmenge aufgewendet werden müssen. Zu den annuitätischen Kosten gehören kapitalgebundene Kosten, bedarfsgebundene Kosten sowie sonstige Kosten. Die kapitalgebundenen Kosten werden auf Grundlage der im vorangegangenen Kapitel überschlägig ermittelten Transformationskosten berechnet. Die bedarfsgebundenen Kosten ergeben sich insbesondere durch Energiebezugskosten. Bei der Berechnung der Vermeidungskosten einer energetischen Sanierung werden daher z. B. neben den Investitionskosten für Dämmmaßnahmen auch die Energieeinsparungen und die damit verbundenen Energiebezugskosten berücksichtigt.

Die Vermeidungskosten berechnen sich dann als Quotient aus der Kosten- und Emissionsdifferenz zwischen den Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion und einer entsprechenden Referenz. Als Referenzszenario werden Annahmen für Sowieso-Kosten getroffen sowie die Energieverbräuche berechnet, die sich bei einem Trendszenario ergeben würden. Negative Vermeidungskosten können entstehen, wenn die (Voll-)Kostendifferenz zwischen Maßnahme und Referenz negativ und somit wirtschaftlich ist.

Vermiedene Umweltkosten:

Diesem Ansatz liegt die Methodenkonvention des Umweltbundesamtes zu Grunde¹¹. Schadenskosten (Umweltkosten) schätzen die Kosten ein, die der Gesellschaft durch Treibhausgasemissionen und dem daraus resultierenden Klimawandel entstehen. Umweltkosten für das Jahr 2020 liegen bei 195 €/tCO₂

¹¹ Bünger, Björn et al., „Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Methodische Grundlagen“, Umweltbundesamt 2018

bzw. 680 €/tCO₂. Der Unterschied der Bewertung ergibt sich aus einer gewichteten Zurechnung der Schäden auf zukünftige Generationen. Der höhere Wert geht davon aus, dass heutige und zukünftige Schäden gleich gewichtet werden, also im gleichen Maße die Wohlfahrt heutiger und zukünftiger Generationen berücksichtigt wird.

5.1.2 Schritt 2: Beschreibung der erforderlichen Transformation – die vier Dimensionen

Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, sind grundlegende Veränderungen und Transformationen erforderlich. Vier Dimensionen der Transformation beschreiben die erforderlichen Veränderungen in den Rahmenbedingungen.

Governance: Governance bezeichnet im Allgemeinen das Steuerungs- und Regelungssystem einer politisch – gesellschaftlichen Einheit. Wer trifft konkrete Entscheidungen? Wie werden die Entscheidungen um- und durchgesetzt? Welche organisatorischen und regulatorischen Rahmenbedingungen sind erforderlich? Stichpunkte zur Beschreibung der Dimension sind z. B.: Regelungsstrukturen • Politikinstrumente • formelle und informelle Steuerungsinstrumente • Organisationsstrukturen • Netzwerke • Gesetze ...

Gesellschaft und Wirtschaft: Die Dimension beschreibt die Einflüsse gesellschaftlicher Transformation auf die Zielerreichung mit eher langfristiger Wirkung (Werteebene) und kurzfristiger Wirkung (Einstellungen). Werte und Einstellungen beeinflussen auf individueller Ebene das persönliche Handeln und auf gesellschaftlicher Ebene das Handeln von Gruppen und Organisationen. Das Wissen um klimaschonende Lösungen und das direkte Erfahrung von Konsequenzen des eigenen Handelns sind Grundvoraussetzungen für das individuelle und organisatorische Lernen. Faktoren in diesem Cluster beeinflussen direkt das Ausbilden von klimaschonenden Handlungsroutinen und sind damit ein wesentlicher Treiber für die Transformation. Gutes Wirtschaften ist eine Grundvoraussetzung, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen beeinflussen Investitionsentscheidungen in Technologien und Infrastrukturen, Tarife und Förderungen haben eine steuernde Wirkung auf klimaschonende Entscheidungen. Ansätze der Gemeinwohlökonomie liefern neue Ansätze unter Berücksichtigung sozialer Aspekte. Stichpunkte zur Beschreibung der Dimension sind z. B.: Werteeinstellungen • Konsummuster • Konsumverhalten Produktionsweisen • Transportweisen • Preismodelle • Wertschöpfung • Unternehmensorientierung ...

Technik und Infrastruktur: Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, sind technische Lösungen zur Treibhausgasreduktion erforderlich. Ob und in welcher Weise sind Lösungen verfügbar und einsetzbar? Welche Chancen bieten sie und welche Hindernisse bestehen beim Einsatz? Das Vorhandensein und die niedrighschwellige Zugänglichkeit zu einer Infrastruktur sind die Grundvoraussetzungen, um Lösungen und Angebote für die Klimaneutralität nutzen zu können. Stichpunkte zur Beschreibung der Dimension sind z. B.: Energetische Standards • technische Gebäudeausrüstung • Dekarbonisierte Energieerzeugung • Erneuerbare Energien • Energieverteilung • Versorgungssicherheit • Sektorkopplung • Verkehrsinfrastruktur • Verkehrsmittel ...

Flächen und Ressourcen: Die Gestaltung der räumlichen Transformation zur klimaneutralen Stadt sowie der schonende Umgang mit Ressourcen ist eine zentrale Aufgabe einer Klimaneutralitätsstrategie. Eine klimaneutrale Stadt erfordert die Neuverhandlung der Flächennutzung, um Flächenkonkurrenzen zu minimieren. Hierzu bedarf es einer interdisziplinären Planungskultur, Raum für Innovationen und Lösungen mit Strahlkraft. Planerische Themen sind z. B.: Doppelte Innenentwicklung, Nutzungsmischung im Quartier, die Förderung gemeinschaftlicher Wohn- und Lebensformen, soziale Durchmischung, die Reduktion des Flächenverbrauchs, die Planung der Flächennutzung für erneuerbare Energien und Infrastrukturen. Die Förderung des Grünraums steigert

die CO₂-Kompensationspotenziale, stärkt die Widerstandskraft gegen die Klimaerhitzung und steigert die Lebensqualität. Stichpunkte zur Beschreibung der Dimension sind z. B.: Stadtentwicklung • Flächennutzung • Flächenbedarfe • Lebensqualität • Grünraum • Flächenkonkurrenz • Ressourcennutzung • Ressourcenschonung ...

5.1.3 Schritt 3: Skizze eines Umsetzungsplans und Empfehlungen

Schritt drei skizziert Fokusinitiativen in den Bereichen Wärmewende, Mobilitätswende und Solaroffensive und identifiziert Gebiete in Wuppertal für deren Umsetzung. Die Fokusinitiativen sind so angelegt, dass die oben genannten Dimensionen der Veränderung adressiert werden können. Die vorgeschlagenen Gebiete sind als Innovationsräume nach städtebaulichen Kriterien, der grundsätzlichen Eignung für die beispielgebende Umsetzung sowie Möglichkeiten der thematischen Kombination (integrierte Räume) ausgewählt. Die folgende Abbildung zeigt das grundsätzliche Prinzip. In den folgenden Kapiteln werden die Fokusräume im Detail vorgestellt.

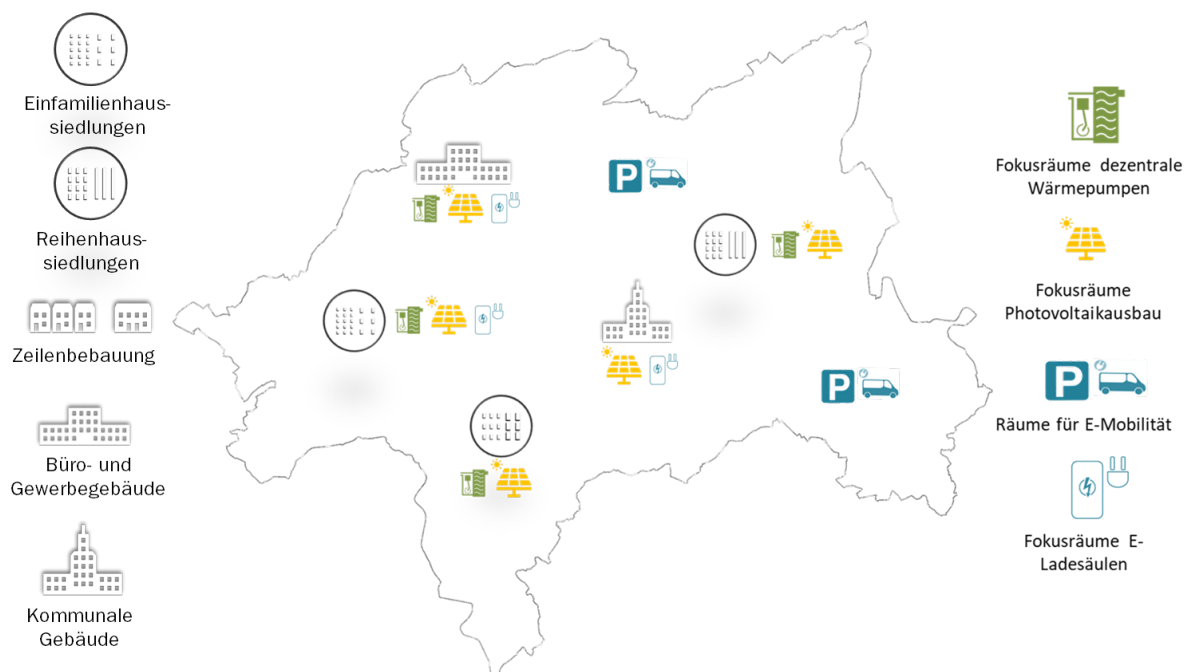


Abbildung 15 Prinzipdarstellung Fokusräume

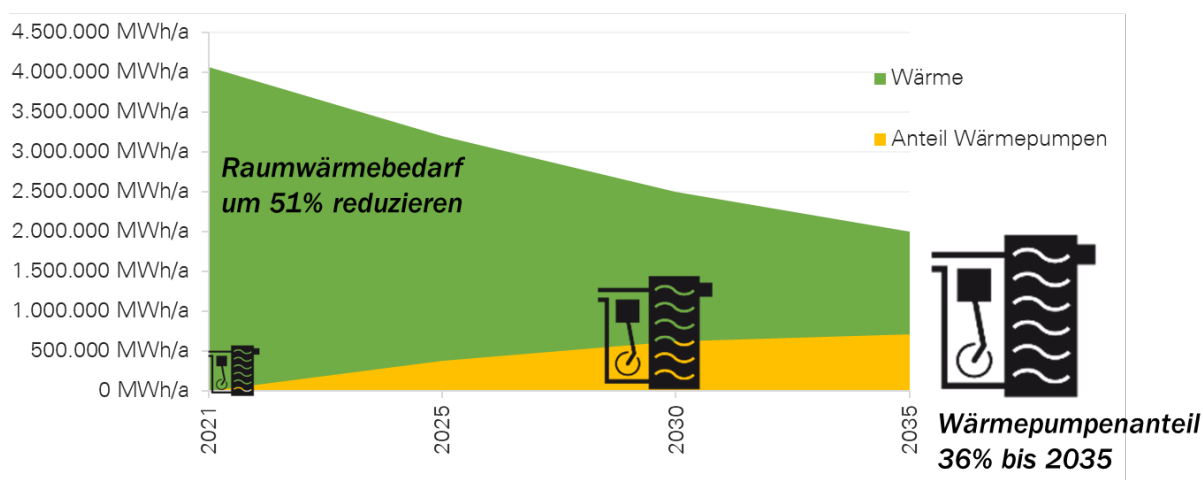
5.2 Wärmewende mit Wärmepumpen

Um das Ziel der Klimaneutralität erreichen zu können, ist eine generelle Wärmewende weg von fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien notwendig. Im Bereich der dezentralen aber auch kleineren zentralen Versorgungslösungen bietet die Installation von Wärmepumpen enormes Potenzial.

5.2.1 Herausforderung Wärmepumpen

Wie bereits beschrieben, ist – in Verbindung mit einer deutlichen Reduktion des Raumwärmebedarfs – ein massiver Ausbau der Wärmepumpen als Ersatz für fossile Öl- und Erdgasheizungen notwendig. Entsprechend des Szenarios muss bis 2035 der Wärmepumpenanteil auf 36 % massiv ausgebaut werden und es bedarf ca. 36.000 neuer Wärmepumpen auf dem Stadtgebiet der Stadt Wuppertal,

woraus Investitionskosten in Höhe von ca. 702 Millionen Euro resultieren. Dem stehen vermiedene Umweltkosten in Höhe von ca. 7,77 Millionen Euro pro Jahr gegenüber (siehe [Abbildung 16](#)).



Kosten-Nutzen

Investitionen in Wärmepumpen	0,7 Milliarden Euro
Ersparte THG-Emissionen	43.000 t/a
CO ₂ -Vermeidungskosten	792 €/t
Vermiedene Umweltkosten	7.770.000 €/a

Abbildung 16 Herausforderungen Schwerpunkt Wärmewende – Umstieg auf Wärmepumpen

5.2.2 Rahmenbedingungen zur Förderung der Wärmewende mit Wärmepumpen gestalten

Governance:

Kommunale Wärmeplanung: Die Wärmewende benötigt ein abgestimmtes, strategisches Vorgehen der Akteure aus der Wohnungswirtschaft (gewerblich und privat), der WSW und der Stadt Wuppertal, um Investitionen in die Gebäudesanierung und Wärmeversorgung auf Ebene der Gebäude, Quartiere und gesamtstädtischen Infrastruktur unter gesicherten Rahmenbedingungen zu tätigen. Eine wesentliche planerische Grundlage ist die Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung als strategische Grundlage. Die kommunale Wärmeplanung hilft dabei, Potenzialräume in Wuppertal zu identifizieren, die besonders gut für Wärmepumpen geeignet sind.

Modernisierungsanreize durch Förderungen (Pull-Faktoren): Die Neuausrichtung der Förderangebote für Haushalte und Unternehmen über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wird durch die Bundesregierung vorangetrieben. Ein Schwerpunkt wird auf die Sanierungsförderung des Gebäudebestandes mit einem hohen Klimaschutzeffekt gelegt. Besonderer Fokus soll dabei auf die Förderung der „niedrig hängenden Früchte“ gelegt werden: Niedrigschwellige Angebote zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen und den Wechsel hin zu erneuerbaren Energien, Modernisierungsförderung der energetisch „schlechtesten“ Gebäude. Vor dem Hintergrund der sich ändernden Rahmenbedingungen sollte eine kommunale Förderung für den Umstieg insbesondere auf Wärmepumpen gezielt und ergänzend zu Bundesförderung eingesetzt werden.

Push-Faktoren durch Regelungen in städtebaulichen und in Grundstückskaufverträgen: Die Stadt Wuppertal hat keine Möglichkeit, gesamtstädtische Regelungen zum Betrieb von fossilen Heizungen zu

erlassen. Dies kann nur auf Bundesebene geschehen, z.B. im Hinblick auf das Verbot von Öl-Heizungen. Die Stadt Wuppertal kann lediglich im Rahmen kommunaler Satzungen z. B. bei Neubaugebieten den Betrieb von fossilen Heizungen ausschließen und den Einsatz von effizienten Heizungen mit erneuerbaren Energien und Umweltwärme (z. B. Wärmepumpen) festsetzen. Dafür bietet sich die Erstellung von Energiekonzepten bspw. bei neuen Baugebieten im Rahmen der Bebauungsplanaufstellung an.

Gesellschaft und Wirtschaft:

Sicherheit für den Umstieg geben durch zielgruppen- und anlassgerechte Beratung: Klimaschutz ist kein vordringliches Kriterium bei Investitionsentscheidungen in eine neue Heizung. Wirtschaftlichkeit, Komfort und Verfügbarkeit sind häufig die Kriterien bei der Auswahl der Heizungsanlage. Häufig setzen sich Haushalte nur dann mit dem Austausch einer alten Heizungsanlage auseinander, wenn die Heizung auszufallen droht bzw. bereits ein Defekt vorliegt. Entscheidungen werden dann überhastet getroffen. Unsicherheiten beim Wechsel zu Wärmepumpen bestehen zudem bei den Betriebskosten. Über die Betriebskosten von Wärmepumpen herrscht in der Praxis Uneinigkeit. Studien zeigen, dass die Jahresarbeitszahlen nach Herstellerangaben oft nicht eingehalten werden. Das sorgt für weitere Unsicherheit bei der Umrüstung von fossilen Energieträgern auf elektrische Wärmepumpen. Durch gezielte Berichterstattung und Ansprache von Haushalten kann ein Bewusstsein entstehen, sich frühzeitig um eine Lösung mit erneuerbaren Energien zu kümmern. Mit einem nach Modernisierungstypen differenzierten Beratungsansatz zusammen mit Fachexperten können Haushalte Lösungen für individuelle Fragestellungen entwickeln. Dies betrifft die Kosten- und Finanzierungsplanung, die Beurteilung der erzielbaren Energieeinsparung, die Wahl des richtigen Heizungssystems und Finanzierungsfragen.

Aufbauprogramm Wärmepumpe: Ein grundsätzliches Problem der Wärmewende ist der Fachkräftemangel. Mit dem Aufbauprogramm Wärmepumpe des Bundes sollen die Rahmenbedingungen zur Qualifizierung des Handwerks verbessert werden. Durch gezielte Anreize sollen Handwerksbetriebe und Planungsbüros qualifiziert und der Einsatz von Wärmepumpen gefördert werden. Bundesziel ist der Einbau von 500.000 neuen Wärmepumpen bis 2024. Die Stadt Wuppertal kann in Zusammenarbeit mit dem örtlichen Handwerk, Planungsbüros und Anbieter*innen koordinierend unterstützen.

Reduzierung der Energiekosten durch die energetische Sanierung: Neben dem Energieträgerwechsel bildet die Reduzierung des Energieverbrauchs einen weiteren wichtigen Baustein zur Erreichung der Klimaneutralität. Durch eine energetische Sanierung des Gebäudes kann dies erreicht werden. Auf diese Weise können die Bewohner*innen insbesondere bei steigenden Energiepreisen Nebenkosten sparen. Die Stadt Wuppertal kann durch gezielte Information das Bewusstsein bei den Eigentümer*innen steigern und so die Erhöhung der Sanierungsquote unterstützen.

Verbesserung der Lebensqualität und Wertsteigerung der Immobilie durch energetische Sanierung: Neben der Reduzierung der Energiekosten wirkt sich eine energetische Sanierung auch positiv auf die Lebensqualität der Bewohner*innen sowie wertsteigernd bzw. -erhaltend auf die Immobilie aus. Durch Abdichtungs- und Dämmmaßnahmen steigt bspw. die Behaglichkeit in den Innenräumen. Die Stadt Wuppertal kann im Rahmen der gezielten Information zur energetischen Sanierung auf die Verbesserung der Lebensqualität und die Wertsteigerung bzw.-erhaltung hinweisen, um weitere Anreize zu bewerben.

Technik und Infrastruktur:

Heizlast und Jahresarbeitszahl müssen aufeinander abgestimmt sein: Eine energetische Sanierung älterer Bestandsgebäude sollte zur Senkung des spezifischen Wärmebedarfs durchgeführt werden.



Diese sollte bereits vor der Installation der Wärmepumpe durchgeführt werden, um den reduzierten Wärmebedarf bereits in der Dimensionierung und den Vorlauftemperaturen der Wärmepumpe zu berücksichtigen.

Kombination mit Photovoltaik sinnvoll: Die Kombination von Photovoltaikanlagen mit Wärmepumpen bietet den Gebäudeeigentümer*innen einige Vorteile. So kann der für die Wärmepumpe benötigte Strom bspw. bis zu einem gewissen Grad mithilfe der Photovoltaikanlage selbst erzeugt werden. Dies minimiert die Stromnebenkosten.

Flächen und Ressourcen:

Flächenbedarf und Flächenzugang beachten: Beim Einbau von Wärmepumpen ergeben sich je nach Technik (Luft-Wasser Wärmepumpe, Wasser-Wasser Wärmepumpe etc.) Anforderungen an die Lage und die Einbausituation. Privatrechtliche Flächennutzungsmöglichkeiten, die Zugänglichkeit zu Flächen und die Abstände zu Nachbar*innen müssen beachtet werden. Für den Einbau von Wärmepumpen im Bestand müssen daher die örtlichen Einbausituationen berücksichtigt werden. Stadtraumtypologien mit einer geringen Dichte wie Einfamilienhaussiedlungen bieten daher eher bessere Rahmenbedingungen als Zeilenbebauungen. In Gebieten mit einer höheren Dichte stellen aus den zuvor genannten Gründen häufig gemeinsame Versorgungslösungen eine Alternative dar.

5.2.3 Strategische Empfehlungen Wärmepumpen

Um die Umstellung auf Wärmepumpen voranzutreiben, wird die Umsetzung einer Fokusinitiative empfohlen. Die Chancen und Herausforderungen sowie technischen Möglichkeiten im Hinblick auf Wärmepumpen unterscheiden sich teils stark je nach Gebäudetyp. Daher gliedert sich die Fokusinitiative in vier Schwerpunkte auf der Nutzungsseite, welche im ersten Schritt und prioritär unterstützt werden sollten. Dabei handelt es sich um:

- Einfamilienhaussiedlungen
- Reihenhaussiedlungen
- Zeilenbebauung
- Bürogebäude

Vor dem Hintergrund der beschriebenen erforderlichen Veränderungen sowie zur Begegnung der Hemmnisse wird die Konzeption und Umsetzung der Initiative in folgenden Schritten empfohlen.

1. **Bestandsaufnahme:** Für diese gebäudespezifische Betrachtung gilt es zunächst den Gebäudebestand bspw. mithilfe des Wärmeatlas der Stadt Wuppertal hinsichtlich der Eignung für Wärmepumpen zu analysieren. Dabei sollten Gebäude, welche entlang des bestehenden Fernwärmenetzes sowie innerhalb von Fernwärmeentwicklungsgebieten liegen, zunächst ausgeschlossen werden. Diesen Gebäudeeigentümern sollte ein Anschluss an das Fernwärmenetz empfohlen werden.
2. **Identifizierung von Fokusräumen:** In einem zweiten Schritt sollten Siedlungen bzw. kleine Quartiere identifiziert werden, welche eine homogene Gebäudetypologie und eine möglichst homogene Ausgangslage bezüglich der derzeitigen Wärmeversorgung aufweisen.
3. **Konzeptionierung der Initiative für unterschiedliche Schwerpunkte:** Für diese Fokusräume werden Strategien zur Ansprache und Unterstützung entwickelt, welche sich auf weitere Quartiere und Siedlungen übertragen lassen. Erster Schritt ist die Information und Beratung zur Notwendigkeit und den Optionen zur Reduzierung des Wärmebedarfs und der erforderlichen Vorlauftemperaturen durch eine energetische Sanierung der Gebäude als Voraussetzung für den Einsatz von Wärmepumpen. Darauf aufbauend liegt neben der Information und Beratung zu allgemeinen Fragen im Themenkomplex der Wärmepumpe ein besonderer Fokus auf der gebäudespezifischen Beratung

hinsichtlich der individuellen Versorgungslösung. Dabei sollten folgende technische Lösungen prioritär empfohlen werden (und immer auch auf die Installation einer Photovoltaik-Anlage hingewirkt werden):

- **EFH-Siedlung:** Diese Siedlungen zeichnen sich durch eine lockere Bebauung mit freistehenden Einfamilienhäusern aus. In der Regel verfügen diese über ausreichend dimensionierte Grundstücke, um Wärmepumpen auf dem eigenen Grundstück zu realisieren. Daher werden für diese Siedlungen Einzelversorgungen empfohlen. Grundsätzlich bietet sich die Realisierung von Erdwärmekollektoren und -sonden an, wobei die Wahl der Technik von der verfügbaren Fläche abhängig ist. Je nach Dämmstandard können Luft-Wasser-Wärmepumpen installiert werden. Um die Wärmepumpe dabei möglichst effizient auszulegen, sollte das Gebäude im Vorfeld energetisch saniert werden.
 - **Reihenhaussiedlungen:** Bei Reihenhäusern handelt es sich zwar ebenfalls um Einfamilienhäuser, jedoch nicht um freistehende. Daraus resultiert zum einen eine direkte Nähe zum Nachbargebäude sowie ein meist effizienteres Gebäude. Jedoch sind die Freiflächen auf den Grundstücken häufig von der Straße aus nicht direkt erreichbar bzw. befahrbar. Für diese Siedlungen sollte, sofern die Freiflächen befahrbar sind, Einzelversorgungslösungen mittels Erdwärmesonden empfohlen werden. Sofern die Lärmemissionen und die daraus resultierenden Abstandsflächen es erlauben, bieten sich auch Luft-Wasser-Wärmepumpen an. Sollten diese Einzelversorgungslösungen nicht realisierbar sein, kann ein kaltes Nahwärmenetz auf Wärmepumpenbasis als gemeinschaftliche Versorgungslösung empfohlen werden.
 - **Zeilenbebauung:** Dieser Gebäudetyp weist eine mittlere Dichte auf und verfügt meist über ausreichende Grünflächen zwischen den einzelnen Zeilen. Für diesen Bebauungstyp sollten größere Wärmepumpen in der Größenordnung von ca. 50 kW prioritär thematisiert werden, welche mehrere Wohnungen versorgen. Dabei können sowohl Erdwärmesonden als auch -kollektoren installiert werden. Um mit niedrigen Vorlauftemperaturen die Anlage betreiben zu können, sollte das Warmwasser mittels Durchlauferhitzer erzeugt werden, da ansonsten hygienische Aspekte der Installation von Wärmepumpen mit geringer Vorlauftemperatur im Wege stehen.
 - **Bürogebäude:** Bedingt durch ihre Nutzung bieten sich Wärmepumpen in diesem Gebäudetyp sowohl für die Wärmeerzeugung als auch Kühlung an. Dabei sollten ebenfalls größere Wärmepumpen in der Größenordnung von ca. 50 kW empfohlen werden. Dabei sind sowohl Erdwärmesonden und -kollektoren als auch Luft-Wasser-Wärmepumpen technisch möglich und sinnvoll.
4. **Zielgruppenspezifische Beratungs- und Unterstützung:** Basierend auf den Analysen und mithilfe der unterschiedlichen Informations- und Beratungsinhalte sollten die Gebäudeeigentümer*innen in Zielgruppen unterteilt und zunächst in den Fokusräumen direkt und differenziert angesprochen und bei der Realisierung unterstützt und begleitet werden.
 5. **Evaluierung und ggf. Anpassung der Angebote** sowie technischen Empfehlungen in Abhängigkeit von der technischen Entwicklung.

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die zuvor prioritär empfohlenen Versorgungslösungen differenziert nach der Gebäudetypologie.

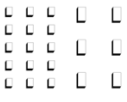
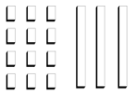
EFH-Siedlung		Reihenhaus-siedlungen		Zeilenbebauung, mittlere Dichte	Bürogebäude
					
Einzelversorgung Erdwärmekollektor oder -sonde Luft-Wasser-Wärmepumpe (abhängig vom Dämmstandard)		Einzelversorgung Erdwärmesonde (sofern Grünfläche befahrbar) Luft-Wasser-Wärmepumpe (abhängig von den Lärmemissionen) Gemeinschaftliche Versorgung Kalte Nahwärme		Gemeinschaftliche Versorgung Größere Wärmepumpe für mehrere Wohnungen Erdwärmekollektor oder -sonde WW über Durchlauferhitzer	Einzelversorgung Größere Wärmepumpe für ein großes Gebäude Erdwärmekollektor oder -sonde Luft-Wasser-Wärmepumpe Kühlung

Abbildung 17 Schwerpunkte der Fokusinitiative dezentrale Wärmepumpen

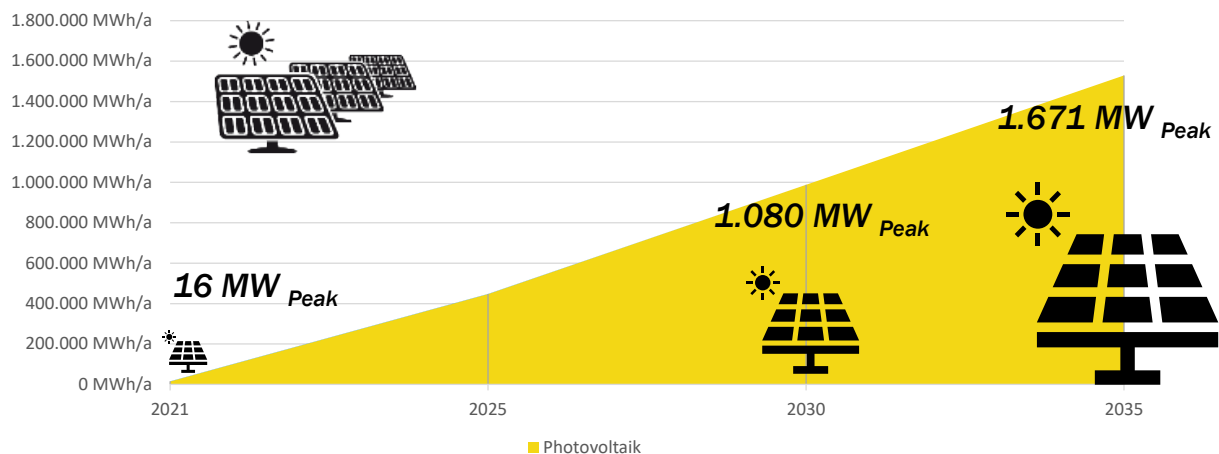
5.2.4 Fokusinitiative Wärmepumpen in Einfamilienhaussiedlungen

Als kurzfristig umzusetzende Aktivität wird eine Fokusinitiative Wärmepumpen in Einfamilienhaussiedlungen, wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben, empfohlen. Bei der Wahl des Fokusraums sind im Vorfeld die Erfolgchancen abzuschätzen. Dafür gilt es ein Kriterienset zu entwickeln, welches bspw. das Alter der Gebäude und wenn möglich der Eigentümer*innen berücksichtigt. Weitere soziale Aspekte, wie bspw. die Kaufkraft sollten, falls entsprechende Datensätze verfügbar sind, geprüft werden. Ein möglicher, verhältnismäßig homogener Raum zur Umsetzung wäre bspw. in Wuppertal Hahnerberg (siehe hierzu Kap. 5.5).

5.3 Solaroffensive

5.3.1 Herausforderung Solaroffensive

Wie bereits im vorherigen Kapitel dargestellt (siehe hierzu Kap. 3.5), wird der Strombedarf im Zuge der Umsetzung der Klimaneutralitätsstrategie durch die Verlagerung von Anwendungen hin zur Stromnutzung in den kommenden Jahren deutlich zunehmen. Um diesen Bedarf zumindest zu einem gewissen Grad regional zu erzeugen, bedarf es des Ausbaus der erneuerbaren Energien. Dachflächenphotovoltaikanlagen mit einer zu installierenden Leistung von ca. 1.350 MW und Freiflächenphotovoltaikanlagen mit einer zu installierenden Leistung von ca. 329 MW stehen dabei im Mittelpunkt. Dies verursacht Investitionskosten in Höhe von ca. 2,3 Milliarden Euro und spart ca. 79.000 Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr ein. Demgegenüber stehen vermiedene Umweltkosten von ca. 15,3 Millionen Euro pro Jahr.



Kosten-Nutzen

Investitionen	2,3 Milliarden Euro
Ersparte THG-Emissionen	79.000 t/a
CO ₂ -Vermeidungskosten	-2.540 €/t
Vermiedene Umweltkosten	15,3 Mio. €/a

Abbildung 18 Herausforderungen im Schwerpunkt Solaroffensive – Investitionen in Photovoltaik

5.3.2 Rahmenbedingungen zur Förderung der Solaroffensive

Governance: Der Stadt Wuppertal stehen unterschiedliche Steuerungs- und Regelungsmöglichkeiten zur Verfügung, um den Photovoltaikausbau in der Stadt voranzutreiben:

- Politische Beschlussfassung zur Verankerung des Ausbauziels in der Stadt
- Schaffung einer strategischen Grundlage für die Stadt zur Reduzierung des Verwaltungs- und Planungsaufwandes für eigene Anlagen (z. B. unter Berücksichtigung Sanierungsbedarf von Dächern)
- Für Neubauten kann eine PV-Pflicht in Bebauungsplänen festgesetzt werden. Für Bestandsgebäude gilt dies jedoch nicht.
- Mithilfe von Regelungen in städtebaulichen und kommunalen Grundstückskaufverträgen kann die Installation von PV-Anlagen ebenfalls sichergestellt werden.
- Ein Leitfaden und einheitliches Antragsverfahren (z. B. über vorgefertigte, einheitliche Formulare) zur Realisierung von Anlagen im Denkmalschutz, welcher in Abstimmung mit der Unteren Denkmalbehörde erstellt wird, kann bspw. die Anzahl an Einzelfallprüfungen reduzieren sowie die Genehmigungsprozesse erleichtern und beschleunigen.
- Ausweisung von Flächen für Freiflächenphotovoltaikanlagen in der unverbindlichen Bauleitplanung.

Technik und Infrastruktur: Zur weiteren Förderung des Photovoltaikausbaus sollten die Schnittstellen für Sektorkopplung betrachtet werden. Dabei sind insbesondere die Verknüpfung mit Wärmepumpen und der Elektromobilität in Form von dezentralen Wallboxen zu berücksichtigen und im Rahmen der Angebote zu bewerben. Darüber hinaus kann der Einsatz von Batteriespeichern die dezentrale Nutzung des erzeugten Stroms erhöhen und zur Versorgungssicherheit beitragen.

Flächen und Ressourcen: Zur Förderung des Photovoltaikausbaus ergeben sich große Flächenbedarfe auf Dächern. Diese stehen jedoch in Konkurrenz mit anderen Dachflächennutzungen wie Gründächern oder Solarthermie. Die Möglichkeit für Kombilösungen ist auszuschöpfen.

5.3.3 Strategische Empfehlungen Solaroffensive

Um den Ausbau von Photovoltaikanlagen in Wuppertal voranzutreiben, soll die bereits im *Klimaschutzkonzept mit integriertem Handlungsfeld Klimafolgenanpassung*¹² vorgeschlagene Ausbaustrategie durch eine Fokusinitiative Solarausbau unterstützt werden. Die Entwicklung zielgruppenspezifischer Unterstützungsangebote steht im Mittelpunkt der Fokusinitiative. Dabei sind jedoch insbesondere der kommunale Einflussbereich sowie die kommunalen Handlungsmöglichkeiten zu berücksichtigen. Da die Investition in sowie die Installation von Photovoltaikanlagen eine private Entscheidung ist, kann die Stadt hier in der Regel nur unterstützend tätig werden. Der Großteil des PV-Potenzials liegt auf nicht-kommunalen Gebäuden und im Bereich der Freiflächen. Dieses soll durch die Fokusinitiative Solarausbau gehoben werden. Die kommunalen Liegenschaften hingegen liegen im direkten Einflussbereich der Stadt Wuppertal und erfordern somit keiner Mitwirkung privater Personen. Bei diesen kann die Stadt Wuppertal ergänzend zu ihrer Beratung und Unterstützung als gutes Vorbild vorangehen.

Im Rahmen der Fokusinitiative werden daher folgende Schwerpunkte auf der Anwenderseite unterschieden:

- Kommunale Liegenschaften
- Denkmalgeschützte Gebäude
- Private, selbstgenutzte Wohngebäude
- Große Gewerbegebäude
- Freiflächen

Vor dem Hintergrund der beschriebenen erforderlichen Veränderungen (vgl. Kap.5.3.2) wird die Konzeption und Umsetzung der Initiative empfohlen.

Photovoltaik auf kommunalen Liegenschaften ausbauen

Im Sinne der Vorbildwirkung ist der Photovoltaikausbau auf kommunalen Liegenschaften von besonderer Bedeutung. Zum einen befinden sich diese im direkten Einflussbereich der Stadt Wuppertal und bieten zum anderen noch erhebliches Potenzial.

1. **Politische und strukturelle Grundlagen schaffen:** Um PV flächendeckend auf kommunalen Liegenschaften zu realisieren, bedarf es einiger regulatorischer Maßnahmen. Zunächst sollte der Ausbau als strategisches Ziel auf Basis des erfolgten Beschlusses „klimaneutral 2035“ vom Rat der Stadt Wuppertal beschlossen werden. Dies ist bspw. im Hinblick auf höhere Investitionskosten bei guter Wirtschaftlichkeit über den Lebenszyklus im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen förderlich. Gleichzeitig sollte mit der Erarbeitung von Leitfäden o.ä. begonnen werden, welche die Vorgehensweise zur Nachrüstung von PV-Anlagen sowie die Integration von Anlagen bei Neubauten regeln. Auf diese Weise sollen die internen Verfahrensabläufe optimiert werden, um so den Ausbau voranzutreiben. Im Zuge dessen sollten unterschiedliche Betreibermodelle geprüft und in den Leitlinien aufgenommen werden.

¹² vgl. Gertec, EPC, K.PLAN (2020). Klimaschutzkonzept mit integriertem Handlungsfeld Klimafolgenanpassung

2. **Bestandsanalyse:** Aufbauend auf den Ergebnissen des Solardachkatasters ist der grundsätzlich geeignete kommunale Gebäudebestand detaillierter auf die Eignung sowie die installierbare Leistung zu untersuchen.
3. **Ausbauplanung:** Mithilfe dieser Ergebnisse soll eine Ausbauplanung inkl. zeitlicher Priorisierung erarbeitet werden. Dabei sind weitere Modernisierungsvorhaben sowie Energieträgerwechsel zu beachten.
4. **Realisierung:** Entsprechend der Ausbauplanung sind bis spätestens 2035 alle geeigneten kommunalen Dachflächen möglichst flächendeckend mit PV-Anlagen zu belegen.

Photovoltaik auf denkmalgeschützten Gebäuden ausbauen

Häufig stehen Denkmalschutzaufgaben der Installation von PV-Anlagen entgegen. Unabhängig davon steht der PV-Eignung rein technisch in vielen Fällen nichts entgegen. Da in der Stadt Wuppertal zahlreiche denkmalgeschützte Gebäude vorhanden sind, bieten diese ein großes Potenzial zur Zielerreichung. Daher ist die schwerpunktmäßige Betrachtung des Denkmals und die Entwicklung einer Strategie zur Verknüpfung von PV-Ausbau und Denkmalschutz für Wuppertal notwendig.

1. **Lösungsmöglichkeiten:** Zunächst sollten gemeinsam mit der Unteren Denkmalbehörde Lösungsmöglichkeiten für unterschiedliche, typische, denkmalgeschützte Gebäude erarbeitet werden, um PV und Denkmalschutz in den Einklang zu bringen. Ergebnis könnte ein Katalog mit typischen Realisierungsmöglichkeiten sein, differenziert nach Gebäudetypen. Dieser sollte auch den Gebäudeeigentümer*innen im Rahmen von Beratungsangeboten zur Verfügung gestellt werden.
2. **Vereinbarung:** Aufbauend auf den erarbeiteten Lösungsmöglichkeiten sollte eine grundlegende Vereinbarung mit der Unteren Denkmalbehörde getroffen werden. Auf diese Weise sollen Einzelfallprüfungen deutlich reduziert werden. Dies führt sowohl zur Optimierung der verwaltungsinternen Verfahrensabläufe als auch zur Beschleunigung der Genehmigungsprozesse.
3. **Identifizierung und Priorisierung:** In Abstimmung mit der Unteren Denkmalbehörde sollten mithilfe des Solardachkatasters kleine Quartiere, Straßenzüge sowie ggf. markante Einzelgebäude für die Installation von PV-Anlagen identifiziert und priorisiert werden.
4. **Information und Beratung:** Um den PV-Ausbau im Denkmal aktiv voranzutreiben, sollten zielgruppenspezifische Informations- und Beratungsangebote konzipiert werden. In einem ersten Schritt sollten dafür die Eigentümer*innen der priorisierten Gebäude direkt angesprochen und auf das Potenzial und die Möglichkeit zur Installation hingewiesen werden. Gleichzeitig sind die Angebote öffentlichkeitswirksam zu bewerben, um auch die weiteren, zahlreichen Gebäudeeigentümer*innen zu erreichen. Langfristig sollten alle Eigentümer*innen geeigneter Denkmäler aktiv angesprochen werden. Dies setzt voraus, dass die Personalkapazitäten deutlich ausgebaut werden.

Photovoltaik ausbauen auf großen, gewerblich genutzten Gebäuden und selbstgenutzten, privaten Gebäuden

Das Vorgehen in den Schwerpunkten große Gewerbegebäude sowie selbstgenutzte, private Dachflächen auf Wohngebäuden weist sehr viele Parallelen auf. Daher wird das Vorgehen für diese im Folgenden gemeinsam beschrieben und Unterschiede innerhalb der Verfahrensschritte erläutert.

1. **Strategische Energieplanung für PV-Dachflächen:** Zunächst gilt es die Potenziale räumlich und zielgruppenspezifisch differenziert u. a. mithilfe des Solardachkatasters zu analysieren.
2. **Aktivierungsoffensive zielgruppenspezifisch konzipieren:** Die Aktivierungsoffensive zielt auf die Sensibilisierung der Bürger*innen für das Thema PV sowie die Motivierung und Aktivierung zur Installation von entsprechenden Anlagen ab. Daher gliedert sich die Aktivierungsoffensive in zwei Bestandteile, eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit sowie Beratungsangebote. Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit soll bspw. mithilfe von Kampagnen, proaktiven Ansprachen sowie Infoveranstaltungen Bewusstsein bei den Bürger*innen geschaffen werden. Bei der inhaltlichen

Ausgestaltung der Angebote wird empfohlen, die Vorteile einer Kombination der Installation einer PV-Anlage mit einer Dachdämmung sowie die Kombination mit einer Wärmepumpe herauszustellen. Ein wichtiger Erfolgsfaktor für beide Bestandteile ist die zielgruppenspezifische Ansprache und Ausrichtung, wobei grundsätzlich zwischen Eigentümer*innen von Wohngebäuden und gewerblich genutzten Gebäuden zu unterscheiden ist. Aber auch innerhalb dieser zwei Zielgruppen sind die Bedürfnisse der Eigentümer*innen divers. Dies gilt es bei der Konzipierung der zielgruppenspezifischen Angebote zu berücksichtigen.

3. **Fokusräume identifizieren und direkt ansprechen:** Im Rahmen der Aktivierungsoffensive sollten bereits über das Stadtgebiet verteilt Fokusräume identifiziert werden. Dabei sollten möglichst in sich homogene Gebiete identifiziert werden, um innerhalb des jeweiligen Gebietes alle Eigentümer*innen mit den gleichen Angeboten ansprechen zu können. Für diese werden im Anschluss entsprechende zielgruppen- und gebietsspezifische Angebote entwickelt und die Eigentümer*innen proaktiv angesprochen.
4. **Evaluierung, ggf. Anpassung und sukzessive Ausweitung auf das gesamte Stadtgebiet:** Im Sinne der Erfolgskontrolle kommt der Evaluierung eine besondere Bedeutung zu. Um sowohl die Erfolge nachhalten als auch bei Bedarf die Angebote anpassen zu können, wird eine regelmäßige Evaluierung empfohlen. Darauf aufbauend sind die Angebote den ermittelten Bedürfnissen entsprechend anzupassen. Durch diese aktive Nachsteuerung sollen die Eigentümer*innen bestmöglich angesprochen werden.

Unterstützung des Ausbaus von Freiflächenphotovoltaikanlagen

Neben den Dachflächen bieten auch die Freiflächen auf dem Stadtgebiet ein großes, theoretisches Potenzial für den Photovoltaikausbau. Zunächst sollte eine detaillierte Potenzialanalyse durchgeführt werden, um potenzielle Flächen für die Realisierung von Freiflächenphotovoltaikanlagen zu identifizieren. Basierend auf diesen Ergebnissen sollte eine Flächennutzungsplanänderung angestrebt werden, um die Installation von PV-Anlagen zu ermöglichen. Grundsätzlich bedarf es für die Errichtung dieser Anlagen einer Baugenehmigung.

5.3.4 Fokusinitiative Photovoltaik auf privaten, selbstgenutzten Gebäuden

Als kurzfristige Aktivität wird eine Fokusinitiative Photovoltaik auf privaten, selbstgenutzten Gebäuden empfohlen. Bei diesem Gebäudetyp besteht erfahrungsgemäß ein großes Potenzial u. a. aufgrund der Möglichkeit der Eigennutzung des erzeugten PV-Stroms. Ein möglicher Raum zur Umsetzung wäre in Wuppertal Hahnerberg (s. hierzu Kap. 5.5)

5.3.5 Fokusinitiative Photovoltaik im Denkmalschutz

Als eine weitere wichtige, kurzfristige Aktivität wird die Fokusinitiative Photovoltaik im Denkmalschutz empfohlen. Bei dem im Kapitel 5.3.3 beschriebenen Vorgehen zur Verknüpfung von Denkmalschutz und Photovoltaik handelt es sich um einen verhältnismäßig zeitaufwendigen Abstimmungsprozess. Da in der Stadt Wuppertal jedoch eine Vielzahl von denkmalgeschützten Gebäuden vorhanden ist und diese ein großes PV-Potenzial aufweisen, sollte kurzfristig mit der Entwicklung von standardisierten Lösungsmöglichkeiten begonnen werden. Auf diese Weise soll das Verfahren zur Realisierung von Anlagen auf Denkmälern schnellstmöglich vereinfacht werden. Ein möglicher Raum zur Umsetzung wäre Wuppertal Arrenberg.

Integrierter Fokusraum Arrenberg

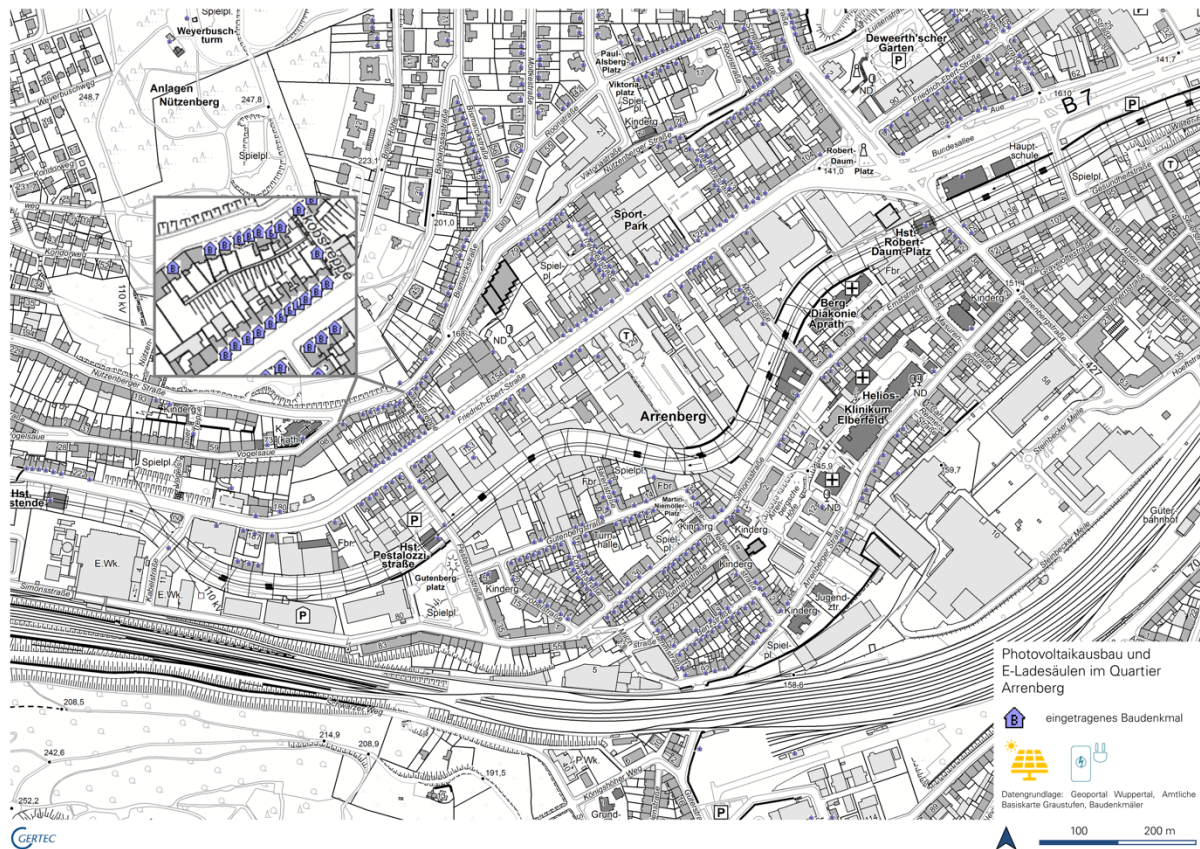


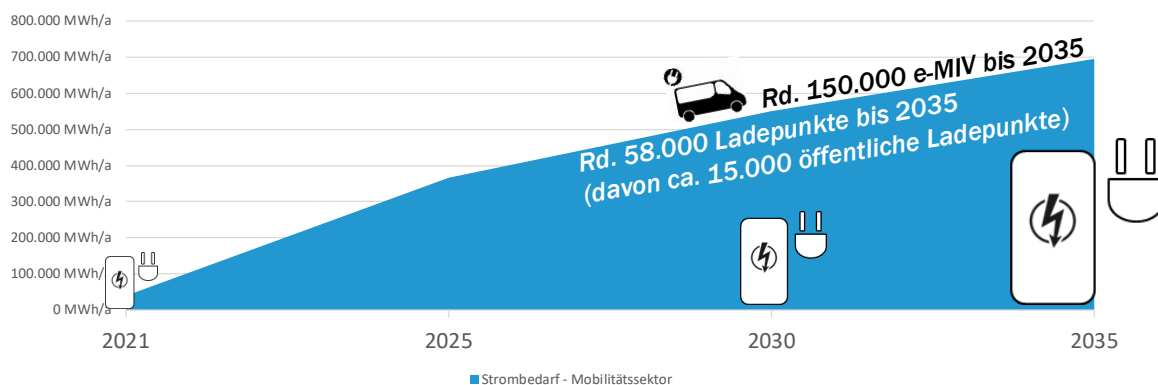
Abbildung 19 Möglicher Fokusraum Arrenberg (Photovoltaik im Denkmalschutz, E-Ladesäulen in Bestandsquartieren)

5.4 Mobilitätswende

5.4.1 Herausforderung Mobilitätswende

Vermeidung, Verlagerung und Verbesserung (im Sinne von höherer Effizienz und/oder Einsatz von Erneuerbaren Energien) ist der Dreiklang für die klimaschonende Mobilität. Hierzu ist eine Verlagerung auf den Radverkehr und den ÖPNV zwingend erforderlich. Gleichwohl liegt ein Schwerpunkt der Mobilitätswende in der Umstellung auf alternative Antriebe. Der Stufenplan geht im Szenario von einem Mix aus Elektroantrieben und Wasserstoff- bzw. synthetischen Kraftstoffen aus. Gleichwohl wird die Umstellung auf Elektromobilität den größten Anteil ausmachen. Das Europaparlament will ab 2035 keine Neuwagen mit Verbrenner mehr zulassen. Eine signifikante Zahl von Automobilherstellern hat sich bereits zu einem Ausstiegshorizont von 2035 bis 2040 bekannt.

Der Stufenplan geht davon aus, dass bis 2035 rd. 150.000 Fahrzeuge mit Elektroantrieb in Wuppertal zugelassen sind. Das erfordert gleichzeitig den Aufbau einer Ladeinfrastruktur. Insgesamt geht der Stufenplan von 58.000 Ladepunkten in Wuppertal aus, wovon rd. 15.000 Ladepunkte im öffentlichen Raum zugänglich sein sollten. Die resultierende Treibhausgaseinsparung wird im Vergleich zu einer Trendfortschreibung, die gerade noch die Flottengrenzwerte der Bundesregierung bis 2030 erreicht, berechnet. Unter der Annahme das durch die Einhaltung der Flottengrenzwerte im Jahr 2035 nur rund 1/3 der Fahrzeuge elektrifiziert sind¹³, können durch die Umstellung auf 150.000 Elektrofahrzeuge ca. 76.000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden, wodurch jährliche Umweltschäden in Höhe von 14,9 Millionen Euro vermieden werden. Die Investitionen der Transformation werden auf insgesamt ca. 560 Millionen Euro geschätzt. Berücksichtigt wurden dabei die vom Wuppertal Institut ermittelten Mehrkosten in Höhe von 3.000 € für ein Elektrofahrzeug sowie die Kosten für den Ausbau der Ladeinfrastruktur. Angesetzt wurden beim Ausbau der Ladeinfrastruktur Kosten in Höhe von 2.000 € je Ladepunkt.



Kosten-Nutzen

Investitionen in Ladeinfrastruktur	560 Millionen Euro
Ersparte THG-Emissionen	76.000 t/a
CO ₂ -Vermeidungskosten	400 €/t
Vermiedene Umweltkosten	14,9 Millionen €/a

Abbildung 20 Schwerpunkt Mobilitätswende – Investition in Ladeinfrastruktur

¹³ Bamberg, Carsten et al, „Privates Ladeinfrastrukturpotenzial in Deutschland“, dena, Prognos, 2020

5.4.1 Rahmenbedingungen zur Förderung der Elektromobilität

Governance: Das Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (EmoG) bietet Kommunen vier Werkzeuge zur Förderung der Elektromobilität:

- Parken auf öffentlichen Straßen und Wegen (wird von 74% der EmoG-anwendenden Kommunen eingesetzt¹⁴)
- Nutzung öffentlicher Straßen oder Wege, die besonderen Zwecke gewidmet sind (Sonderspuren)
- Zulassung von Ausnahmen bei Zufahrtsbeschränkungen oder Durchfahrtsverboten
- (Teil-) Erlass von Gebühren bei der öffentlichen Parkraumbewirtschaftung (wird von 24% der EmoG-anwendenden Kommunen eingesetzt)

Gesellschaft und Wirtschaft: Die „Reichweitenangst“ rückt bei Nutzern von elektrisch betriebenen Fahrzeugen auf Grund der steigenden Reichweite für viele private und auch zunehmend für gewerbliche Nutzer in den Hintergrund. Seit 2017 hat sich die durchschnittliche Reichweite von knapp 240 Kilometer auf 350 Kilometer im Jahr 2021 erhöht¹⁵. Die durchschnittliche Fahrleistung werktäglicher Fahrten privater PKW liegt bei rd. 42 km pro Tag.

Technik und Infrastruktur: Die öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur sowie die private Infrastruktur nehmen kontinuierlich zu. Im Jahr November 2021 gab es in Deutschland rd. 41.993 Normalladepunkte mit einer Ladeleistung bis 22 kW sowie rd. 7.214 Schnellladepunkte mit einer Ladeleistung größer 22 kW¹⁶. Unter der Annahme des beschriebenen Entwicklungspaths zu Klimaneutralität wären allerdings allein in Wuppertal bis 2035 rd. 15.000 öffentlich zugängliche Ladepunkte erforderlich.

Zurzeit entstehen Ladesäulen an Tankstellen vor allem an Autobahnen. In immer mehr Städten kommen auch Ladesäulen an Tankstellen hinzu. Hier wollen die Anbieter mit besonders hoher Ladegeschwindigkeit punkten. Mit bis zu 350-Kilowatt-Chargern wird das Nachladen dabei fast so schnell wie der normale Tankvorgang mit dem Verbrenner. Von aktuell verfügbaren Fahrzeugmodellen kann die Leistung noch nicht abgenommen werden. Die Technologie wird eher als Zusatzangebot für Durchgangsverkehre eingeschätzt.

Flächen und Ressourcen: Zur Förderung der Elektromobilität ergeben sich Flächenbedarfe im öffentlich zugänglichen Raum. Unter der Annahme, dass dort geladen wird, wo man sich länger aufhält, ergeben sich Priorisierungen an die Flächenbereitstellung für öffentlich zugängliche Ladeinfrastrukturen:

- Regelmäßig oder Nachtladen: private Parkplätze und Garagen, Tiefgaragen von Mehrfamilienhäusern und Wohnanlagen, Firmenparkplätze auf eigenem Gelände, öffentliche Parkplätze in Quartieren mit geringer privater Stellplatzdichte
- Zwischendurchladen: Findet am Straßenrand oder auf Kundenparkplätzen und in Parkhäusern statt.

¹⁴ Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME) GmbH, Noerr Partnerschaftsgesellschaft mbB 2021: Elektromobilitätsgesetz (EmoG) - Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge -Berichterstattung 2021

¹⁵ Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME) GmbH, Noerr Partnerschaftsgesellschaft mbB 2021: Elektromobilitätsgesetz (EmoG) - Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge -Berichterstattung 2021, Seite 11

¹⁶ Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME) GmbH, Noerr Partnerschaftsgesellschaft mbB 2021: Elektromobilitätsgesetz (EmoG) - Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge -Berichterstattung 2021, Seite 13

5.4.2 Strategische Empfehlungen Förderung Elektromobilität

Beim Thema Elektromobilität und Ladeinfrastruktur müssen insbesondere die kommunalen Handlungsmöglichkeiten berücksichtigt werden, da die Investition in Elektrofahrzeuge weitgehend eine private Entscheidung ist. Die wesentlichen Schwerpunkte einer Wuppertaler Strategie zur Förderung der Elektromobilität können sein:

- Ausbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur für den Endnutzer
- Abbau von Zugangsbarrieren und Stärkung der Dienste für eine einfache Nutzung
- Erhöhung des Bekanntheitsgrads und Bewusstseinsbildung bei den Bürger*innen

Ausbau von öffentlicher Infrastruktur für den Endnutzer: Um die Attraktivität für eine Verlagerung auf elektrische Antriebe zu fördern, ist eine angemessene flächendeckende, einheitliche Infrastruktur für Elektromobilität wichtig. Im privaten Bereich ist auf dem eigenen Grundstück eine einfache und kostengünstige Ladeinfrastruktur durch den Einsatz von Wallbox-Systemen möglich. Voraussetzung ist die geeignete Netzinfrastruktur vor Ort.

Im öffentlichen Raum erfordert der Aufbau der Ladeinfrastruktur jedoch eine Priorisierung und das Zusammenspiel verschiedener Akteure u.a. des Netzbetreibers WSW, der Stadt Wuppertal, ortsansässige Unternehmen, sowie Wohnungsgesellschaften. Die Stadt Wuppertal hat im Hinblick auf die Bereitstellung einer Ladeinfrastruktur nur begrenztes direktes Handlungspotenzial. Erforderlich ist ein Angebotsmix aus öffentlich zugänglichen Ladestationen, die privat, z. B. auf Parkplätzen und Gewerbestandorten und an Tankstellen betrieben werden. Für die Stadt Wuppertal ergeben sich hierdurch Aktivierungs- und Koordinierungsaufgaben, um eine abgestimmte und zielgerichtete Bereitstellung der Ladeinfrastruktur zu unterstützen.

Bereits heute besteht eine enge Kooperation zwischen der Stadt Wuppertal und der WSW (Ladesäulen-Karte Wuppertal, E-Mobilitätsangebote WSW) zum Aufbau eines Ladeinfrastrukturnetzes. Problematisch ist das bisher noch unausgewogene Verhältnis von Ladeangebot und Nachfrage. Ziel muss eine ausreichende Abdeckung im Stadtgebiet sein, mit Fokus auf zentrale Orte mit hoher Nachfrage, die von vielen Fahrzeugen angefahren werden und ausreichend gleichmäßig verteilt sind. Für wichtige Pendlerachsen bedeutet dies, dass eine interkommunale Zusammenarbeit und Abstimmung notwendig ist, um auch den kommunenübergreifenden Verkehr mit Elektrofahrzeugen zu fördern. Über die Infrastruktur hinaus ist die Frage nach E-Mobilitätsangeboten (E-Autos, E-Carsharing, E-Bikesharing, E-Lastenräder, E-Scooter etc.) in Kombination mit Mobilstationen individuell zu beantworten, z.B. mithilfe der Erstellung eines kommunalen E-Mobilitätskonzeptes.

Abbau von Zugangsbarrieren und Stärkung Dienste für eine einfache Nutzung: Im Rahmen einer Gesamtstrategie für Ladeinfrastruktur muss ebenfalls ein Fokus auf den Abbau der Zugangshürden für die Lademöglichkeiten in der Stadt verankert werden. Neben der reinen Verfügbarkeit von Ladesäulen sind die einfach zugänglichen Informationen zum Standort und die einfache Abrechnung der Nutzung wesentliche Parameter. Hier muss die Integration und Anbindung in bestehende Plattformen und Abrechnungssysteme (Apps, Karten) forciert werden.

Stärkung der Bekanntheit und Bewusstseinsbildung bei den Bürger*innen: Für die Wuppertaler Bürger*innen wird eine Aktivierungskampagne auf Quartiersebene als Beratungs- und Ausprobierkampagne empfohlen. Ziel ist die Förderung des Zugangs zur Elektromobilität im direkten Wohn- und Arbeitsumfeld, Fragen rund um die Elektromobilität zu beantworten und gleichzeitig Fördermöglichkeiten aufzuzeigen. Die Kampagne kann gemeinsam durch die Stadt Wuppertal, die WSW, lokale Händler und Handwerksbetriebe, die Infrastruktur (Ladesäulen, Ladeboxen etc.) und Fahrzeuge anbieten, getragen werden.

5.4.3 Fokusinitiative Elektromobilität

Als kurzfristige Aktivität wird eine Fokusinitiative E-Mobilität empfohlen:

Bevorrechtigungen beim Parken auf öffentlichen Straßen und Wegen, (Teil-) Erlass von Gebühren bei der öffentlichen Parkraumbewirtschaftung. Ein möglicher Raum zur Umsetzung wäre in Wuppertal-Elberfeld.

- An städtischen Parkscheinautomaten: Kostenloses Parken für Elektrofahrzeuge (mit Höchstparkdauer, um kein kostenloses Anwohnerparken zu ermöglichen)
- Bevorrechtigung beim Parken in bestimmten attraktiven bzw. zentralen Bereichen (Parkmöglichkeiten ausschließlich für Elektrofahrzeuge)
- Optimallösung: Kombination mit Ladeinfrastruktur
- Befristung der Maßnahme, bis festzulegender Anteil an E-Autos im Bestand vorhanden ist

Nutzung öffentlicher Straßen oder Wege, die besonderen Zwecken gewidmet sind (Sonderspuren). Ein möglicher Raum zur Umsetzung wäre an der B7 zwischen der Talbrücke Langerfeld und dem Robert-Daum-Platz (dort durchgehend zweispurig).

- Auch hier: Befristung der Maßnahme, bis festzulegender Anteil an E-Autos im Bestand vorhanden ist
- Eine anschließende Umwidmung der Umweltspur für zukünftige innovative (autonome) On-Demand-Lösungen wäre hier denkbar

Förderung öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur in Fokusquartieren mit vielen öffentlichen Parkmöglichkeiten, hoher (E-)Auto-Affinität und wenig privaten Stellplätzen. Innovative Ladeinfrastrukturmodelle, wie das Laternenladen, wären hier denkbar. Mögliche Räume zur Umsetzung wären in der oberen Südstadt sowie im Briller Viertel.

- Lademöglichkeit über Nacht in der Nähe der eigenen Wohnung
- Laternenladen würde in kurzer Zeit viele Ladepunkte im öffentlichen Raum ermöglichen

Fokusraum Elberfeld

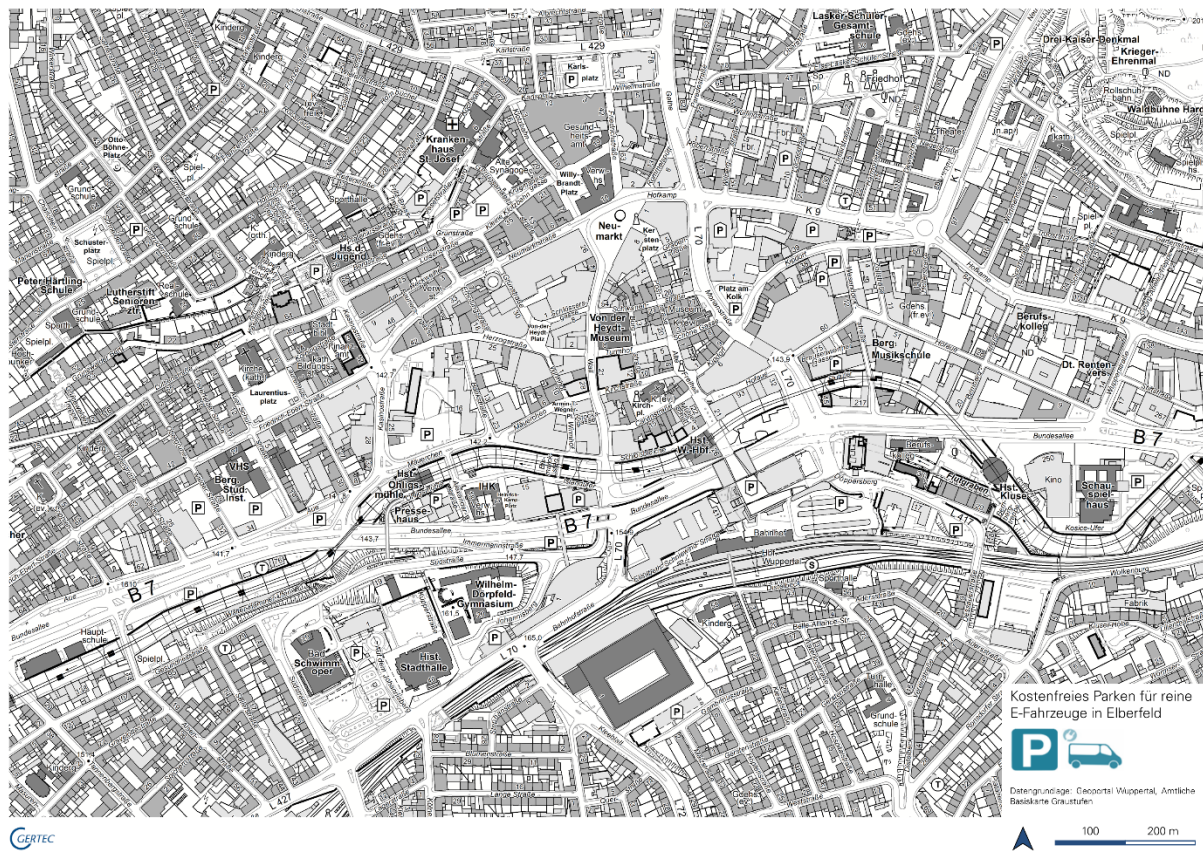


Abbildung 21 Möglicher Fokusraum Kostenfreies Parken für reine E-Fahrzeuge

Fokusraum B7 zwischen Talbrücke Langerfeld und Robert-Daum-Platz



Abbildung 22 Möglicher Fokusraum Sonderspur E-Fahrzeuge

Fokusraum Obere Südstadt



Abbildung 23 Möglicher Fokusraum Öffentliches Laden

5.5 Integrierte Fokusräume

Die Themenschwerpunkte der zuvor beschriebenen Offensiven bieten bei einer integrierten Umsetzung innerhalb eines Quartiers viele Vorteile, da auf diese Weise diverse Synergieeffekte genutzt werden können. Basierend auf den Inhalten der Offensiven „Wärmewende mit Wärmepumpen“ (vgl. Kap. 5.2), „Solaroffensive“ (vgl. Kap. 5.3) und „Mobilitätswende“ (vgl. Kap. 5.4) wurden drei beispielhafte Fokusräume in dem Stadtgebiet identifiziert, in denen die Themen integriert und räumlich fokussiert umgesetzt werden könnten. Im Folgenden werden die Fokusräume kurz beschrieben und die Wahl der Offensiven erläutert.

5.5.1 Integrierte Umsetzung von Dachflächenphotovoltaik, dezentralen Wärmepumpen und E-Mobilität

Hierzu wurden zwei beispielhafte Wohngebiete in Wuppertal als mögliche Fokusräume für die integrierte Umsetzung identifiziert.

Das identifizierte Quartier in Wuppertal Hahnerberg ist durch eine verdichtete und aufgelockerte Einfamilienhaus- und Reihenhausbauung gekennzeichnet. Dieses Quartier bietet sich aufgrund seiner baulichen Gegebenheiten insbesondere für die Realisierung von Dachflächenphotovoltaikanlagen und dezentralen Wärmepumpen an. Diese zwei Bausteine sollten die Schwerpunkte für diesen Fokusraum bilden. Ergänzend dazu kann der Ausbau von Wallbox-Systemen auf den Grundstücken beworben werden. Im Zuge dessen sollte die Netzinfrastruktur vor Ort geprüft werden.

Ein zweites Quartier, in welchem sich die Kombination der drei Schwerpunktthemen anbietet, ist Ronsdorf Mitte/Nord. Dieses weist eine heterogenere Gebäudetypologie als Hahnerberg auf, wobei die Siedlungstypen des verdichten und aufgelockerten Einfamilienhauses primär vorhanden sind. Darüber hinaus befindet sich insbesondere im nördlichen Bereich Zeilenbebauung. Für die Einfamilienhäuser sollte wie in Hahnerberg schwerpunktmäßig der dezentrale Wärmepumpenausbau in Kombination mit Dachflächenphotovoltaik-Anlagen beworben werden. Ergänzend dazu sollte auch hier der Ausbau von Wallbox-Systemen vorangebracht werden. Für die Zeilenbebauung hingegen liegt der Fokus auf der Realisierung von dezentralen Wärmepumpenlösungen sowie der Installation von öffentlicher Ladeinfrastruktur. Der Ausbau von Dachflächenphotovoltaik in Form von Mieterstrommodellen sollte begleitend thematisiert werden.

Integrierter Fokusraum Hahnerberg

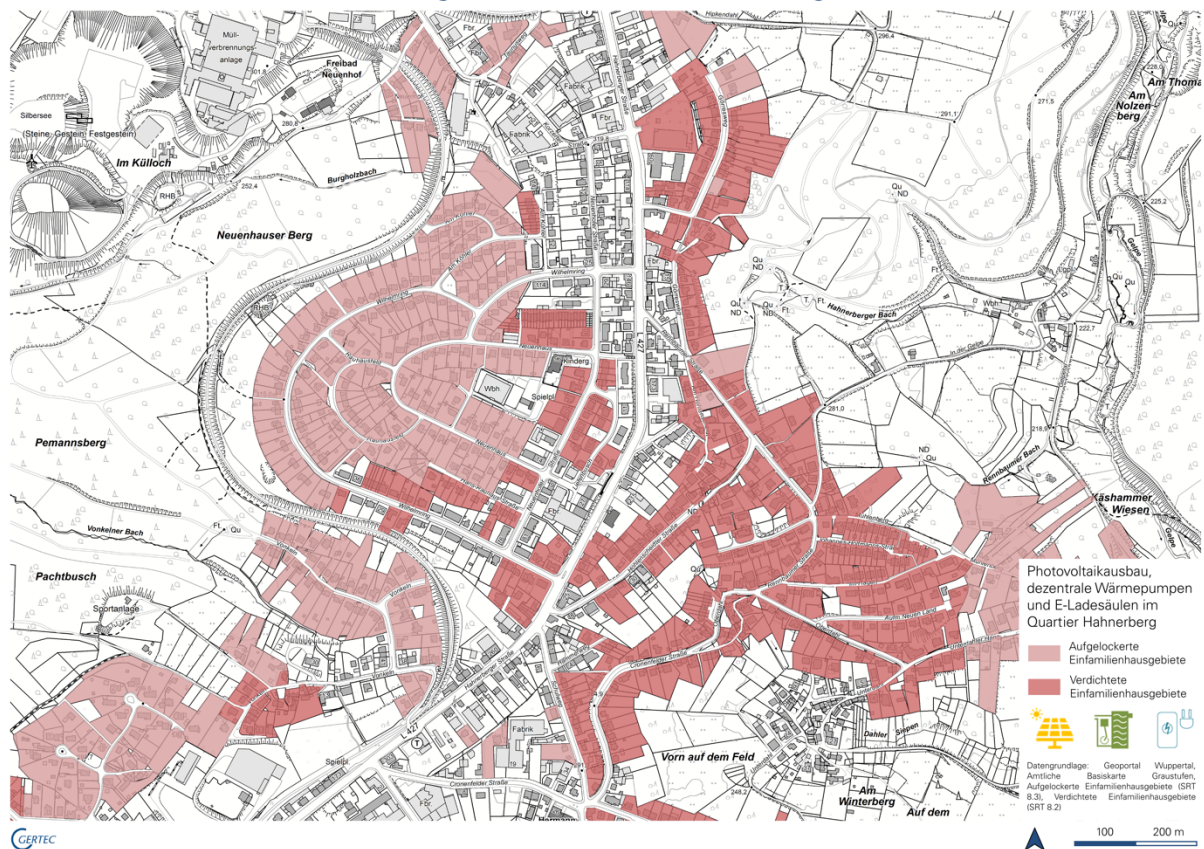


Abbildung 24 Integrierter Fokusraum Hahnerberg (Dachflächenphotovoltaikausbau, dezentrale Wärmepumpen, E-Ladesäulen)

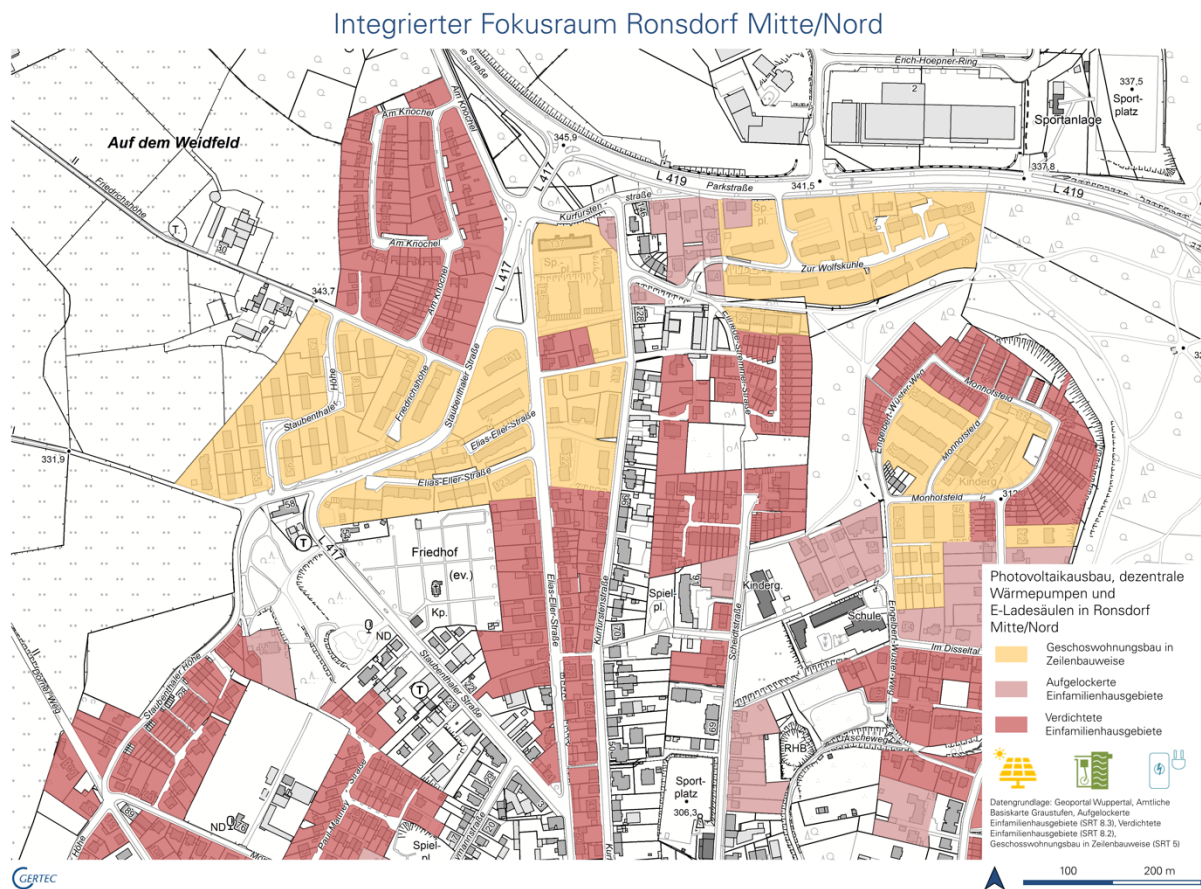


Abbildung 25 Integrierter Fokusraum Ronsdorf Mitte/Nord (Dachflächenphotovoltaikausbau, dezentrale Wärmepumpen, E-Ladesäulen)

5.5.2 Integrierte Umsetzung von Dachflächenphotovoltaik und dezentralen Wärmepumpen im Gewerbe

Für eine integrierte Betrachtung des Dachflächenphotovoltaikausbaus und des dezentralen Wärmepumpenausbaus im Bereich Gewerbe bieten sich die Gewerbegebiete VohRang und Simonshöfchen an. Während Dachflächenphotovoltaik unabhängig vom Gebäudetyp und dessen Nutzung beworben werden sollte, sollte der Fokus bei den Wärmepumpen zunächst auf Bürogebäuden liegen. Im Rahmen dessen sollte neben der Wärmeerzeugung auch die Möglichkeit der Kälteerzeugung im Sommer beworben werden. Insbesondere bei der Kälteerzeugung im Sommer bietet die Kombination der Wärmepumpe mit einer Dachflächenphotovoltaik-Anlage große Vorteile.

Integrierter Fokusraum Gewerbegebiete VohRang und Simonshöfchen



Abbildung 26 Fokusraum Gewerbegebiete VohRang und Simonshöfchen

6 In aller Kürze

Klimaneutralität ist möglich

Das im Rahmen des Stufenplans beschriebene Zielszenario hat gezeigt, dass die Erreichung der Klimaneutralität unter Beachtung des Restbudgets bis 2035 in Wuppertal grundsätzlich möglich ist.

Handlungsfeldspezifische Ziele

Das Szenario wurde entlang der vier Hauptstrategien Effizienz, Konsistenz, Suffizienz und Kompensation entwickelt. Dabei lassen sich für die einzelnen Handlungsfelder „Private Haushalte“, „Industrie und Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD)“, „Wärmeträgerumstellung“, „Erneuerbare Energien“, „Mobilität“ und „Suffizienz (alle Sektoren)“ spezifische Einsparziele definieren.

Die Zukunft wird elektrisch

Zentrale Voraussetzungen für die Klimaneutralitätsstrategie nicht nur für die Stadt Wuppertal sind eine erhebliche Reduktion des Endenergiebedarfs sowie die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, wofür der dafür notwendige Strombedarf durch erneuerbare Energien gedeckt werden muss. Die Sektorkopplung (z. B. Strom im Wärmesektor z. B. bei Wärmepumpen, Strom bei Mobilität durch Ausbau Elektromobilität) sorgt für einen steigenden Strombedarf, weshalb ein erheblicher Ausbau von Windenergie und Photovoltaik auch auf dem Stadtgebiet Wuppertals erforderlich ist.

Ein Stufenplan in drei Phasen

Basierend auf dem Zielszenario empfiehlt der Stufenplan eine strategische Umsetzung in drei Phasen:

- Phase 1: Die niedrig hängenden Früchte ergreifen
- Phase 2: Kurz- und mittelfristig umsetzbare Maßnahmen mit großer Hebelwirkung
- Phase 3: Maßnahmen mit Entwicklungsvorlauf

Den kommunalen Einflussbereich beachten

Für den Akteur Konzern Stadt Wuppertal ist dabei der kommunale Einflussbereich zu beachten. So sind bspw. im direkten Einflussbereich der Stadt durch die Nutzung regulierender Instrumente wichtige Rahmenbedingungen für die Umsetzung klimaneutraler Neubauten und für den Ausbau der erneuerbaren Energien zu schaffen. Darüber hinaus kann die Stadt bspw. durch Beratungs- und Unterstützungsangebote indirekt Einfluss nehmen, sofern die personellen und finanziellen Mittel bereitgestellt werden.

Sofort beginnen mit drei Fokusinitiativen

Für die erste Phase der Umsetzung „die niedrig hängenden Früchte ergreifen“ wurden drei zielgruppen- und gebietsspezifische Fokusinitiativen konzipiert: Wärmewende – dezentrale Wärmepumpen, Solaroffensive – Photovoltaikausbau sowie Mobilität – E-Mobilität. Diese enthalten neben strategischen Empfehlungen räumlich differenzierte Vorschläge für eine kurzfristige Umsetzung. Der Stufenplan skizziert somit die kurzfristigen Handlungsmöglichkeiten der Stadt Wuppertal um den beschriebenen, möglichen Weg zur Erreichung der Klimaneutralität zu gehen.

Die Maßnahmenempfehlungen des integrierten Klimaschutzkonzeptes umsetzen

Mit dem Klimaschutzkonzept mit integriertem Handlungsfeld Anpassung an den Klimawandel aus dem Jahr 2020 liegt der Stadt Wuppertal ein umfassender Maßnahmenkatalog vor, dessen Umsetzung in den jeweiligen Handlungsfelder durch die Klimamanager*innen ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Zielerreichung Klimaneutralität leistet.