



www.muelheim-ruhr.de

Potenzialanalyse und Szenarien für die Stadt Mülheim an der Ruhr

Abschlussbericht

Christoph Hanrott

30.11.2022

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der Stadt Mülheim an der Ruhr, der Fraunhofer IFAM und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Stadt Mülheim an der Ruhr
Stabstelle Klimaschutz und
Klimaanpassung

Hans-Böckler-Platz 5
45468 Mülheim an der Ruhr

Tel.: +49 208 455 6815

Ansprechpartner:

Zsuzsanna Bocskane Petö

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH

Hüttruper Heide 90
48268 Greven

Tel.: +49 251 27601-734

Ansprechpartner:

Christoph Hanrott



Inhalt

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	5
1 ZUSAMMENFASSUNG	6
2 EINLEITUNG.....	7
3 VERKEHR	9
3.1 ENERGIEBEDARF VERKEHR	12
4 WÄRME	13
4.1 POTENZIAL ERNEUERBARE WÄRME	13
4.2 DEFINITION DER SZENARIEN	14
4.3 SIMULATION DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEMARKTES.....	16
4.4 ERGEBNISSE DER SIMULATION.....	18
4.5 ENDENERGIEBEDARF WÄRMESEKTOR	21
5 STROMSALDO	23
6 ENERGIEBEDARF DER SZENARIEN	24
7 ERNEUERBARE POTENZIALE	26
8 TREIBHAUSGASBILANZ.....	29
9 MAßNAHMEN	31
9.1 VERKEHR.....	31
9.2 WÄRME	41
9.3 STROM.....	47
10 FAZIT UND AUSBLICK	50
11 LITERATURVERZEICHNIS	51

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Bisherige Entwicklung des KFZ-Bestandes und Extrapolation bis 2045	9
Abbildung 2: Entwicklung der alternativen Verkehrsmittel.....	10
Abbildung 3: Kfz-Bestände in den Szenarien und Anteil alternativer Antriebe.....	11
Abbildung 4: Endenergiebedarf Verkehr in den Szenarien.....	12
Abbildung 5: Verteilung des technische Wärmepotenzials	13
Abbildung 6: Eignungsprüfung Erd- und Luftwärmepumpen.....	14
Abbildung 7: Unterteilung der Stadt Mülheim in 82 Cluster	17
Abbildung 8: Ablaufschema der Modellierung	18
Abbildung 9: Wärmeanteile in den Szenarien.....	19
Abbildung 10: Wärmeanteile Nahwärme in den Zielszenarien.....	20
Abbildung 11: Nahwärmenetze in den Zielszenarien	20
Abbildung 12: Endenergiebedarf Wärme in den Szenarien.....	21
Abbildung 13: Strombedarf, KWK-Strom und Stromsaldo in den Szenarien.....	23
Abbildung 14: Gesamtendenergiebedarf der Szenarien.....	24
Abbildung 15: Endenergiebedarf in den Zielszenarien	25
Abbildung 16: Verteilung der Potenziale an erneuerbaren Energien	26
Abbildung 17: Potenzial erneuerbare Energien und Energiebedarf.....	27
Abbildung 18: Unsicherheitskorridore Wasserstoff und E-Fuels	28
Abbildung 19: jährliche Treibhausgasemissionen der Szenarien	29
Abbildung 20: THG-Emissionen je kWh nach Klimaschutz-Planer und REDII	29
Abbildung 21: THG-Emissionen in den Zielszenarien.....	30

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
Agri-PV	... Doppelnutzung von landwirtschaftlichen Flächen zur Erzeugung von Strom und Feldfrüchten
BEG	.....Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	..... Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	.....Blockheizkraftwerk
BMDV	..... Bundesministerium für Digitales und Verkehr
CNG	..... Compressed Natural Gas
CO ₂	..... Kohlenstoffdioxid
EEG	.....Erneuerbare-Energien-Gesetz
el	..... elektrisch
GEG	.....Gebäudeenergiegesetz
GWh	.....Gigawattstunden
Hi	..... Heizwert
IPCC	..... Intergovernmental Panel on Climate Change
KFZ	.....Kraftfahrzeug
km	..... Kilometer
kW	..... Kilowatt
kWh	..... Kilowattstunden
KWK	.....Kraft-Wärme-Kopplung
LANUV	..... Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LNG	..... Liquefied Natural Gas
m	..... Meter
Mio	.....Millionen
MWp	.....Megawatt Peak-Leistung
NW	.....Nahwärme
ÖPNV	..... Öffentlicher Personennahverkehr
PKW	..... Personenkraftwagen
PtG	.....Power to Gas
PtX	.....strombasierte Energieträger
PV	..... Photovoltaik
RED	..... Renewable Energy Directive
t	..... Tonne

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die internationalen und europäischen Klimaziele wurden in den letzten Jahren ambitionierter und auch die deutsche Klimaziele wurden verschärft. Deutschland soll bis 2045 treibhausgasneutral werden und die deutsche Stromerzeugung soll dieses Ziel bereits 2035 erreichen. Mit zahlreichen Änderungen im Gesetzes- und Förderrahmen wird die Energiewende beschleunigt. Fridays for Future und andere Organisation fordern ambitionierte Klimaziele und haben mit Studien eine Klimaneutralität Deutschland bis 2035 beschrieben. Die Auswirkungen des Klimawandels wie Hitzewellen, Starkregenereignisse oder Überschwemmungen sind in Deutschland bereits spürbar und haben die Stadt Mülheim dazu veranlasst einen Klimanotstand auszurufen und sich das Ziel der Klimaneutralität bis 2035 zu setzen.

Im dieser Studie wird eine Entwicklung der Sektoren Verkehr, Wärme und Strom hin zu einer Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 und im ambitionierten Szenario bis 2035 beschrieben und mit einem Trendszenario verglichen. Aufgrund der neuen gesetzlichen Rahmenbedingungen und der technologischen Entwicklungen kommt es in allen Szenarien zu drastischen Änderungen in jedem der Sektoren. Bei Wärmepumpen im Bestand und Elektroautos ist bereits ein exponentielles Wachstum zu erkennen, jedoch auf ein niedrigem Ausgangsniveau. Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge und Photovoltaik werden die dominierenden Technologien für die Erreichung einer Treibhausgasneutralität und verdrängen die fossilen Energieträger. Ein Wechsel der Technologien reicht nicht für die Erreichung der Treibhausgasneutralität. Der Trend zu einem immer weiter steigenden Fahrzeugbestand muss umgekehrt werden und auf alternative Verkehrsformen gesetzt werden. Dies reduziert gleichzeitig die Herausforderungen beim Ausbau der Ladeinfrastruktur und der sonstigen Verkehrsinfrastruktur. Im Wärmesektor muss die energetische Sanierung der Gebäude gegenüber dem bisherigen Trend gesteigert werden. Der zukünftige Strombedarf kann bei einem deutlich beschleunigtem Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung bilanziell lokal gedeckt werden. Erneuerbare Brennstoffe müssen zukünftig weiterhin größtenteils importiert werden.

Das Ziel der Klimaneutralität in 2035 erfordert noch entschlosseneren Maßnahmen. Im Wärmesektor ermöglicht ein deutlich stärkerer Ausbau von Nahwärmenetzen eine schnelle Umstellung der Heizungen. Hierfür müssen Vorranggebiete geschaffen werden, sodass Doppelstrukturen vermieden werden. Im Verkehrssektor müssen alternative Verkehrsformen zukünftig bei der Planung der Infrastruktur Vorrang gegenüber dem PKW bekommen. Der Ausbau der Erneuerbaren Energie, insbesondere der Photovoltaik auf Dächern und Freiflächen, muss drastisch gesteigert werden. Hierfür müssen sofort Strukturen und Personal zur Bearbeitung der Anträge und Begleitung der Projekte aufgebaut werden. Eine ausführliche Aufstellung der Maßnahmen befindet sich am Ende des Berichtes. Bis 2035 können nicht alle Bereiche elektrifiziert werden und die Verfügbarkeit von Wasserstoff und anderen strombasierten Brennstoffen ist ungewiss. Restemissionen aus dem Import von Biomethan oder verbleibenden fossilen Brennstoffen müssen für die Erreichung einer Klimaneutralität kompensiert werden. Hierfür müssen Strukturen und Maßnahmen entwickelt werden. Die Flächen im Stadtgebiet reichen nicht für eine Kompensation.

2 EINLEITUNG

Das 21. Jahrhundert ist geprägt durch den Anstieg der globalen Erderwärmung sowie der Treibhausgasemissionen. Die internationale und nationale politische Agenda wird bestimmt durch den Ansatz, Lösungen für diese zentralen Herausforderungen zu definieren. Auch die wissenschaftliche Debatte ist durch die Themen Klimaschutz und Klimafolgenanpassung geprägt und wird durch sich verstetigenden Fakten zum Klimawandel sowie durch technische und soziale Innovationen in den Bereichen Mitigation und Adaption bestimmt.

Um die Auswirkungen des Klimawandels möglichst weitreichend zu begrenzen, hat die Bundesregierung nach einem Beschluss des Bundesverfassungsgerichts vom 29. April 2021 und mit Blick auf das neue europäische Klimaziel 2030 eine Änderung des Klimaschutzgesetzes mit den folgenden Zielsetzungen beschlossen:

Der bundesweite Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen soll im Bezug zum Ausgangsjahr 1990 bis 2030 um 65 % (bislang 55 %) und bis 2040 um mindestens 88 % reduziert werden. Bis zum Jahr 2045 soll Deutschland eine Treibhausgasneutralität erreichen (bislang 2050), sodass demnach ein Gleichgewicht zwischen Treibhausgasemissionen und deren Abbau herrscht. Nach dem Jahr 2050 strebt die Bundesregierung negative Emissionen an, sodass dann mehr Treibhausgase in natürlichen Senken eingebunden, als ausgestoßen werden.

Auch die Stadt Mülheim an der Ruhr will die Ziele der Bundesregierung unterstützen. Im Jahr 2020 hat die Stadt bereits die Klimanotlage erklärt und daraufhin beschlossen, ihr integriertes Klimaschutzkonzept aus dem Jahr 2009 fortzuschreiben. Mit diesem soll ein Aktionsplan mit der ambitionierten Zielsetzung der Klimaneutralität im Jahr 2035 aufgestellt werden.

Um zu eruieren, welche Wege die Stadt Mülheim an der Ruhr hierfür einschlagen muss, wurden die energielenker projects GmbH und das Fraunhofer ISE beauftragt, Szenarien für die zukünftige Entwicklung der Sektoren Verkehr, Wärme und Strom zu erstellen. Hierbei hat das Fraunhofer ISE die Szenarien für den Sektor Wärme bearbeitet, die energielenker projects GmbH erstellte die Szenarien für die Sektoren Verkehr und Strom. Der Gesamtenergiebedarf als Summe der Sektoren wurde von der energielenker projects GmbH zusammengestellt.

Es wurden drei Szenarien betrachtet, in denen die Potenziale der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr mit unterschiedlicher Zielsetzung dargestellt werden:

- Trendszenario (ein Verlauf nach Business-As-Usual)
- Klimaschutz 2045 (Zielsetzung der Bundesregierung)
- klimaneutral 2035 (Netto-Null-Emissionen zum Jahr 2035)

Im Rahmen des ersten Workshops wurde mit den Auftraggeber*innen und den beteiligten Akteur*innen entschieden bei der Erstellung der Szenarien die Industrie nicht zu betrachten. Eine Entwicklung des Energiebedarfes der Industrie ist schwer abzuschätzen, da die Entscheidungen einzelner Unternehmen eine sehr große Auswirkung haben, gleichzeitig aber schlecht vorhersehbar, bzw. durch die Politik in Mülheim kaum beeinflussbar sind.

Zunächst wird im Abschnitt Verkehr die Entwicklung des Fahrzeugbestandes und die der alternativen Antriebe und Verkehrsmittel betrachtet. Aus der Entwicklung der Fahrleistungen werden die Kraftstoff- und Strombedarfe der Szenarien zusammengestellt.

Im darauffolgenden Abschnitt werden die erneuerbaren Wärmepotenziale im Stadtgebiet und die Entwicklung des Wärmemarktes in den verschiedenen Szenarien ermittelt. Anschließend werden die Endenergiebedarfe für die ermittelten Szenarien der Wärmeerzeugung zusammenfassend dargestellt.

In dem nächsten Abschnitt wird die Entwicklung der Strombedarfe der Sektoren Verkehr und Wärme, sowie des konventionellen Strombedarfes unter Berücksichtigung der KWK-Stromerzeugung zusammengefasst.

Aus den vorherigen Kapiteln wird der Endenergiebedarf der Sektoren Verkehr, Wärme und Strom zusammengeführt und die Entwicklung der Strom- und Brennstoffbedarfe ermittelt.

Im nachfolgenden Kapitel werden die erneuerbaren Potenziale im Stadtgebiet beschrieben und den zuvor ermittelten Energiebedarfen gegenübergestellt.

In einer abschließenden Bilanzierung werden die Treibhausgasemission der Szenarien berechnet und Kompensationsansätze angesprochen.

Im abschließenden Kapitel werden die Maßnahmen zur Erreichung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in Steckbriefen beschrieben.

3 VERKEHR

PKW-Bestand bis Ende 2021

Der PKW-Bestand ist in den letzten 15 Jahren im Mittel um 1% pro Jahr gestiegen, der LKW-Bestand 2 % pro Jahr. Ende 2021 waren knapp 110.000 Kraftfahrzeuge angemeldet davon rund 95.000 PKW. 2.575 PKW hatten einen vollelektrischen (1.183) oder einen Plug-In-Antrieb (1.392), wobei sich der Bestand im Mittel der letzten fünf Jahre jährlich ungefähr verdoppelt hat.

Entwicklung Kraftfahrzeugbestand

Führt man das bisherige lineare Wachstum fort, so könnte sich der Bestand bis 2045 um ein Viertel auf fast 120.000 PKW bzw. 140.000 Kraftfahrzeuge insgesamt erhöhen. Bei einer Fortführung des exponentiellen Wachstums der vollelektrischen PKW müssten bereits 2028 alle PKW im Bestand vollelektrisch betrieben werden. Für die Erstellung des Trendszenarios wurde die Prognose der Studie *Klimaneutrales Deutschland 2045* (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut, 2021) übernommen. Die Verläufe sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

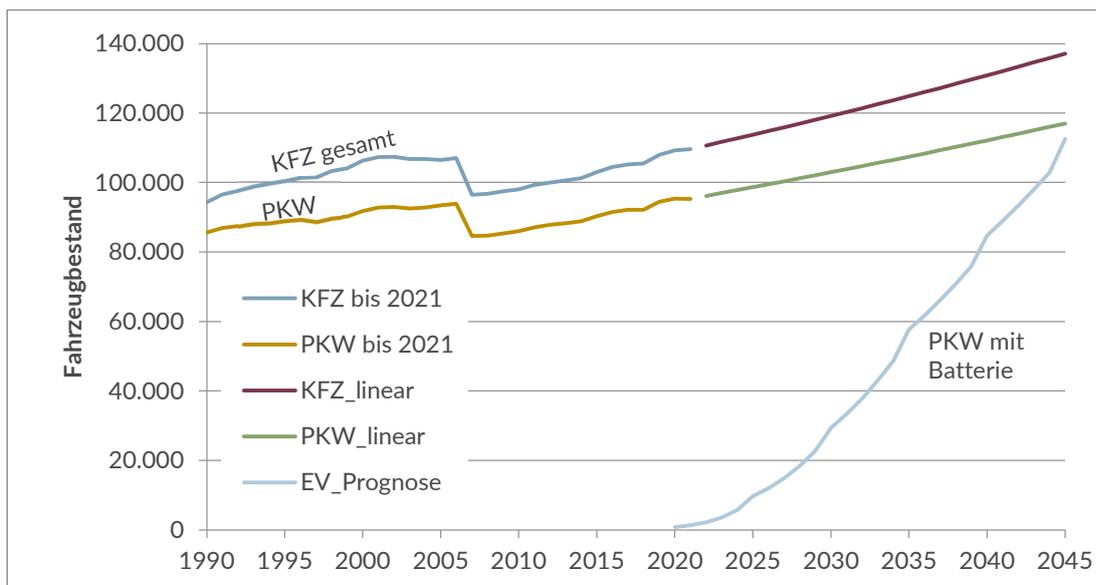


Abbildung 1: Bisherige Entwicklung des KFZ-Bestandes und Extrapolation bis 2045

Für die Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes in den Szenarien *Klimaschutz 2045* und *klimaneutral 2035* wurde die Entwicklungen aus der oben genannten Studie *Klimaneutrales Deutschland 2045* für alle Fahrzeugkategorien übernommen. Die Studie geht davon aus, dass der Fahrzeugbestand in 2035 ähnlich hoch ist wie heute. Bis 2045 soll sich der PKW-Bestand merklich reduzieren, der LKW-Bestand leicht steigen:

		Basis	Trend		Klimaschutz		klimaneutral
		2020	2035	2045	2035	2045	2035
KFZ-Bestand	Tsd.	108	124	136	105	86	105
Pkw	Tsd.	95	107	117	92	75	92
Lkw, Busse	Tsd.	5,3	7,4	8,9	5,3	5,6	5,3

Tabelle 1: Entwicklung Kfz-Bestand (ohne Krafrträder)

Beitrag des öffentlichen Verkehrs, Fahrrad und Fußgänger*innen

Die Fahrleistung des öffentlichen Nahverkehrs in Mülheim ist in den letzten Jahren anstatt gestiegen, sogar gesunken. Dieser Trend wurde im Trendszenario fortgeführt.

Um die zuvor beschriebene Reduzierung der PKW-Bestandes zu erzielen, ist ein Ausbau des öffentlichen Verkehrs erforderlich. Dafür müssen alle Bereiche ausgebaut werden: Zug, Bus, Fahrrad, Fußwege, Carsharing. Das größte Potenzial hat das Car-Sharing in seinen verschiedenen Formen. Gleichzeitig ist die Entwicklung aber auch am schwersten abzusehen. Die technologische Entwicklung und die zukünftige Akzeptanz sind schwer abzuschätzen.

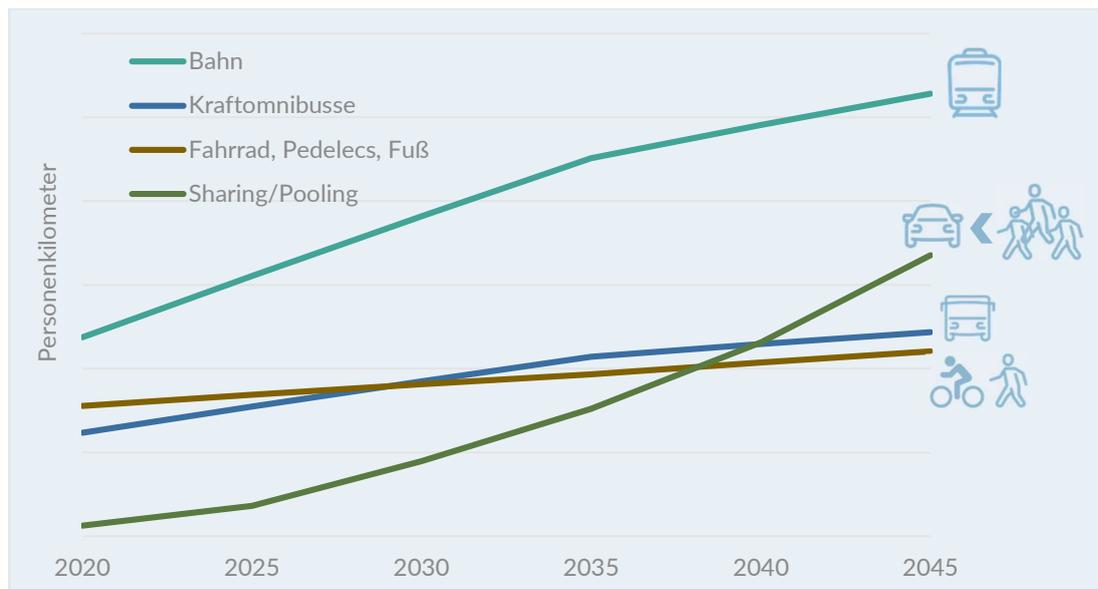


Abbildung 2: Entwicklung der alternativen Verkehrsmittel

Entwicklung der alternativen Antriebe

Bei dem derzeitigen Fahrzeugbestand dominieren die Verbrennungsmotoren. Die batterieelektrischen Fahrzeuge haben nur einen geringen Anteil. Über die Hälfte der batterieelektrischen Fahrzeuge sind bisher Plug-In-Hybride. Der Anteil der vollelektrischen Fahrzeuge soll jedoch schnell ansteigen. Der Koalitionsvertrag der aktuellen Bundesregierung hat sich ein Ziel von „mindestens 15 Millionen vollelektrischen PKW“ gesetzt. Bei dem heutigen Fahrzeugbestand entspräche dies dem Anteil eines Drittels. Die nationale Ladeinfrastruktur ging bereits 2020 von rund 15 Millionen Elektroautos (inkl. Plug-In) bis 2030 aus mit einer Spannweite bis zu gut 19 Millionen rein elektrischen PKW. Die Studie *klimaneutrales Deutschland 2045* geht von einer ähnlichen Entwicklung aus und führt diese bis 2045 fort. Die Plug-In-Hybride verlieren dabei zunehmend an Bedeutung.

Auf Mülheim übertragen bedeutet dies, dass bis 2035 bereits rund die Hälfte und bis 2045 fast alle Fahrzeuge batterieelektrisch betrieben werden. Für das Szenario klimaneutral 2035 wurde eine um fünf Jahre beschleunigte Elektrifizierung des Fahrzeugbestandes angesetzt. Weniger als 1% der Fahrzeuge werden zukünftig mit Wasserstoff betrieben, wobei der Anteil bei den Nutzfahrzeugen am größten ist und bis zu 8% betragen kann.

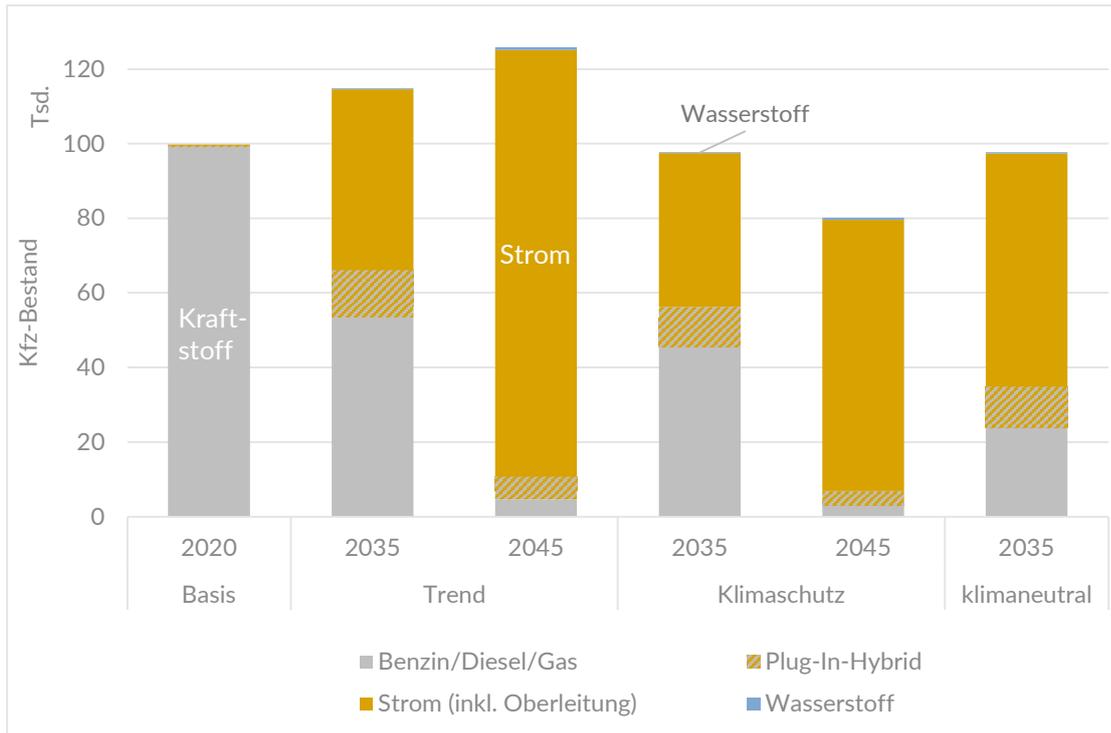


Abbildung 3: Kfz-Bestände in den Szenarien und Anteil alternativer Antriebe

Exkurs Ladepunkte

Mit dem starken Zuwachs an Elektrofahrzeugen wird auch die Anzahl der Ladepunkte stark zunehmen. Öffentliche Ladepunkte werden wesentlich häufiger genutzt. Während bisher für 11 Elektroautos ein Ladepunkt im öffentlichen Raum installiert wurde, reicht im Jahr 2035 im urbanen Raum vermutlich ein Ladepunkt für rund 28 Elektroautos. Dennoch wird Anzahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte¹ bei diesen Annahmen bis 2035 im Trendszenario auf rund 1.700 steigen. Im Szenario Klimaschutz 2045 ist die Zahl aufgrund der geringeren Anzahl von Fahrzeugen etwas geringer (~1.450), im Szenario klimaneutral 2035 aufgrund des höheren E-Autoanteils etwas höher (~1.800). Der Großteil der Ladepunkte (>90%) wird jedoch privat oder bei dem*der Arbeitgeber*in installiert. Trotz des geringen Anteils sind die öffentlichen Ladesäulen ein wichtiger Teil der Ladeinfrastruktur. Aufgrund der höheren Auslastung und der Teils deutlich höheren Ladeleistung (bis 350 kW) könnte zukünftig bis zu einem Drittel der Strommenge an öffentlichen Ladepunkten geladen werden (Nationale Leiststelle Ladeinfrastruktur, 2020).

¹ Straßenraum, Kund*innenparkplätze, Ladehubs mit Schnellladesäulen

3.1 ENERGIEBEDARF VERKEHR

Mit der Elektrifizierung des Verkehrs sinkt auch der Energiebedarf des Verkehrssektors aufgrund der hohen Effizienz des Elektroantriebes. Der Verbrauch eines älteren Diesel-PKW von 7 Liter/100km entspricht einem Energiebedarf von ca. 68 kWh_{Hi}/100km. Ein vergleichbares modernes Elektroauto benötigt dagegen 70% weniger Energie (20 kWh_{el}/100km). Ein moderner, sparsamer Diesel oder Benziner reduziert den Energiebedarf ebenfalls, jedoch „nur“ um 20 bis 30%.

Im Trendszenario bleibt die gesamte Fahrleistung trotz steigendem Fahrzeugbestand weitgehend konstant. In den Klimaschutzszenarien sinkt aufgrund eines starken Ausbaus des öffentlichen Verkehrs die Fahrleistung merklich. Dies führt zu einer Reduktion des Energiebedarfs der PKW, während der Energiebedarf für den öffentlichen Verkehr und für die Nutzfahrzeuge steigt. Der Strombedarf des Verkehrssektors allein ist zukünftig fast so hoch wie der heutige Strombedarf ohne Elektromobilität und Wärmepumpen. Im *Trendszenario 2045* ist der Strombedarf sogar mehr als doppelt so hoch wie der heutige Strombedarf. In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung des gesamten Energiebedarfs des Verkehrs dargestellt.

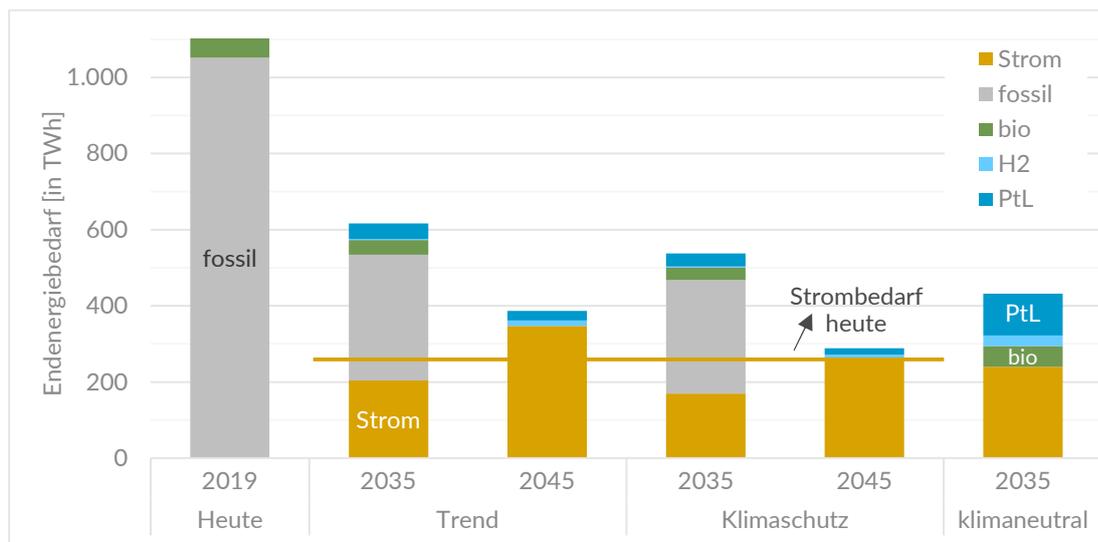


Abbildung 4: Endenergiebedarf Verkehr in den Szenarien

In den Szenarien *Trend* und *Klimaschutz 2045* haben bis 2045 weitestgehend alle Fahrzeuge einen batterieelektrischen Antrieb oder einen Wasserstoffantrieb. Nur ein geringer Anteil von Fahrzeugen wird noch mit Diesel, Benzin oder Gas betrieben. Die verbleibenden Kraftstoffmengen werden 2045 vollständig strombasiert aus Wasserstoff und CO₂ hergestellt (PtL – Power to Liquid).

Im Szenario *klimaneutral 2035* verbleibt trotz eines steigenden Anteils an Elektro- und Wasserstofffahrzeugen noch ein hoher Kraftstoffbedarf. Dieser kann zu einem Teil durch Biokraftstoffe ersetzt werden. 25 % des gesamten Energiebedarfs in 2035 müssten in diesem Fall aber durch strombasierte Kraftstoffe bereitgestellt werden, um eine Klimaneutralität zu erreichen. In den anderen Szenarien beträgt der PtL-Anteil lediglich gut 6%. In den nachfolgenden Kapiteln Energiebereitstellung und CO₂-Bilanzierung wird für das Szenario *klimaneutral 2035* ein ergänzendes Szenario mit einem verbleibenden fossilen Kraftstoffanteil von 22 % berechnet.

4 WÄRME

Die Potenziale des Wärmesektors wurden durch das Fraunhofer IFAM erarbeitet und in einem separaten Abschlussbericht beschrieben (Ansari, et al., 2022). Die Ergebnisse der Potenzialbetrachtung der Fraunhofer IFAM wurden der energielenker projects GmbH zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung gestellt. Die nachfolgenden Ausführungen sind eine Zusammenfassung des Abschlussberichtes und der Ergebnisse erstellt durch die energielenker projects GmbH.

4.1 POTENZIAL ERNEUERBARE WÄRME

Die Fraunhofer IFAM hat auf Basis vorliegender Studien und eigener Erhebungen das technische Potenzial an erneuerbare Wärme im Stadtgebiet ermittelt. Dabei wurde der Wärmebedarf der Gebäude, also das Wärmeabsatzpotenzial berücksichtigt. Ebenso wurden die technischen und rechtlichen Einschränkungen wie Mindestabstände zu Gebäuden bei Luft- und Erdwärmepumpen mit einbezogen. Bei den Erdwärmepumpen wurde ausschließlich das Potenzial oberflächennaher Geothermie betrachtet, während die Potenziale tiefer Geothermie außer Acht gelassen wurden. Das Potenzial der verschiedenen biogenen Energieträger innerhalb des Stadtgebietes wurde ermittelt. Die Importpotenziale von biogenen Energieträgern wurden nicht eingeschränkt.

Über 80% des technischen Potenzials liefern Luft- und Erdwärmepumpen, gefolgt von Flusswärme und Freiflächen-Solarthermie (siehe Abbildung 5).

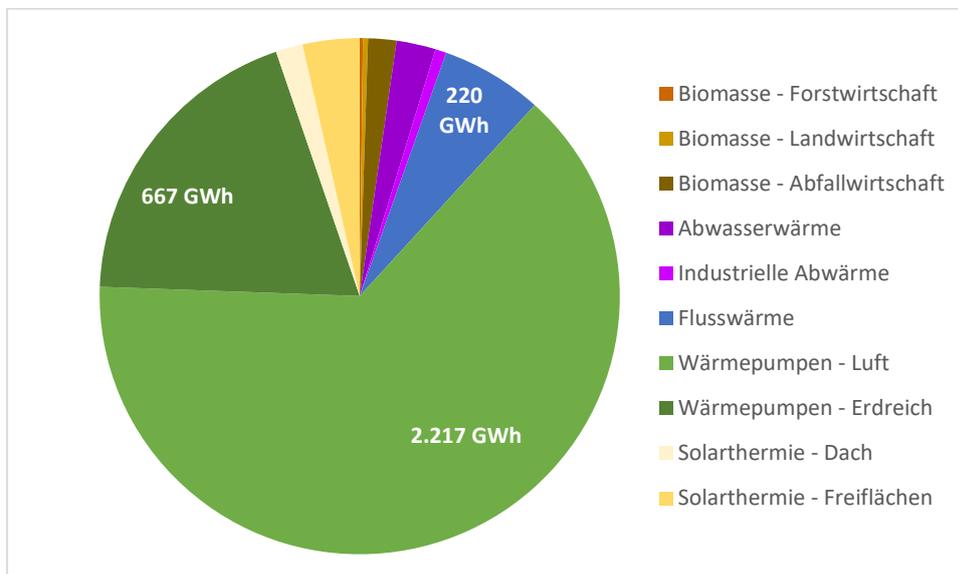


Abbildung 5: Verteilung des technische Wärmepotenzials

Das Potenzial ist theoretisch doppelt so hoch wie der derzeitige Wärmebedarf, jedoch können die einzelnen Potenziale nicht addiert werden, da z.B. für ein Gebäude potenziell mehrere Wärmequellen zur Verfügung stehe. Andererseits könnte das Potenzial, insbesondere für die Nahwärme, noch höher sein. So wurde für die Flusswärme nur zwei theoretische Standorte an den Wasserwerken Kahlenberg und Raffelberg betrachtet (Potenzial: 220 GWh/a) und für die industrielle Abwärme konnte nur die Rückmeldung einer Firma berücksichtigt werden (Potenzial: 24 GWh/a). Teilweise steht das erneuerbare Wärmepotenzial in Konkurrenz zu der

erneuerbaren Stromerzeugung. So könnten die Solarthermiepotenziale auf den Dächern (58 GWh/a) und Freiflächen (123 GWh/a) alternativ auch für Photovoltaikanlagen genutzt werden oder mit Photovoltaik kombiniert werden.

Das Potenzial für Erd- und Luftwärmepumpen wurde gebäudescharf ermittelt (siehe Abbildung 6). Rund 40 % der beheizten Gebäude könnten potenziell mit Erdwärme versorgt werden und 97 % eignen sich prinzipiell für die Versorgung mit einer Luftwärmepumpe.



Abbildung 6: Eignungsprüfung Erd- und Luftwärmepumpen

4.2 DEFINITION DER SZENARIEN

Für die Berechnung des zukünftigen Wärmemarktes wurden die neuen Gesetzes- und Förderrahmen berücksichtigt. Insbesondere die Vereinbarung der Regierungskoalition, dass ab dem 1. Januar 2024 möglichst jede neu eingebaute Heizung zu 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben soll („65 %-EE-Anforderung“), hat einen großen Einfluss auf den zukünftigen dezentralen Wärmemarkt. Die genaue Umsetzung dieser Vorgabe in das Gebäudeenergiegesetz (GEG) steht noch aus. Zusätzliche zur 65 %-EE-Vorgabe soll ab 2024 die Neuinstallation von Ölheizungen verboten werden.

Für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze definiert die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) einen neuen Rahmen. Die BEW fördert neue Wärmenetze oder Einzelmaßnahmen in Bestandsnetzen mit einem Investitionszuschuss von bis zu 40 %. Zusätzlich gibt es eine Betriebskostenförderung für Solarthermieanlagen und strombetriebene Wärmepumpen. Voraussetzung der Förderung für neue Wärmenetze ist ein Wärmeanteil von mindestens 75 % aus erneuerbaren Energien und Abwärme. Bestandsnetze müssen für die Förderung ein Transformationsplan zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 vorlegen.

Die 65 %-EE-Anforderung an Gebäude und die 75 %-EE-Anforderung an Wärmenetze wurden für die nachfolgenden Szenarien als Mindestvoraussetzungen betrachtet. Die Fördersätze des GEG und des BEW wurden ebenfalls bei der Berechnung von Wärmegestehungskosten berücksichtigt.

Im Rahmen von zwei Workshops wurden drei Szenarien mit folgenden Parametern entwickelt:

TREND-SZENARIO

Im Trend-Szenario werden die Reduzierungen der Wärmebedarfe der letzten Jahre fortgeführt. Dies beschreibt die Mindestanforderung an zukünftige Sanierungsmaßnahmen. Wasserstoff steht im Trend-Szenario bis 2045 nicht für die Wärmeversorgung zur Verfügung. Für neue Heizungen wurde die 65 %-EE-Anforderung berücksichtigt und für Wärmenetze die 75 %-EE-Anforderung.

KLIMASCHUTZ 2045

Für die Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 wird angenommen, dass ab 2035 eine 100%-EE-Anforderung für dezentrale Heizungen und für Wärmenetze eingeführt wird. Zudem wird für die Wärmebedarfsfortschreibung ein Spar-Szenario angesetzt, welches die obere Grenze der möglichen Sanierungseffekte berücksichtigt. Die ambitionierten Sanierungsraten führen zu einem deutlich stärker sinkenden Wärmebedarf. Wasserstoff steht aber 2036 für Nahwärmenetze zur Verfügung.

KLIMANEUTRAL 2035

Ergänzend zu den anderen Szenarien wird für die Erreichung der Klimaneutralität bis Ende 2035 ein Anschlusszwang für Nahwärme in geeigneten Clustern festgesetzt, um das ambitionierte Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Neue Gaskessel und BHKW dürfen ab sofort nur mit 100% Biomethan betrieben werden und können ab 2036 auf Wasserstoff umgestellt werden.

In der nachfolgenden Szenarienmatrix werden die Annahmen und Entwicklungen der drei Szenarien dargestellt:

Tabelle 2: Allgemeine Szenarienmatrix

Getroffene Annahmen über:	Szenario 1: Trend	Szenario 2: Klimaschutz 2045	Szenario 3: klimaneutral 2035
Betrachtete Sektoren	Sektoren GHD und PHH, Industrie wird nicht betrachtet		
Ziel	kein Ziel, sondern Fortschreibung	Klimaneutralität bis 2045	Klimaneutralität bis Ende 2035
Wärmebedarfsfortschreibung (Trend oder Spar)	Trend	Spar	Spar
Anschlusszwang NW	kein Anschlusszwang		Anschlusszwang
Erzeugung NW-Netze	Bestand: zurzeit Biomethan; neue Netze: Einhaltung Vorgaben gemäß BEW		
H ₂ -Hochlauf	bis 2045 für Kraftwerke (NW) nicht verfügbar	kein flächendeckendes Wasserstoffnetz; ab 2036 jedoch für Kraftwerke (NW) verfügbar	
Verbot neue BHKW Gasheizungen mit Erdgas	ja, ab sofort (65 %-EE-Anforderung)	ja, ab sofort (65 %-EE-Anforderung)	ja, ab sofort
Pellets	Keine Ausschlussgebiete		
Ölheizung	- Verbot Neuinstallation - Weiterbetrieb Bestand bis 2045	- Verbot Neuinstallation - Weiterbetrieb Bestand bis 2035	- Verbot Neuinstallation - Weiterbetrieb Bestand bis 2035

4.3 SIMULATION DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEMARKTES

Die neuen Anforderungen und die Rahmenbedingungen der Szenarien beeinflussen die Heizungswahl bei einem Heizungstausch. Anhand verschiedener Parameter wurde die Entscheidung für eine Heizungsoption zum jeweiligen Zeitpunkt simuliert.

Hierfür wurde zunächst gebäudescharf die grundsätzliche Eignung für eine Heizungsart geprüft. Dies umfasst die technische Eignung (siehe Kapitel 4.1), aber auch den gesetzten Rahmen zum Wechselzeitpunkt (Kapitel 4.2). Aus den geeigneten Heizungsarten wird dann anhand der Wärmegestehungskosten und weiterer Parameter eine Heizungsart ausgewählt.

Die Wärmegestehungskosten wurden anhand der Investitions- und Betriebskosten der jeweiligen Heizungsart und der Energie- und CO₂-Preise ermittelt. Hierfür wurde die Methodik der VDI-Richtlinie VDI 2067 Blatt 1 angewendet. Für dezentrale Heizungen wurden ein Zinssatz in Höhe von 5 % und ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahre angesetzt, für Wärmenetze 6 % und 40 Jahre. Die Investitions- und Betriebskosten basieren auf dem Technikdialog zur kommunalen Wärmeplanung (Peters, et al., 2022). Fehlende Leistungsklassen wurden interpoliert und ungewöhnlich hohe Leistungszahlen für Wärmepumpen mit Heizkörpern bis 2030 um 0,5 gesenkt. Für Wärmenetze wurden spezifische Leitungskosten von 780 €/m angesetzt.

Bei den Erdgaspreisen wurde angenommen, dass die hohen Preise in Q2 2022 (200 €/MWh) bis 2027 auf 25 €/MWh sinken und danach wieder mit niedrigen jährlichen Preissteigerungsraten erhöht. Die zukünftigen Erdgaspreise liegen damit nur etwas über den Preisen zwischen 2017 – 2021 (ca. 20 €/MWh). Mit dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEG) wurde 2021 ein CO₂-Preis für den Gebäude- und Verkehrssektor eingeführt. Für die Berechnung der Szenarien wurde angenommen, dass der CO₂-Preis von 30 €/tCO₂ im Jahr 2022 auf 100 €/tCO₂ im Jahr 2030 steigt und bis 2045 auf fast 240 €/tCO₂. Der steigende CO₂-Preis führt zu höheren Erdgaskosten. Ein CO₂-Preis von 100 €/tCO₂ erhöht den Erdgaspreis um 20 €/MWh (z.B. von 26 auf 46 €/MWh).

Biomethan und Pellets werden nicht mit einem CO₂-Preis beaufschlagt. Jedoch wird für Biomethan von einem Preisanstieg von knapp 100 €/MWh (2023) auf knapp über 110 €/MWh in 2030 ausgegangen, um danach konstant zu bleiben. Die Pelletpreise sinken bis 2025 wieder auf etwas über 40 €/MWh, um dann bis 2040 linear auf 88 €/MWh zu steigen.

Wasserstoff ist entsprechend der Szenarien bis 2035 nicht für Wärmenetze verfügbar. Aufgrund des zunehmenden Einsatzes von Wasserstoff in den anderen Sektoren sinken die Wasserstoffpreise schnell und fallen bis Anfang 2036 auf rund 75 €/MWh.

Die Strompreise sinken von 485 €/MWh (Q4 2022) bis 2030 auf knapp unter 120 €/MWh, um dann bis 2045 weiter auf 100 €/MWh zu sinken.

Neben dem Wärmegestehungskosten wurden bei der Auswahl der Heizung weitere Faktoren wie die Altersstruktur der Bewohner*innen, die Kostentoleranz/Zahlungsfähigkeit, das Image der jeweiligen Heizung und die Wechselbereitschaft auf eine neue Heizungsart berücksichtigt.

Nach der Auswahl des wahrscheinlichsten dezentralen Heizungssystems wurde dies mit einem Anschluss an ein Wärmenetz verglichen. Hierfür wurde das Stadtgebiet in Cluster unterteilt, welche durch Infrastrukturen (z.B. Autobahn, Fluss, Bahnschienen) getrennt oder durch Kriterien wie Wärmedichte, Beheizungsstruktur, vorhandener Wärmenetzanschluss und Siedlungsstruktur unterschiedlich gekennzeichnet sind.

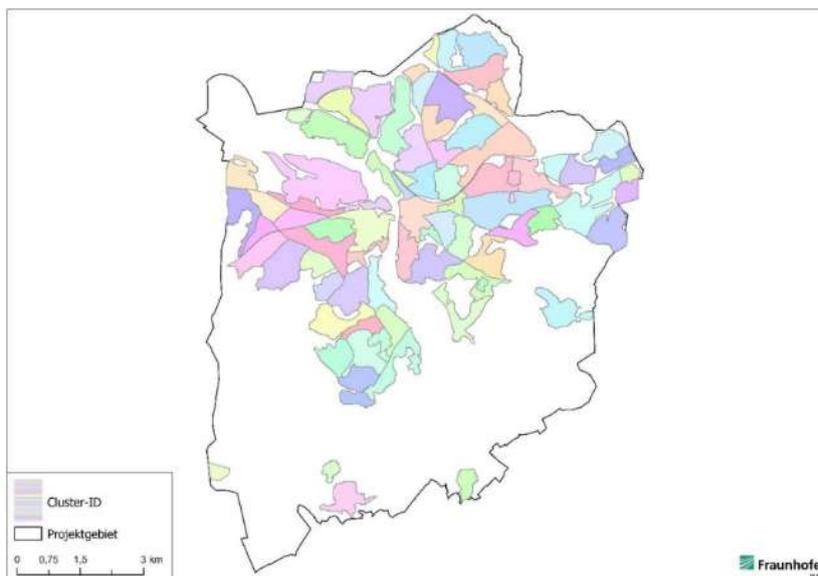


Abbildung 7: Unterteilung der Stadt Mülheim in 82 Cluster

Voraussetzung für die Priorisierung eines Wärmenetzes ist ein Anschlussgrad von mindestens 60%. Bei der Priorisierung wurde der Zeitbedarf für den Wärmenetzausbau beachtet (5 Jahre bzw. 15 Jahre bei über 10 km Leitungslänge). Die vorhandenen Wärmenetze wurden in der Berechnung mitberücksichtigt und ggf. erweitert. Dabei wurden die Preisblätter 2022 des Energieversorger medl GmbH berücksichtigt. Bis 2035 wurde mit einem linearen Kostenanstieg von 5 % jährlich gerechnet und danach mit einer jährlichen Kostensenkung von 10 %. Die Preisentwicklung spiegelt den Preisanstieg bei Biomethan und die sinkenden Kosten bei Wasserstoff wider.

Datengrundlage für die Berechnungen sind die Gebäude- und Verbrauchsdaten. Im Rahmen von Vorprojekten hat die Fraunhofer IFAM, Arbeitsgruppe Energiesystemanalyse, eine aktualisierte Wärmekarte mit den erforderlichen Daten erstellt.

In der nachfolgenden Abbildung wird der Ablauf für die Auswahl der Heizung zusammengefasst:

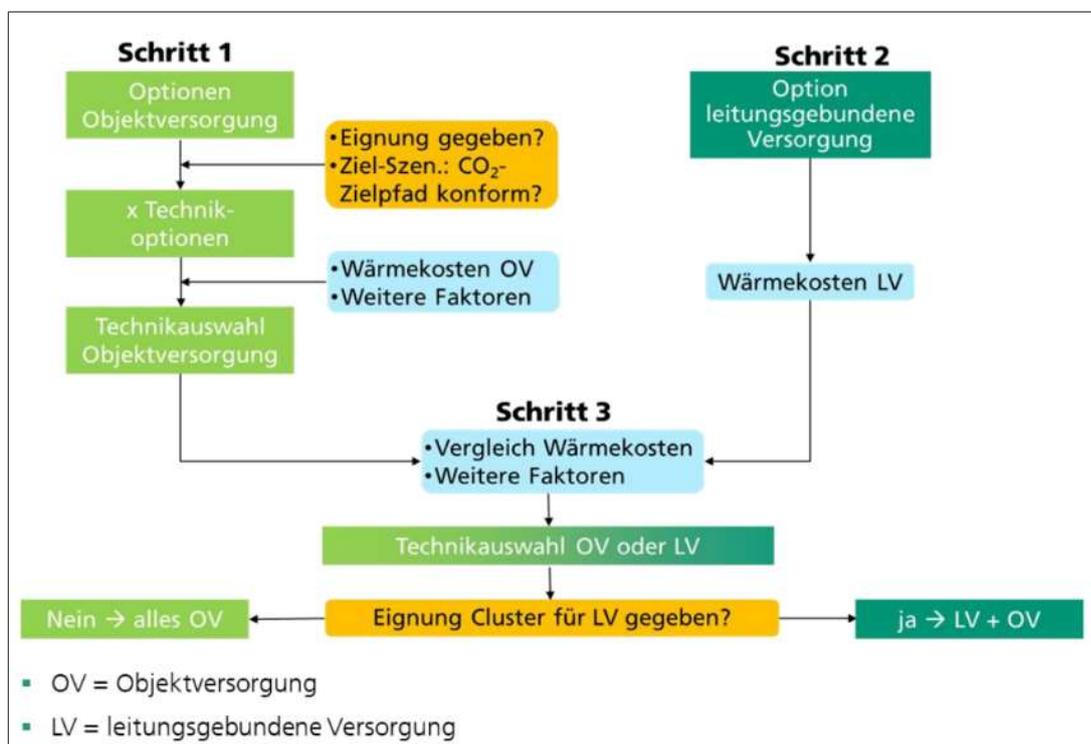


Abbildung 8: Ablaufschema der Modellierung

4.4 ERGEBNISSE DER SIMULATION

In allen Szenarien wird der Wärmeanteil aus Wärmepumpen drastisch ansteigen, während der Anteil der Gas- und Ölkessel ebenso schnell zurückgeht. Das bedeutet, dass die heutigen gut 30.000 Heizkessel in jedem Zielszenario fast vollständig durch Wärmepumpen, Wärmepumpen/Gaskessel-Kombinationen oder durch einen Anschluss an ein Wärmenetz ersetzt werden. Hierfür müssen bis 2045 durchschnittlich ungefähr 1.200 Wärmepumpen jährlich neu installiert werden. Für

das Ziel der Klimaneutralität bis 2035 müssten jährlich im Mittel ca. 1.900 Wärmepumpen installiert werden. Die Anzahl der über Wärmenetze versorgten Gebäuden nimmt in allen Szenarien ebenfalls deutlich zu. Bis 2045 müssen im Mittel ca. 50 neue große Abnehmer*innen jährlich an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Die Wärmemenge aus Wärmenetzen steigt aufgrund der energetischen Sanierung der Gebäude jedoch nur leicht. Lediglich im Szenario *klimaneutral 2035* kommt es zu einer Verdopplung der leitungsgebundenen Wärmelieferung bis 2035 angetrieben durch das wesentlich ambitioniertere Ziel und durch den Anschlusszwang in einzelnen Clustern. Hierfür müssten jährlich ca. 350 neue Abnehmer*innen an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Pelletkessel spielen in allen Szenarien eine untergeordnete Rolle (siehe Abbildung 9).

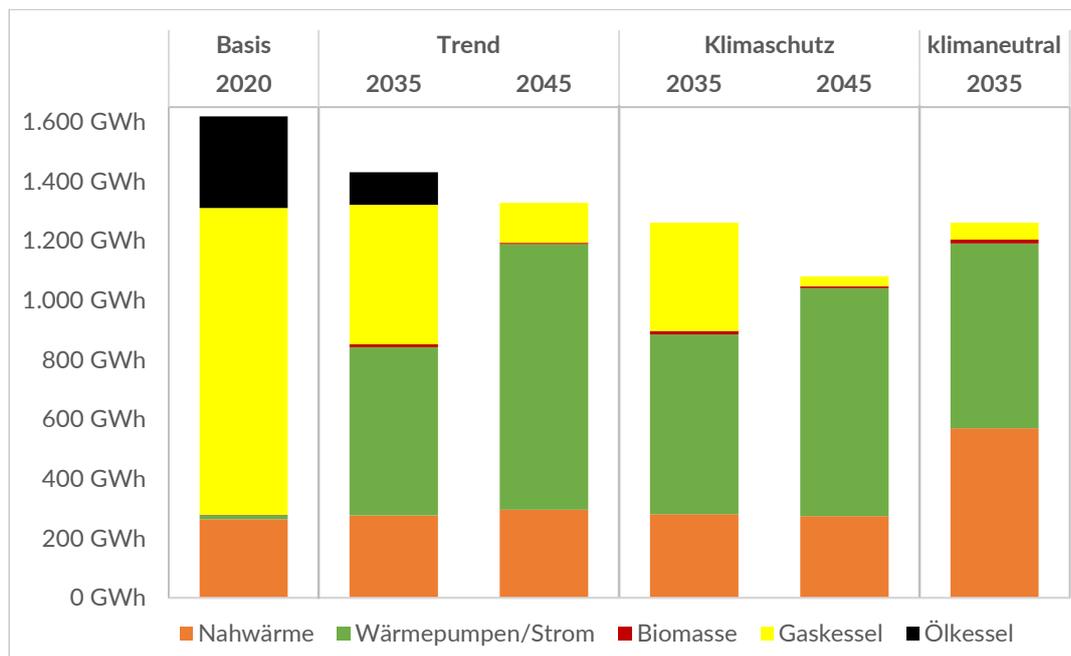


Abbildung 9: Wärmeanteile in den Szenarien

Bei der Wärmeerzeugung der Wärmenetze dominiert in den Zielszenarien die Kombination aus BHKW und Spitzenlastzeugern gefolgt von großen Luft-Wärmepumpen und Wärme aus Flusswasser. Im Szenario *klimaneutral 2035* verdoppelt sich die Wärmeerzeugung nahezu und große Luft-Wärmepumpen werden zum Hauptwärmeerzeuger. Ebenso nimmt die Wärmeerzeugung aus Flusswasser, Industrieabwärme, Solarthermie und Abwasser zu. Mit steigender Wärmeerzeugung steigt auch der Bedarf an Spitzenlastzeugung. Die Aufteilung der Nahwärmeerzeugung der Zielszenarien ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

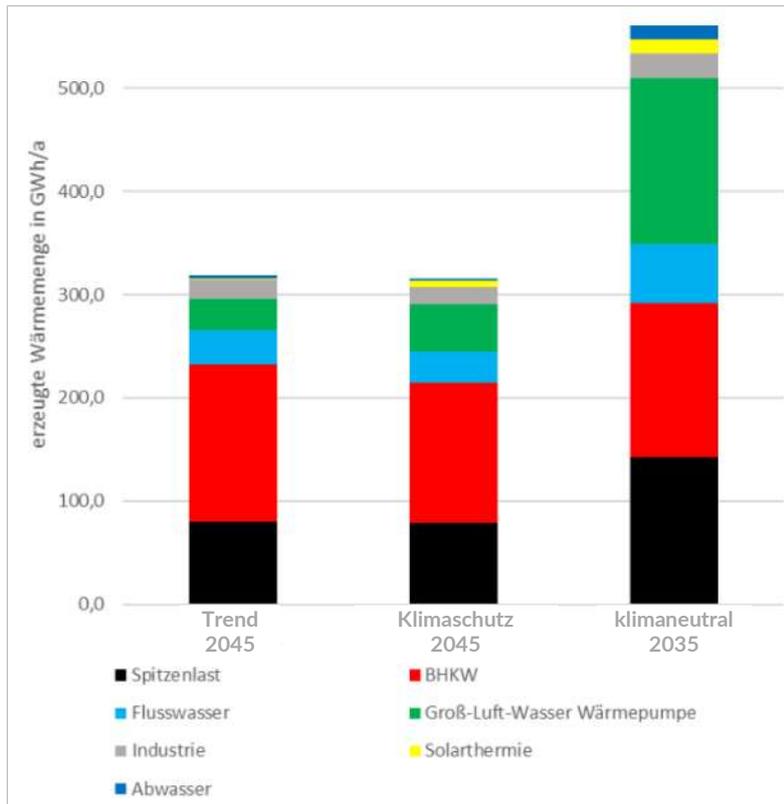


Abbildung 10: Wärmeeanteile Nahwärme in den Zielszenarien

Während in den Zielszenarien 2045 die Wärmenetze noch im Wesentlichen durch größere Wärmenetze auf BHKW-Basis geprägt sind, werden im Zielszenario *klimaneutral 2035* in den Außenbereichen etliche neue Wärmenetze auf Basis von Groß-Luftwärmepumpen installiert.

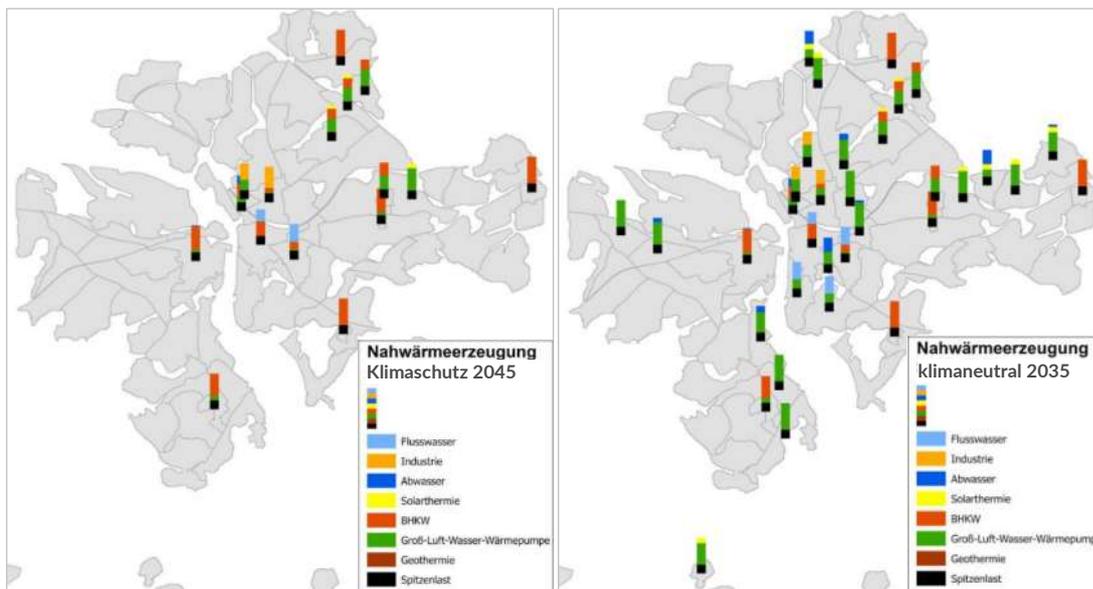


Abbildung 11: Nahwärmenetze in den Zielszenarien

4.5 ENDENERGIEBEDARF WÄRMESEKTOR

Für die Wärmeerzeugung müssen Energieträger bereitgestellt werden. Fossile und biogene Energieträger werden in Heizkesseln oder BHKW verbrannt, Strom wird direkt oder in Wärmepumpen für die Wärmeerzeugung genutzt. Dieser Energiebedarf wird als Endenergiebedarf bezeichnet. Vor Ort genutzte Umweltwärme (Luft, Geothermie, Flusswasser, Abwärme) und Solarthermie werden dabei nicht berücksichtigt. Die Endenergie berücksichtigt alle Umwandlungsverluste, welche bei der Wärmeerzeugung anfallen.

Entsprechend der Szenarienergebnisse führt der Rückgang der Gas- und Ölkessel zu einer schnellen Verringerung der fossilen Energieträger. Bei der Betrachtung der Endenergiemengen fällt jedoch der geringe Strombedarf der Wärmepumpen im Verhältnis zu den hohen Wärmeanteilen aus dem vorherigen Kapitel auf. Dies liegt an der hohen Effizienz der Wärmepumpen. Während bei der Verbrennung Verluste im Bereich von 10 bis 30% auftreten, beziehen Wärmepumpen mehr als 2/3 der Wärme „gratis“ aus der Umwelt. In den Übergangsszenarien 2035 wird über 600 GWh Bioenergie benötigt. Nur einer sehr kleiner Teil davon sind Holzpellets. Der Großteil davon wird in Biomethan-BHKW in den Wärmenetzen eingesetzt. In den BHKW wird neben Wärme auch KWK-Strom erzeugt. In den Zielszenarien wird das Biomethan und evtl. verbleibende Erdgasmengen durch Wasserstoff und andere wasserstoffbasierte Energieträger (PtX) ersetzt. Für das Szenario *klimaneutral 2035* wurden zwei Varianten betrachtet. In der ersten Variante steht bis Ende 2035 ausreichend Wasserstoff zu Verfügung, um das Biomethan und verbleibende Erdgasmengen zu ersetzen. In der zweiten Variante steht kein Wasserstoff zu Verfügung. In diesem Fall wird auch nach 2035 Biomethan und Erdgas eingesetzt (siehe Abbildung 12).

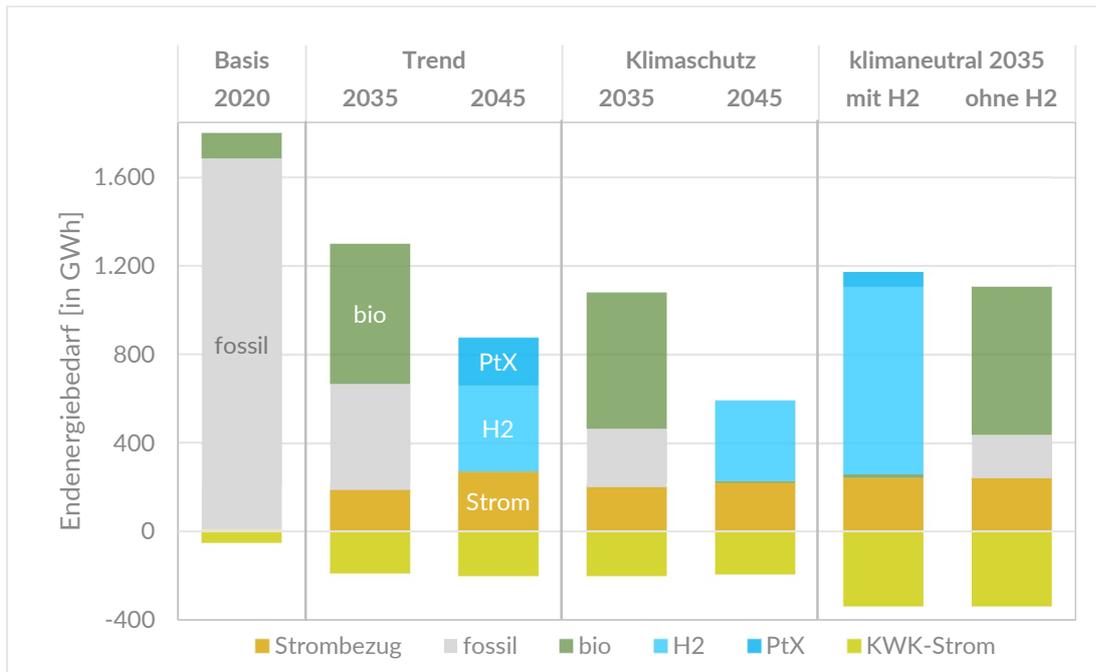


Abbildung 12: Endenergiebedarf Wärme in den Szenarien

Die Energiedaten der Wärmenetze für das Basisjahr 2020 wurden der energielenker projects von dem Energieversorger medl GmbH zur Verfügung gestellt. Der Endenergiebedarf der Szenarien 2035/2045 wurde über die Wärmemengen aus den vorherigen Kapiteln unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade der Erzeugungsanlagen berechnet.

5 STROMSALDO

Derzeit dominiert der konventionelle Strombedarf in Mülheim, also der Strom für elektrische Haushaltsgeräte, Maschinen, Beleuchtung usw. Der Strombedarf des Verkehrs und des Wärmesektors ist noch minimal. Ein Teil des Wärmebedarfes wird mit BHKW gedeckt. Diese produzieren neben Wärme zusätzlichen Strom (KWK-Strom) in ähnlicher Größenordnung. Der KWK-Strom deckt ein Teil des Strombedarfes und reduziert somit den Stromsaldo, welcher durch weitere Stromquellen bereitgestellt werden muss.

In allen Szenarien wird sich der heutige Strombedarf (379 GWh) bis 2035 mindestens verdoppeln. Der Strombedarf im Szenario *klimaneutral 2035* ist aufgrund des höheren Grades der Elektrifizierung noch etwas höher. Die höchsten Strombedarfe ergeben sich im Jahr 2045 mit dem höchsten Grad der Elektrifizierung der Sektoren Wärme und Verkehr. Aufgrund der geringeren Effizienzmaßnahmen ist der Strombedarf im Trendszenario am höchsten und könnte sich bis 2045 gegenüber 2019 verdreifachen.

Im Jahr 2035 hat der konventionelle Strombedarf weiterhin den größten Anteil am Strombezug. Bis 2045 erreichen die Sektoren Verkehr und Wärme eine ähnliche Größenordnung oder haben sogar einen größeren Strombedarf als der konventionelle Strombedarf. Dabei wurde ein leicht zurückgehender konventioneller Strombedarf entsprechend der Studie *Klimaneutrales Deutschland 2045* (Agora Energiewende, Prognos, Consentec, 2022) angenommen. Für das Szenario *klimaneutral 2035* wurde ein Rückgang des Strombedarfes von 14 % angesetzt (Handbuch Klimaschutz, 2020).

Entsprechend der Simulation der Wärmebedarf wird sich die Stromerzeugung aus BHKW von derzeit 54 GWh auf fast 300 GWh erhöhen. Hierdurch wird der Stromsaldo deutlich reduziert. Dennoch erhöht sich der Stromsaldo von heute 266 GWh je nach Szenario auf 410 bis 480 GWh im Jahr 2035. Bis 2045 erhöht sich der Stromsaldo weiter bis auf 520 GWh. Im Trendszenario mit den geringeren Effizienzmaßnahmen würde sich der Saldo auf 640 GWh erhöhen.

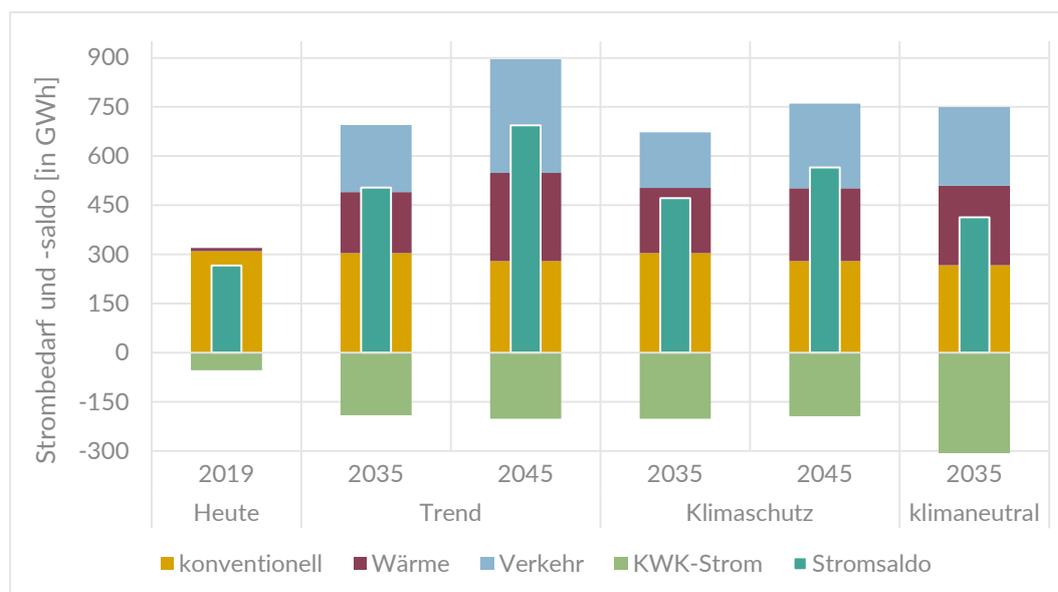


Abbildung 13: Strombedarf, KWK-Strom und Stromsaldo in den Szenarien

6 ENERGIEBEDARF DER SZENARIEN

Die Endenergiebedarfe der Sektoren Verkehr (Kapitel 3), Wärme (Kapitel 4.5) und Strom (Kapitel 5) wurden für die nachfolgende Betrachtung zusammengeführt.

Entsprechend der Simulation des Wärmebedarfes soll der Biomethanbedarf für die BHKW in den Wärmenetzen bis 2035 deutlich ansteigen. Für die Erreichung der Klimaneutralität wird der Betrieb der BHKW von Biomethan auf Wasserstoff umgestellt. Der in den BHKW erzeugte Strom wurde in der nachfolgenden Abbildung bereits vom Strombedarf abgezogen. Verbleibende Gaskessel ohne Anschluss an ein Wasserstoffnetz werden in den klimaneutralen Szenarien mit synthetischen Erdgas aus Wasserstoff und CO₂ betrieben (PtG - Power to Gas). Für das Szenario klimaneutral 2035 wurde ein ergänzendes Szenario mit geringer Verfügbarkeit von Wasserstoff und synthetischen Brennstoffen berechnet.

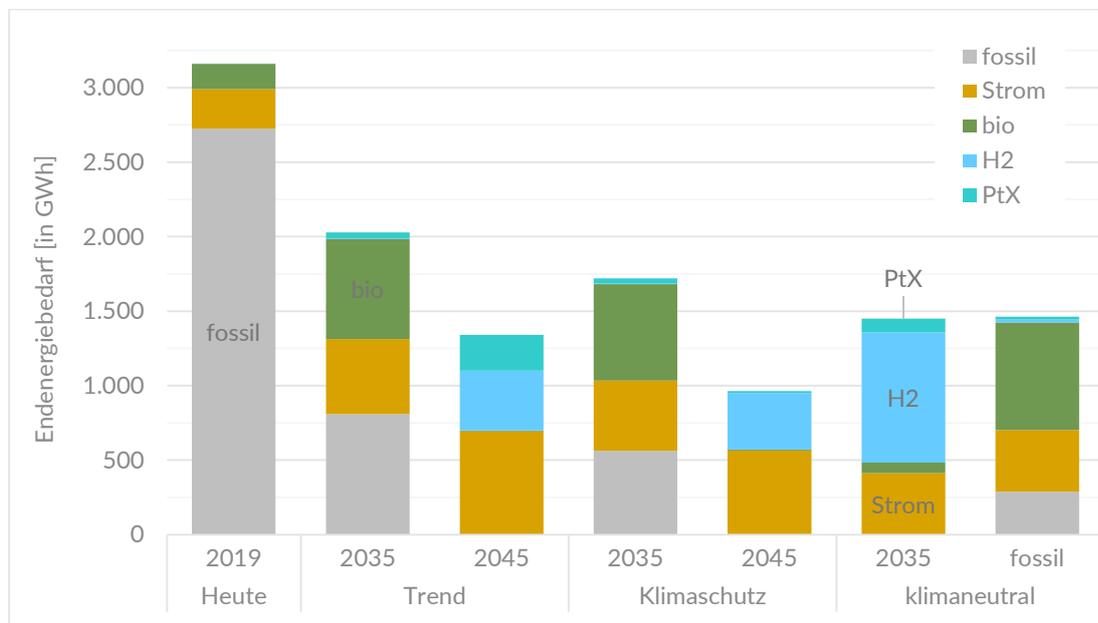


Abbildung 14: Gesamtendenergiebedarf der Szenarien

In allen Szenarien wird der Strombedarf deutlich ansteigen. Bis 2035 steigt der Strombedarf aufgrund der Elektromobilität und den Wärmepumpen um rund 70 %. Bis 2045 wird der Strombedarf sich fast verdoppeln, im Trendszenario sogar mehr als verdoppeln.

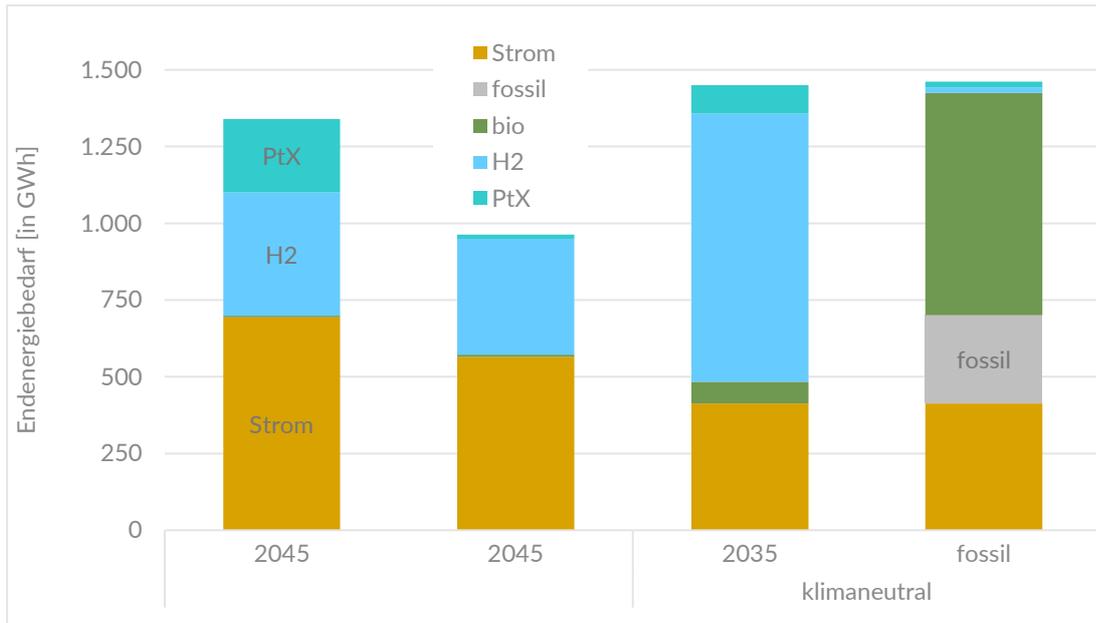


Abbildung 15: Endenergiebedarf in den Zielszenarien

7 ERNEUERBARE POTENZIALE

Lokale Potenziale

Die Potenziale an Erneuerbaren Energien auf dem Gebiet von Mülheim wurde anhand der Potenzialstudien des LANUV², der von dem*der Auftraggeber*in bereitgestellten Informationen und der bestehenden erneuerbaren Erzeugung ermittelt. Die Stromerzeugung der Biomethan-BHKW wurde dabei nicht berücksichtigt, da das Biomethan hierfür importiert wird. Ebenso werden die importierten Biokraftstoffe bei den lokalen Potenzialen nicht berücksichtigt.

Mülheim hat ein Potenzial rund 800 GWh/a erneuerbarer Energieerzeugung. Die Hälfte des Potenzials liegt im Ausbau der PV-Anlagen auf Dächern, gefolgt von den PV-Freiflächenanlagen auf Konversionsflächen und entlang von Autobahn- und Schienenwegen. Das Potenzial von Agri-PV-Anlagen³ lässt nur schwer bestimmen. In der nachfolgenden Abbildung ist das Potenzial bei Nutzung von 5% der landwirtschaftlichen Flächen dargestellt. Insgesamt liefern PV-Anlagen 80 % des theoretischen Potenzials. Wind- und Wasserkraft haben einen Anteil von knapp 4 bzw. 5 %. Die Bioenergie hat Potenzialanteil von bis zu 10 %. Im Gegensatz zu den anderen Energiequellen liegt das Potenzial der Bioenergie nicht in der Stromerzeugung, sondern in der Bereitstellung von Wärme.

Bisher werden knapp 60 GWh bzw. 8 % der theoretischen Potenziale ausgenutzt.

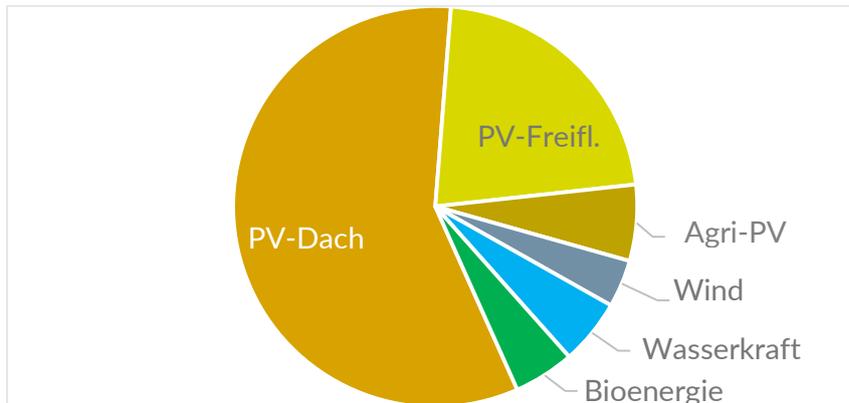


Abbildung 16: Verteilung der Potenziale an erneuerbaren Energien

In keinem Szenario reichen die lokalen Potenziale aus, um den gesamten zukünftigen Energiebedarf zu decken. Das erneuerbare Strompotenzial von gut 720 GWh reicht jedoch aus, um den Strombedarf in allen Szenarien zu decken. Bis 2035 müssten 60 % des erneuerbaren Strompotenzials ausgebaut werden.

² Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

³ Agri-PV: Doppelnutzung von landwirtschaftlichen Flächen zur Erzeugung von Strom und Feldfrüchten

In der nachfolgenden Abbildung werden die beschriebenen erneuerbaren Potenziale den Energiebedarfen der klimaneutralen Szenarien gegenübergestellt. Für das Trendszenario müssten bis 2045 die lokalen Strompotenziale zu 90 % ausgeschöpft werden. Im Szenario *Klimaschutz 2045* müssen die Strompotenziale bis 2045 zu 70 % ausgenutzt werden. Dies stellt ein wesentlich realistischeres Szenario dar. Für das Szenario *klimaneutral 2035* müssten die Strompotenziale zu gut 60 % ausgenutzt werden und das innerhalb von 13 Jahren. Jährlich müssten rund 34 MWp PV-Anlagen installiert werden. Aktuell sind insgesamt 18 MWp installiert. Die 34 MWp entsprechen ungefähr 2.400 Dachanlagen oder 1-5 Freiflächenanlagen jährlich.

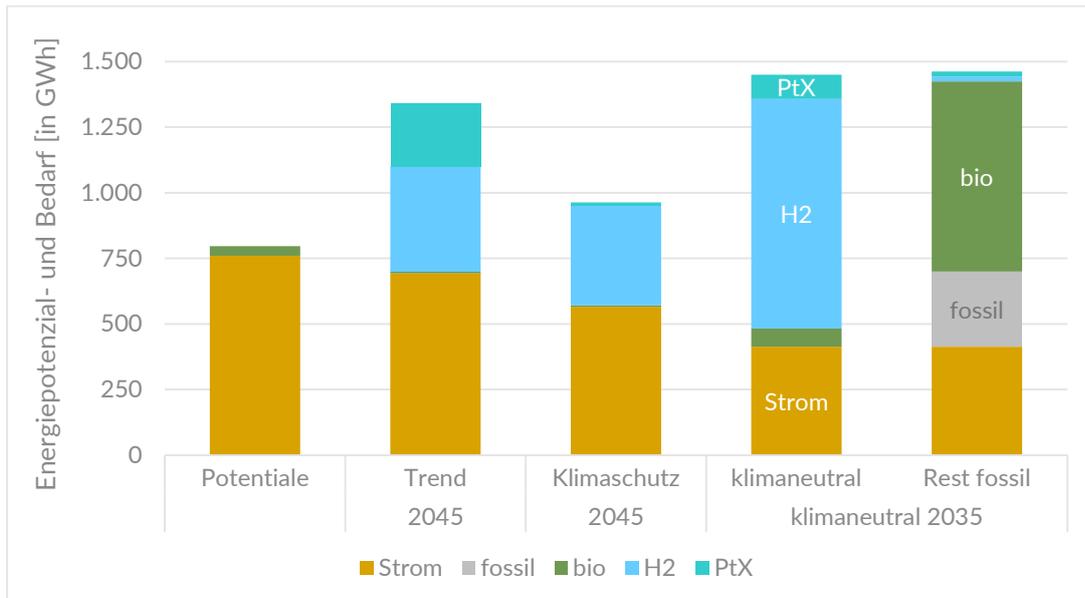


Abbildung 17: Potenzial erneuerbare Energien und Energiebedarf

Das Biomassepotenzial reicht in keinem der Szenarien aus, um die hohen Biomethanbedarfe lokal zu decken. Neben dem fehlenden Potenzial müssten hierfür auch entsprechende Biomethananlagen errichtet werden. Das lokale Biomassepotenzial wäre jedoch ausreichend, um den Bedarf an fester Biomasse zu decken.

In den klimaneutralen Szenarien besteht der höchste Bedarf an Wasserstoff und synthetischen Brennstoffen aus Wasserstoff. Dieser Bedarf kann nicht ansatzweise aus den lokalen Strompotenzialen gedeckt werden. Zusätzlich zu den dargestellten Wasserstoffbedarfen müssen noch die Verluste bei der Erzeugung berücksichtigt werden. Diese betragen bei Wasserstoff 30 bis 40 % und bei den synthetischen Brennstoffen ~50 % (Fraunhofer ISE, Anhang, 2020).

Import

Das erneuerbare Erneuerbaren-Energien-Gesetz 2023 hat das Ziel, dass die deutsche Stromerzeugung bis 2035 nahezu klimaneutral erfolgt. Voraussetzung für die Erreichung dies Ziels ist, dass alle Bundesländer und deren Kommunen ihre Potenziale zu großen Teilen ausschöpfen.

Die Biomethan-BHKW sind derzeit der größte Abnehmer erneuerbarer Energie und auch der größte Erzeuger von erneuerbarem Strom. Entsprechend der Simulation der

Fraunhofer ISE (siehe Kapitel 4.4) soll dieses Potenzial bis 2035 noch wesentlich ausgebaut werden. Allerdings werden in Deutschland derzeit lediglich 10 TWh Biomethan produziert (dena, 2021) und es ist fraglich ob 6% des gesamten Produktionsvolumens nach Mülheim importiert werden können.

Bis 2030 soll in Deutschland ein Startnetz für Wasserstoff entstehen, welches zu großen Teilen durch die Umstellung von existierenden L-Gas Leitungen entstehen soll. Hierfür haben die Fernleitungsnetzbetreiber ein Wasserstoffnetz erarbeitet, welches die größten Verbraucher*innen und zukünftigen Erzeuger*innen verbindet (www.get-h2.de, 2022). Mülheim befindet sich in direkter Nähe zu einer dieser angedachten Wasserstoffleitungen. Großabnehmer*innen haben somit gute Voraussetzungen sich bis 2035 an dieses Netz anzuschließen. Wichtige Anker-Abnehmer*innen könnten die Industrie in Mülheim und die BHKW in den Wärmenetzen sein.

Während für Wasserstoff aufgrund der lokalen Besonderheiten durchaus gute Perspektiven bestehen, hängt die Entwicklung der synthetischen Brennstoffe von der allgemeinen Entwicklung ab. Bisherige Studien gehen für Gesamtdeutschland nicht davon aus, dass Energielücken beim Verkehr und im Wärmesektor durch synthetische Brennstoffe bis 2035 gedeckt werden können, jedoch bis 2045 (siehe Abbildung 18, (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, 2021)).

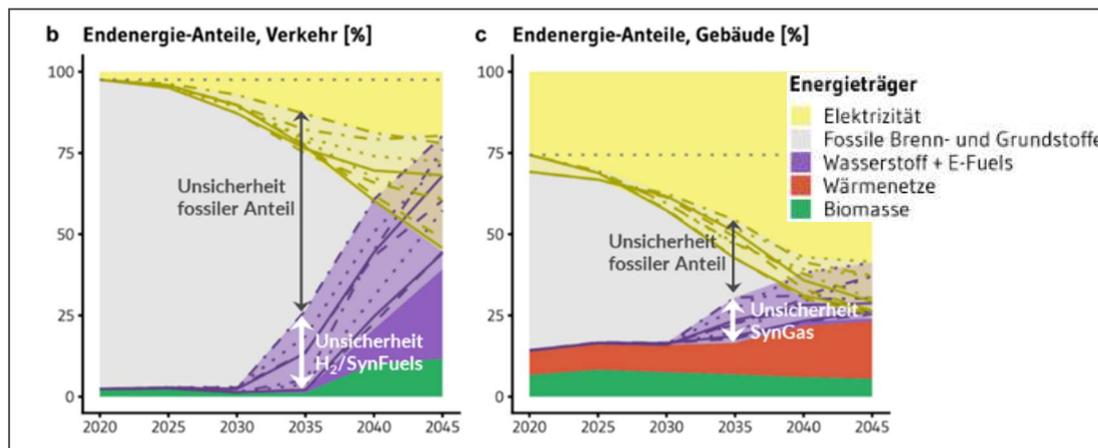


Abbildung 18: Unsicherheitskorridore Wasserstoff und E-Fuels

Andererseits fordern GermanZero (GermanZero e.V., 2020) und Fridays for Future (Wuppertal Institut, 2020) in Ihren Studien, dass die Tankstellen ab 2030 bzw. 2035 nur noch synthetische Kraftstoffe anbieten dürfen. Mülheim müsste auf lokaler Ebenen ähnliche Anforderungen an die Tankstellen stellen.

8 TREIBHAUSGASBILANZ

Für die Berechnung der Treibhausgasbilanz wurden die Emissionsfaktoren aus dem Klimaschutz-Planer für das Jahr 2019 verwendet. Hierbei werden für PV- und Windstrom die Vorkettenemissionen berücksichtigt, also die Emissionen bei der Herstellung der Anlagen, auch wenn diese nicht in Mülheim verursacht wurden. Zudem wird für Biogas ein Standard-Wert angesetzt, welcher 45 % der CO₂-Emission von fossilem Erdgas entspricht. Bei der Berechnung mit diesen Annahmen kann auch bei einer vollständigen Versorgung mit erneuerbaren Energien keine Klimaneutralität erreicht werden. Die klimaneutralen Szenarien haben somit noch Restemissionen von 44.000 bis 85.000 Tonnen bzw. 0,3 bis 0,5 Tonnen je Einwohner*in jährlich

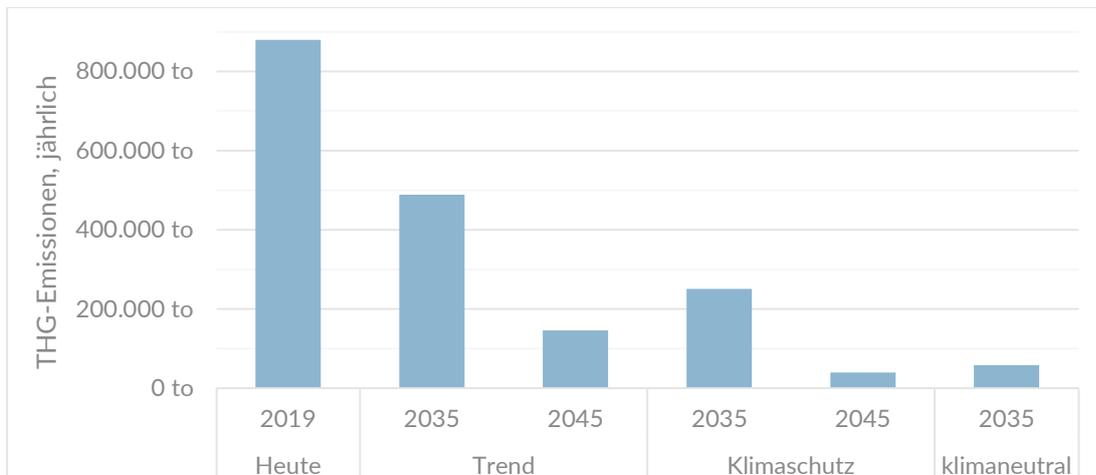


Abbildung 19: jährliche Treibhausgasemissionen der Szenarien

Ohne Berücksichtigung der Vorkettenemissionen kann eine Klimaneutralität bei den energiebedingten Emissionen erreicht werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass bei dem Import von biogenen Energieträgern darauf geachtet wird, dass diese aus Reststoffen und Nebenprodukten basieren. Die europäische Erneuerbaren-Energien-Richtlinie (kurz „REDII“) gibt für eine Vielzahl von biogenen Energieträgern unterschiedliche Emissionen ja nach Herkunft und Verarbeitung an. Auffällig hierbei ist, dass für Biogas erzeugt aus Gülle und Mist sogar negative Emissionen angerechnet werden, da hierdurch klimaschädliche Methanemissionen vermieden werden (siehe Abbildung 20).

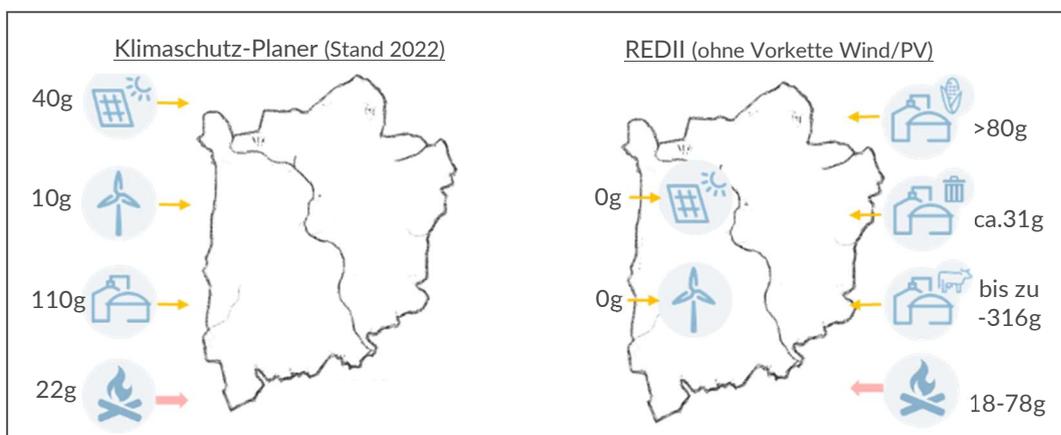


Abbildung 20: THG-Emissionen je kWh nach Klimaschutz-Planer und REDII

Nach derzeitigem Kenntnisstand werden bis 2035 die Lücken bei den Brennstoffen nicht mit synthetischen Kraftstoffen gedeckt werden können (siehe Kapitel 7). In diesem Fall verursachen die verbleibenden fossilen Brennstoffe ~94.000 t_{CO₂e} im Jahr. In diesem Fall müssten diese Restemissionen kompensiert werden. Ein Energieexport als Erfüllungsoption entfällt aufgrund des zu geringen erneuerbaren Potenzials. Für eine Aufforstung als Kompensation fehlt Mülheim die Fläche. Die aktuelle Waldfläche in Mülheim kann weniger als 14.000 t_{CO₂} jährlich aufnehmen⁴ und auch nur dann, wenn kein Holz eingeschlagen wird und keine Schädlinge oder andere Einflüsse das Wachstum hemmen. Auch eine Verdopplung der Waldfläche unter idealen Bedingungen würde nicht ausreichen, um die Emissionen auszugleichen (siehe Abbildung 21). Zudem fehlt bei dieser Betrachtung die Landwirtschaft als Emittent.

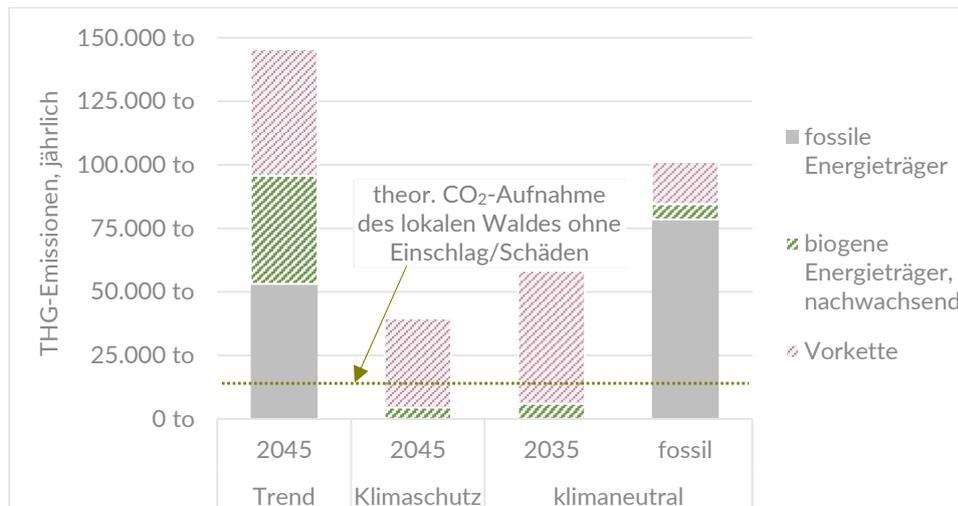


Abbildung 21: THG-Emissionen in den Zielszenarien

Eine Kompensation muss also im Wesentlichen außerhalb von Mülheim erfolgen. Nichtsdestotrotz können Kompensationsprojekte in Mülheim einen kleinen Beitrag leisten und als Pilotprojekte Vorbild sein, z.B. Entwicklung einer modernen Agroforstwirtschaft oder Biomasse-Pyrolyse mit Kohlenstoffabscheidung. Für die Kompensation der verbleibenden CO₂-Emissionen gibt es eine Vielzahl von Kompensationsmöglichkeiten mit verschiedenen Qualitäten und Kosten. Projekte zusammen mit Partnerstädten oder anderen Partnerschaften könnten die Kompensation greifbarer und zahlbarer machen.

Die Industrie in Mülheim wurde bei den Berechnungen nicht berücksichtigt, auch weil die Kompensation der Restemissionen der Industrie die Aufgabe *klimaneutral 2035* noch herausfordernder macht. Die Industrie kann aber andererseits ein wichtiger Hebel für die Erreichung der Ziele sein. Neben der Bedeutung als Wasserstoffabnehmer, kann die Industrie in Mülheim auch ein Treiber der Energiewende sein. Die Industrie in Mülheim hat bereits begonnen wichtige Komponenten für die Energiewende zu entwickeln und zu produzieren. Mülheim könnte sich zusammen mit der Industrie das Ziel setzen, dass die Produkte der Industrie mehr CO₂ vermeiden als in Mülheim im Jahr 2035 verursacht werden.

⁴ Eigene Berechnung auf Basis IPCC Guideline, Thünen-Report 79 und Bundeswaldinventur 2012

9 MAßNAHMEN

9.1 VERKEHR

In allen Szenarien ist die Elektrifizierung des Verkehrs der größte Hebel zur Energie- und Treibhausgaseinsparung. Ohne einen Ausbau des öffentlichen Verkehrs werden die Herausforderung im Straßenverkehr aber nicht reduziert (z.B. mehr PKW = mehr Parkplätze). Zudem führen allgemein steigende PKW-Zahlen auch zu mehr Elektroautos und damit zu einem höheren Bedarf an Ladeinfrastruktur und Strom. Berücksichtigt man die Trägheit der Umstellung des öffentlichen Verkehrs, sind frühzeitige Entscheidungen und Maßnahmen für den öffentlichen Verkehr besonders wichtig.

Maßnahmen öffentlicher Verkehr / Fahrrad / Car-Sharing

Im öffentlichen Raum konkurrieren der motorisierte Individualverkehr und der öffentliche Verkehr um den verfügbaren Raum in der Stadt. Im Rahmen des Workshops Verkehr zeigte sich, dass bisher der PKW-Verkehr meist Vorrang hatte (mehr Straßen, mehr Parkplätze usw.). Der Ausbau von Fahrradwegen, Busspuren, Park & Ride u.ä. muss einen Vorrang gegenüber dem Ausbau der PKW-Infrastruktur bekommen.

Damit der öffentliche Verkehr attraktiv wird, muss er nicht nur ausgebaut werden, sondern sich auch in dem Mobilitätsverhalten der Nutzer einfügen (intermodulare Mobilität). Hierfür muss ein strategisches Konzept entwickelt werden. Für den Ausbau des öffentlichen Verkehrs und für die Entwicklung und Umsetzung eines intermodularen Konzeptes sollte die Stelle eines*einer Mobilitätsmanager*in geschaffen werden.

Ein strategisches Konzept ermöglicht eine vom Zielbild ausgehende und positive Kommunikation mit Blick auf die Verbesserungen bei der Zielerreichung (Verkehrsfluss, CO₂-Reduktion, reduzierter Flächenbedarf...). Die Konzepte sollten übergreifend mit den anderen Bereichen erstellt werden (Ladeinfrastruktur, Mobilitätskonzept...), damit alle Beteiligten (die verschiedenen Bereiche der Stadtverwaltung, Wohnungsbau, Unternehmen usw.) den gleichen Wissenstand und das gleiche Ziel haben.

Die neue strategische Ausrichtung kann durch Pilotprojekte schnell sichtbar und nutzbar gemacht werden, z.B. Projekt Heimateerde. Die Stadtverwaltung sollte ihrer Vorreiterrolle gerecht werden. Die Stadtverwaltung betreibt bereits ein internes „analoges“ Car-Sharing. Dies sollte ausgebaut werden. Grundvoraussetzung hierfür ist die Einführung eines einheitlichen, digitalen Fuhrparkmanagements. Hierdurch kann zum einen eine bessere Datenbasis für zukünftige Potenzialermittlung geschaffen werden, zum anderen kann das System dem wachsenden Car-Sharing Vorschub leisten. Hierdurch könnte die Stadtverwaltung in einem kleinen Rahmen ein Vorreiter beim Car-Sharing werden und den eigenen Fuhrpark ggf. reduzieren.

Maßnahmen öffentlicher Verkehr / Fahrrad / Car-Sharing	
Maßnahme	Best-Practice-Beispiele aus anderen Kommunen
<p>Vorrang für PKW-Verkehr reduzieren / Flächen freigeben für Rad, Bus, Sharing</p> <p>Bike & Ride und Park & Ride ausbauen</p> <p>Fahrradwege anstatt Parkplatz am Straßenrand</p> <p>Parkplätze zentral zur Verfügung stellen (z.B. Quartiersgarage)</p>	<p>Stadt Düsseldorf: Parkraumbewirtschaftung in 13 Bezirken (www.mobilitaetswende-duesseldorf.de, 2022)</p> <p>Besonders in stark verdichteten Quartieren sollen neue Lösungen der Parkraumbewirtschaftung geschaffen werden. Ziel dabei ist, den Straßenraum zugunsten der Nahmobilität umzuverteilen und Parken im öffentlichen Raum neu zu ordnen. So sollen Fremdarker*innen aus Wohngebieten ferngehalten und Platz für Fahrrad- und Fußverkehr geschaffen werden.</p> <p>Mehr Stellplätze sollen unter anderem auch dadurch verlagert werden, indem Parkflächen von Stadtverwaltung und Stadttöchtern abends, nachts und an den Wochenenden für Anwohnende geöffnet werden.</p> <p>Zudem wurden „Pilotquartiere“ Bilk und Flingern-Nord identifiziert, in den beispielsweise Supermärkte nach Ladenschluss ihre Stellflächen für das Anwohner*innenparken freigeben. Beginnend in beiden Stadtteilen sollen bis Herbst auch mögliche Standorte für den Bau von Quartiersgaragen identifiziert werden.</p>
<p>Strategischer Entwurf und Rahmenplanung intermodulare Mobilität</p> <p>Mobilitätsmanager*in für die Umsetzung der Maßnahmen</p>	<p>Stadt Kehl am Rhein: Rahmenplanung intermodulare Mobilität durch Verkehrsmodell (www.kehl.de, 2022)</p> <p>Um eine umfangreiche Datenbasis zu schaffen, wurden im Jahr 2012 Verkehrserhebungen in Form von Knotenzählungen, automatischen Wochenzählungen, Verkehrsbefragungen und Haushaltsbefragungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden zum Aufbau eines intermodalen Verkehrsmodells herangezogen.</p> <p>Für den Prognosehorizont 2030 wurde die Entwicklung des Verkehrsgeschehens ermittelt und in die Bewertung mit einbezogen.</p> <p>Unter anderem sollen auch hier Mobilstationen eine intermodulare Mobilität ermöglichen. Damit dies im gesamten Landkreis möglich wird, haben sich die Kommunen zu dem Mobilitätsnetzwerk Ortenau zusammengeschlossen. Dadurch soll den Menschen im Landkreis ermöglicht werden, ohne eigenen Pkw von Kommune zu Kommune zu reisen. Die Netzwerkkommunen setzen dabei auf eine gemeinsame Systematik, um den Umstieg auf öffentliche Mobilitätsangebote möglichst unkompliziert und reibungslos zu gestalten. Hierfür wurde die personelle Stelle eines*iner städtischen Koordinator*in für Radverkehr und Mobilitätsstationen geschaffen. (www.kehl.de/, 2022)</p>

<p>Pilotprojekt Mobilstation z.B. Heimaterde</p>	<p>Mobilstationen in Essen als wichtiger Baustein eines Modal Shift (www.ruhrbahn.de, 2022)</p> <p>Die Mobilstationen erfüllen zwei zentrale Funktionen: einerseits die Verbesserung des Umstiegs zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln und andererseits die Bereitstellung vielfältiger Mobilitätsoptionen an einem Ort.</p> <p>Um das Angebot gut nutzen zu können, führt die Ruhrbahn-App ZÄPP alle notwendigen Informationen zu den Mobilitätsangeboten digital zusammen. So wird die Nutzung erleichtert und vertrieblich durch Kund*innenvorteile für Ruhrbahnkund*innen begleitet. Abokund*innen und registrierte ZÄPP-Nutzer*innen erhalten beispielsweise je Fahrt 30 Freiminuten mit dem metropolradruhr. Bei dem CarSharing-Anbieter stadtmobil erhalten Abokund*innen Vergünstigungen bei Anmelde- und Monatsgebühr.</p> <p>In der Stadt Essen existieren bereits sechs Mobilstationen. Zukünftig sollen weitere hinzugefügt werden. Übergeordnetes Ziel ist es, bis 2035 einen Modal Split von 4x25% zu erhalten (25% Fußverkehr, 25% Radverkehr, 25% ÖPNV und 25% Autoverkehr)</p>
<p>Vorreiter Rolle Stadt- verwaltung Sharing-System ausbauen/ digitalisieren Einheitliches, digitales Fuhrparkmanagement schaffen</p>	<p>Stadt Hamminkeln: E-Auto-Fuhrpark für Stadtmitarbeiter*innen und Bürger*innen (www.electrive.net, 2021)</p> <p>Die Stadt Hamminkeln hat ihren kommunalen Elektro-Fuhrpark mit einem Carsharing für Bürger*innen verknüpft. Das Modell, welches vor rund fünf Jahren als Pilotprojekt gestartet ist, hat sich bewährt und wird nun kontinuierlich fortgeführt.</p> <p>Für die Stadtverwaltung sind drei von vier Stromer montags bis donnerstags von 7 bis 17 Uhr sowie freitags von 7 bis 13 Uhr geblockt. An den Randzeiten und am Wochenende können sie von Bürger*innen und Gewerbebetreibenden gefahren werden. Eins der Fahrzeuge steht den Bürger*innen zudem rund um die Uhr zur Verfügung. Die Fahrzeuge können online oder telefonisch reserviert werden.</p>
<p>City Logistik Zentrale CO₂-freie Transporte für Einzelhandel Von Pilotprojekten aus anderen Kommunen lernen</p>	<p>Stadt Amsterdam: Emissionsfreie City-Logistik bis 2025 (www.citylogistics.info, 2019)</p> <p>Ab dem Jahr 2025 dürfen nur noch emissionsfreie Fahrzeuge in den Innenstadtbereich für Logistik- und Servicefahrten. Hierfür wurde eine Null-Emissionszone beschlossen. Das bedeutet, dass dort ab 2025 nur noch rein elektrisch angetriebene Lieferwagen und Lkw fahren dürfen. Privatfahrzeuge sind in einer Übergangsregelung hiervon noch bis zum Jahr 2030 ausgenommen.</p> <p>Der Logistic Cityhub mit Standort am Hafen hilft hierbei, Verkehrswege (unterschiedlicher Anbieter*innen) zu bündeln und emissionsfrei die Innenstadt zu erreichen (per Fahrrad, Boot,</p>

	<p>Elektro-Fahrzeug...). Es sind noch vier weitere solcher zentralisierten Standorte geplant.</p>
<p>Kommunikation Positive Kommunikation Kommunikation vom Zielbild aus übergreifende Konzepte erstellen</p>	<p>Amsterdam Smart City (amsterdamsmartcity.com, 2022)/ Clean Air Action Plan (www.citylogistics.info, 2019)</p> <p>Als offene Innovationsplattform bringt Amsterdam Smart City Interessierte aus den Bereichen kommunale Verwaltung, Unternehmen, wissenschaftliche Einrichtungen und zivilgesellschaftliche Akteur*innen zusammen, um gemeinsam eine zukunftsfähige Stadt zu gestalten.</p> <p>Insbesondere eine Kommunikation vom Zielbild aus (klimaneutraler Verkehr in der Innenstadt bis 2030) in Einzelschritten dargestellt, ist ein wesentlicher Ansatz zur Zielerreichung.</p> <p>City of Amsterdam</p> <p>Amsterdam emission-free Phased plans for traffic</p> <p>2020: Introduction of environmental zone within A10 ring road for passenger cars with emission standard Euro 4</p> <p>2021: Expansion of existing environmental zones for all road vehicles (except mopeds and scooters)</p> <p>2022: Emission-free centre (buses and coaches)</p> <p>2022: Emission standard for trucks entering the environmental zone raised to Euro 6</p> <p>2025: Emission-free zone within A10 ring road for heavy goods vehicles and vans, taxis, buses and coaches</p> <p>2025: Entire built-up area is emission-free zone for mopeds and scooters</p> <p>2030: Amsterdam is emission-free for all traffic (Also applies for passenger cars and motorbikes)</p>

Maßnahmen Elektromobilität

In allen Szenarien wird der Anteil der Elektromobilität stark zunehmen. Hierfür müssen die öffentlichen Lademöglichkeiten geschaffen, das Netz auf den steigenden Strombedarf vorbereitet und die Umsetzung von privaten Ladepunkten erleichtert werden. Ein Ladeinfrastrukturkonzept kann hier Klarheit schaffen.

Neben dem Ausbau der Ladeinfrastruktur innerhalb der Stadt ist auch der Ausbau entlang der Autobahn wichtig. Hier kann die Stadt keinen direkten Einfluss nehmen, aber indirekt über das Angebot von geeigneten Flächen und der Kommunikation mit der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur.

Als Vorbild sollte sich die Stadt ein ehrgeizigeres Ziel setzen und die Umstellung des PKW-Fuhrpark bis Ende 2030 umsetzen. Ein „E-Club 2035“ bestehend aus Unternehmen, Vereinen und Gesellschaften mit dem Ziel die eigenen Fuhrparkfahrzeuge bis 2035 vollständig auf alternative Antriebe umzustellen, macht die Dynamik der Elektromobilität greifbarer und regt zum Nachahmen an. Die Stadt kann als Kommunikator den „E-Club 2035“ initiieren.

Maßnahmen Elektromobilität	
Maßnahme	Best-Practice-Beispiele aus anderen Kommunen
Ladeinfrastrukturkonzept erarbeiten	<p>Stadt Lüneburg: E-Ladeinfrastrukturkonzept (map.now-gmbh.de, 2019)</p> <p>Ein übergeordnetes Elektromobilitätskonzept zeigt die Potenziale der Ladeinfrastruktur in einzelnen Gebieten auf und legt konkrete, quartiersbezogene Standorte für diese dar. Anhand der hier ermittelten Bedarfe sollen insbesondere Bereiche und geeignete Standorte mit Ladeinfrastruktureinrichtungen ausgestattet werden, die bisher noch als unterversorgt gelten. Zudem gilt es, ein einheitliches technisches System der Ladeinfrastruktur in Lüneburg zu etablieren, um dadurch eine hohe Bediener*innen- und Kund*innenfreundlichkeit zu erreichen.</p> <p>Basierend auf den Ergebnissen und Empfehlungen des Konzepts wurden nach einer Standortbegehung und Einschätzung der Realisierbarkeit, Maßnahmen-vorschläge für die Ladesäuleninfrastruktur erarbeitet.</p>
Stadt wirbt für Ausbau von Schnellladesäulen und Oberleitungen an den Autobahnen (z.B. über nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur)	<p>eWayBW als Pilotprojekt zur Erforschung von elektrisch betriebenen Oberleitungs-Hybrid-Lkw (vm.baden-wuerttemberg.de, 2021) (ewaybw.de, 2022)</p> <p>Auf der öffentlichen Teststrecke zwischen Kuppenheim und Gernsbach-Obertsrot (B 462) sind zwei Abschnitte mit Oberleitungen elektrifiziert worden. In einer dreijährigen Pilotphase wird der Betrieb von Hybrid-</p>

	<p>Oberleitungs-Lkw unter wissenschaftlicher Begleitung untersucht.</p> <p>Zudem werden auch ein reiner Elektro-Lkw und ein Wasserstoff-/ Brennstoffzellen-Lkw getestet. Außerdem werden temporär synthetische Kraftstoffe im Oberleitungs-Hybrid-Lkw verwendet. Dieser Test macht einen Vergleich der verschiedenen alternativen Antriebsformen für Lastwagen unter realen Bedingungen möglich.</p> <p>Die Kosten für das Projekt belaufen sich auf insgesamt rund 28 Mio. Euro.</p>
<p>Vorbild Stadtverwaltung Plan für vollständige Umstellung der PKW bis 2030 / aller Fahrzeuge bis 2035</p>	<p>Stadt Lüneburg (www.hansestadt-lueneburg.de, 2022)</p> <p>Die Stadt Lüneburg setzt für ihre kommunale Flotte auf E-Fahrzeuge. Um die Möglichkeiten für den Ausbau innerhalb der Verwaltung zu erforschen, wurde ein Elektromobilitätskonzept und ein Gutachten erstellt (s.o.), bei welchem Fahrtenbücher bezüglich der Streckenlängen und -ziele ausgewertet wurden. Das Ergebnis brachte hervor, dass etwa 90 % aller Fahrten mit Elektroautos zurückgelegt werden können.</p> <p>Seitdem rüstet die Stadt kontinuierlich auf E-Fahrzeuge um und geht hierbei auch neue Wege. Ein auf Elektro-Motor umgerüsteter LKW (MAN Seitenkipper mit Ladekran) bei der Abwasser, Grün & Lüneburger Service GmbH (AGL) ergänzt die immer größer werdende E-Fahrzeugflotte. Der alte LKW aus dem Jahr 2011 hatte bereits eine Laufleistung von 86.000km, bevor er nun auf Elektro umgerüstet wurde.</p> <p>Der Strom für die Elektro-Fahrzeugflotte der AGL wird vollständig aus dem betriebseigenen Blockheizkraftwerk gewonnen. Betrieben wird das Kraftwerk mit dem bei der Abwasserreinigung anfallenden Klärgas. Von rund hundert Kraftfahrzeugen und Großgeräten sind inzwischen 20 % emissionsfrei in Lüneburg unterwegs.</p>
<p>E-Club 2035 Weitere Unternehmen, Gesellschaften, Vereine verpflichten sich bis 2035 ihren Fuhrpark vollständig auf alternative Antriebe umzustellen</p>	<p>Allianz der Willigen</p> <p>Derzeit existiert noch kein E-Club 2035, die Stadt Mülheim an der Ruhr könnte hier somit absoluter Vorreiter sein. Nach dem Vorbild des aktuell diskutierten Formats einer Allianz der Willigen oder auch Klimaclub der Willigen – als Antwort auf unzufriedenstellende Ergebnisse der Weltklimakonferenz – könnten sich auch in Mülheim an der Ruhr Willige aus unterschiedlichen Bereichen zusammenschließen und eine Selbstverpflichtung eingehen, bis zum Jahr 2035 ihren Fuhrpark auf</p>

	<p>alternative Antriebe umzustellen. Als Vorbild könnten hier bereits existierende „Klimapakte“ dienen, bei denen sich Akteur*innen zu unterschiedlichen Themen vernetzen und (gemeinsam) Projekte für den Klimaschutz umsetzen (beispielsweise KlimaPakt Lippe oder auch Klimapakt Kreis Coesfeld).</p>
--	--

Maßnahmen alternative Kraftstoffe

Ein Großteil der Fahrzeuge wird auf einen batterieelektrischen Antrieb umgestellt. Jedoch können nicht alle Fahrzeuge auf einen Batterieantrieb umgestellt werden. Aktuell wird das Angebot an batterieelektrischen Fahrzeugen ausgebaut. Jedoch gibt es nicht für jede Fahrzeugart eine elektrische Alternative, insbesondere im Nutzfahrzeugbereich befindet sich die E-Mobilität noch im Ausbau. In einigen Anwendungsbereichen ist der batterieelektrische Antrieb zudem nur bedingt geeignet (Schwerlastverkehr, internationaler Transport, Sonderfahrzeuge).

Alternative Kraftstoff sind bereits heute verfügbar. Biogas in Form von CNG oder LNG kann vom PKW bis hin zum schweren LKW eingesetzt werden. Flüssige Biokraftstoffe werden dem Diesel und Benzin beigemischt. Zudem gibt es Fahrzeuge, welche für die Nutzung von 100%-igem Biokraftstoff zugelassen sind.

Die Wasserstoffmobilität befindet sich derzeit im Aufbau und noch sind wenige Wasserstoff-Fahrzeuge verfügbar. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) fördert den Ausbau der Wasserstoffmobilität. Über verschiedene Institutionen und Förderprogramme werden Wasserstofftankstellen, die Wasserstoffherzeugung und die Fahrzeuganschaffung gefördert. Wasserstofftankstellen sollen insbesondere an Verkehrsachsen in Ballungsgebieten entstehen. Mülheim als Ballungsgebiet umringt von Autobahnen bieten sich als Standort für neue öffentliche Wasserstofftankstellen an. Die Stadt Mülheim sollte hierfür werben und die Fördergeber*innen direkt ansprechen und so die zukünftige Wasserstoffinfrastruktur sicherstellen.

Der größte Bedarf an alternativen Kraftstoffen besteht bei den Nutzfahrzeugen. Welcher alternative Kraftstoff am besten geeignet ist, hängt von der Art Anwendung und dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Anschaffung ab. Unternehmen können am besten bewerten, welcher alternative Kraftstoffe sich optimal eignet. Voraussetzung hierfür ist, dass die Unternehmen sich mit dem Thema auseinandersetzen und dass die notwendige Infrastruktur verfügbar ist. Die Bildung eines Unternehmerkreises für den Einsatz alternativer Kraftstoffe kann dies unterstützen. Die Stadt kann solche Termine organisieren und die Informationsgrundlage schaffen und aus den Terminen heraus die notwendigen Aufgabenstellungen für die Stadt mitnehmen.

Für ein klimaneutrales Szenario dürfen an den Tankstellen langfristig nur noch CO₂-freie Kraftstoffe angeboten werden. Dies stellt wirtschaftlich und rechtlich eine große Herausforderung dar und auch technische Fragen müssen geklärt werden. Als Teil des Ziels Klimaneutralität 2035 sollten diese Fragestellungen mit einbezogen werden.

Maßnahmen alternative Kraftstoffe	
Maßnahme	Best-Practice-Beispiele aus anderen Kommunen
<p>Stadt wirbt für Ausbau von Wasserstofftankstellen an Autobahnen und Verkehrsknotenpunkten in Mülheim</p> <p>(BMDV, Now GmbH, H2 Mobility ...)</p>	<p>Emscher-Lippe Region: Wasserstoffmobilitätsregion (www.kreis-re.de, 2021)</p> <p>In der Region befinden sich neben der schon in Betrieb befindlichen H2 MOBILITY Tankstelle in Herten sechs weitere Wasserstofftankstellen in der Planung, darunter vier öffentliche und zwei Betriebshoftankstellen für ÖPNV-Busse. Des Weiteren ist die in Bau befindliche Hochleistungs-Tankstelle der AGR Gruppe in Herten hervorzuheben, die zum Ende des Jahres 2022 in Betrieb gehen soll und bis zu 1.800 kg Wasserstoff pro Tag bereitstellen kann. Als weiteres innovatives Projekt lässt sich die Idee einer intermodalen Tankstelle im Stadthafen Gelsenkirchen anführen. Hier soll die gleichzeitige Betankung von Straßenfahrzeugen, Zügen und Schiffen ermöglicht werden.</p>
<p>Entwicklung eines Umstellungspfades für die Nutzfahrzeuge/Busse</p> <p>Unternehmerkreis entwickelt Konzept</p> <p>Ausbau Bio-LNG, Wasserstoff, synthetische Kraftstoffe neben Elektromobilität</p> <p>Welche Kraftstoffe müssen wann/ in welchem Umfang zur Verfügung gestellt werden?</p>	<p>Emscher-Lippe Region: Wasserstoffmobilitätsregion (www.kreis-re.de, 2021)</p> <p>Erarbeitung eines Umsetzungskonzepts für eine Wasserstoffmobilitätsregion durch HyExperts (strukturierter Austausch aller Akteur*innen in der Region, die Projekte im Bereich Wasserstoff-mobilität planen). Das Umsetzungskonzept bietet konkrete Empfehlungen und Handlungsansätze. Beispiele sind ein bereits gestarteter H₂-Anwender*innenkreis und eine intelligente H₂-Marktplattform.</p> <p>Ab dem Jahr 2023 werden fünf Wasserstoffbusse der Vestische Straßenbahnen GmbH zum Einsatz kommen.</p> <p>Weil in unmittelbarer Nähe zum Betriebshof in Herten eine Wasserstoff-Pipeline verläuft, wird das Unternehmen dort eine eigene Tankanlage errichten, ohne das Gas lagern zu müssen. Dies erfordert außerdem, die Infrastruktur der Werkstatt anzupassen. Am Betriebshof in der Innovation City Bottrop wird ebenfalls eine Wasserstoff-Tankstelle entstehen, diese wird mittels LKW-Trailern beliefert. (www.vestische.de, 2020) (dorsten-online.de, 2022)</p>
<p>Tankstellen Mülheim 2035 ohne fossile Kraftstoffe</p> <p>Welche Möglichkeiten hat Mülheim die Tankstellen zu verpflichten keine fossilen</p>	<p>German Zero: 1,5 Grad-Gesetzespaket (germanzero.de, 2022)</p> <p>Die Forderung von German Zero ist, dass insbesondere im Verkehrssektor ein schneller Wandel beginnt, da dieser in Deutschland beim Klimaschutz das Schlusslicht bildet. Seit den letzten 30 Jahren stagnieren die CO₂-</p>

<p>Kraftstoffe ab dem 1.1.2036 mehr einzusetzen?</p> <p>Rücksprache mit GermanZero</p>	<p>Emissionen in dem Sektor Verkehr. Ein Grund hierfür ist die Dominanz fossiler Kraftstoffe.</p> <p>Neben weiteren Forderungen ist eine wesentliche Forderung, ab 2035 keine fossilen Kraftstoffe mehr anzubieten, sondern bis dahin eine (nahezu) 100%-Quote für Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien zu erreichen.</p>
--	--

9.2 WÄRME

Im Rahmen eines Workshops mit Vertreter*innen der Stadt Mülheim an der Ruhr sowie relevanten Stakeholder*innen wurden verschiedene Maßnahmen diskutiert. Für die Maßnahmen mit der größten Relevanz wurde für die folgenden Steckbriefe erstellt.

Tabelle 3: Ausweisung Vorranggebiete für Nah- und Fernwärme

Ausweisung Vorranggebiete für Nah- und Fernwärme	
Zielsetzung der Maßnahme	Erhöhung der Anschlussgrade innerhalb von Nah- und Fernwärmegebieten, um die Kosten zu senken; Erhöhung der Planungssicherheit für das Versorgungsunternehmen
Beschreibung der Situation im Gebiet	In der Stadt Mülheim an der Ruhr gibt es Gebiete, dessen Bebauungsdichte für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung mit Nah- oder Fernwärme prädestiniert sind und regenerative Energien oder industrielle Abwärme aus der Umgebung nutzen könnten. Um die Umsetzung voranzubringen kann die Stadt Mülheim an der Ruhr Gebiete ausweisen, in denen die Anbindung an eine leitungsgebundene Wärmeversorgung Pflicht wird. Dabei sind einzelne Ausnahmen möglich, zum Beispiel für Gebäude mit einer geringen Anschlussleistung oder wenn die alternative Technik klimaneutral ist
Priorität der Maßnahme / Umsetzungsbeginn	Hoch; ab sofort möglich
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gespräche zwischen Stadt Mülheim an der Ruhr und Netzbetreibern, um die Vor- und Nachteile von Vorranggebieten gegeneinander abzuwägen 2. Grundsätzliche Entscheidung, ob Vorranggebiete ausgewiesen werden sollen 3. Räumliche Abgrenzung der Vorranggebiete 4. Definition der Ausnahmen, für die ein Anschlusszwang nicht gilt
Erfolgsindikatoren	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entscheidung, ob Vorranggebiete ausgewiesen werden sollen, ist gefallen 2. Räumliche Abgrenzung der Vorranggebiete hat stattgefunden 3. Ausnahmen wurden definiert
Mögliche Treibhausgas-minderung	Abhängig von der konkreten Ausgestaltung der Vorranggebiete
Geschätzte Kosten	Gering, da keine Investitionskosten

Verantwortlichkeiten / Beteiligte Institutionen bzw. Fachbereiche	Stadt Mülheim an der Ruhr in Abstimmung mit den Netzbetreibern
---	--

Tabelle 4: Ermittlung der Potenziale zur Nutzung von Freiflächensolarthermie / -PV

Ermittlung der Potenziale zur Nutzung von Freiflächensolarthermie / -PV	
Zielsetzung der Maßnahme	<p>Mit dem Ausbau der Freiflächensolarthermie kann die energiereiche Sonneneinstrahlung für die direkte und erneuerbare Erzeugung von Wärme genutzt werden. In der im Rahmen des laufenden Projektes zu Verfügung gestellten Untersuchung „Potenzialflächenanalyse Freiflächenphotovoltaik“ konnten bereits Potenzialflächen im Stadtgebiet festgestellt und verortet werden. Nun gilt es im Rahmen einer Machbarkeitsstudie die Nutzung von Solarthermie als Wärmequelle zu untersuchen.</p> <p>Neben der Solarthermie ist auch die Freiflächen-PV zu betrachten. So gilt es die Potenzialflächenanalyse entlang zwischenzeitlicher Entwicklungen zu aktualisieren und die tatsächlichen Potenziale zu bestimmen. Zudem sollte ermittelt werden, ob Flächen besser für die Installation von Solarthermie- oder PV-Kollektoren geeignet sind.</p>
Beschreibung der Situation im Gebiet	Das Projektgebiet weist diverse Freiflächen auf, die sich für die Installation von Solarthermie- / bzw. PV-Anlagen eignen. Für eine genauere Betrachtung der Standorte, Ermittlung der flächenspezifischen Potenziale, Berücksichtigung möglicher Wärmesenken sowie den benötigten Trassenwege sollte die Stadt Mülheim an der Ruhr mit einem Ingenieur- und Planungsbüro sowie dem Wärme- und Stromnetzbetreiber zusammenarbeiten
Priorität der Maßnahme / Umsetzungsbeginn	Hohe Priorität aufgrund der großen bislang ungenutzten Potenziale / ab sofort
Handlungsschritte	<p>1. Zusammenbringen der beteiligten Personen und Institutionen</p> <ul style="list-style-type: none"> - -Stadt Mülheim (Flächen) - -Wärmeversorger der Stadt - -Verkehrsamt bzgl. Kreuzung von Verkehrswegen usw. - -Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) <p>2. Ausschreibung einer Potenzialanalyse</p>
Erfolgsindikatoren	Da die Solarthermie und die PV im Vergleich zu anderen Energieträgern bzw. Wärmeerzeugungstechniken mit einem CO2-Faktor von 0 bewertet werden, sind die Potenziale der

	Treibhausgasminde- rung groß. Die konkrete Höhe abhängig von der Dimensionierung der Anlagen und der verdrängten Energieträger.
Mögliche Treibhausgas- minderung	Abhängig von der konkreten Ausgestaltung der Vorranggebiete
Geschätzte Kosten	Gering, da zunächst nur die Potenziale konkretisiert werden
Verantwortlichkeiten / Beteiligte Institutionen bzw. Fachbereiche	Stadt Mülheim (Solarthermieflächen und Verkehrsamt), Ingenieur- und Planungsbüro, LANUV, medl GmbH

Tabelle 5: Ausweisung von Verbrennungsverboten in B-Plänen in Neubaugebieten

Ausweisung von Verbrennungsverboten in B-Plänen in Neubaugebieten	
Zielsetzung der Maßnahme	Ausweisung von Verbrennungsverboten in den Bebauungsplänen in Neubaugebieten, um zu verhindern, dass neue Heizungen installiert werden, die klimaschädlich sind. Insbesondere Neubauten sind durch den hohen Wärmedämmstandard dafür prädestiniert über Wärmepumpen oder Nahwärme versorgt zu werden und so Lock-in-Effekte zu verhindern.
Beschreibung der Situation im Gebiet	Aufgrund der folgenden neuen regulatorischen Veränderungen: 1) der 65%-EE-Anforderung der Bundesregierung (ab 2024 keine neuen Gasheizungsanlagen mehr erlaubt) 2) Verbot für neue Ölheizungen ab 2026 kann die Stadt Mülheim an der Ruhr gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 23b & Abs. 6 BauGB die folgenden Verbrennungsverbote in den Bebauungsplänen für Neubaugebiete aufstellen: Einsatzverbot für Kohle, Heizöl, Erdgas sowie Biomasse
Priorität der Maßnahme / Umsetzungsbeginn	Hoch / ab sofort möglich
Handlungsschritte	1. In der Entwicklung von Bebauungsplänen beteiligte Akteur*innen der Stadt zusammenbringen. 2. Die Immobilienbaugesellschaften sowie Ingenieurbüros im Bereich Neubaugebiete informieren
Erfolgsindikatoren	Keine Installation neuer, klimaschädlicher Heizungen in Neubauten
Mögliche Treibhausgas- minderung	Mit einem Einsatzverbot für die oben genannten Brennstoffe und einer damit verbundenen Wärmebereitstellung aus EE-Quellen können große Mengen an CO ₂ (abhängig von der Größe des Neubaugebietes) eingespart werden

Geschätzte Kosten	Gering, da nur Personalkosten
Verantwortlichkeiten / Beteiligte Institutionen bzw. Fachbereiche	Stadt, Gemeinden und Kommunen, Immobilienbaugesellschaften, Ingenieurbüros

Tabelle 6: Übergeordnete regionale Wärmeplanung

Übergeordnete regionale Wärmeplanung	
Zielsetzung der Maßnahme	Einige übergeordnete Potenziale lassen sich nicht allein durch eine kommunale Wärmeplanung der Stadt Mülheim an der Ruhr heben. Daher sollte die Vernetzung mit den angrenzenden Städten gesucht werden und in Abhängigkeit der Gespräche ggfs. eine übergeordnete regionale Wärmeplanung angestrebt werden.
Priorität der Maßnahme / Umsetzungsbeginn	mittel / ab sofort möglich
Handlungsschritte	<p>1. Kontaktaufnahme zu den direkt angrenzenden Städten Duisburg, Essen und Oberhausen, um den aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung in Erfahrung zu bringen; ggfs. kann eine Kontaktaufnahme mit dem LANUV bzw. energy4climate hilfreich sein, da beide Institutionen die kommunale Wärmeplanung in NRW begleiten.</p> <p>2. Das weitere Vorgehen ist abhängig vom Ausgang der Gespräche mit den angrenzenden Kommunen.</p>
Erfolgsindikatoren	Gespräche mit Vertreter*innen der angrenzenden Städte geführt
Mögliche Treibhausgas-minderung	Abhängig vom weiteren Vorgehen
Geschätzte Kosten	Gering, da zunächst nur Kontaktaufnahme
Verantwortlichkeiten / Beteiligte Institutionen bzw. Fachbereiche	Umweltämter der Städte Duisburg/Essen/Oberhausen, LANUV, Fachbereich 38, energy4climate

Tabelle 7: Qualifizierung

Qualifizierung	
Zielsetzung der Maßnahme	Für die Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung sind (Um-) Baumaßnahmen sowohl in den Gebäuden als auch bei der Infrastruktur erforderlich. Um diese umfassenden baulichen und technischen Anpassungen durchzuführen, bedarf es qualifizierter Handwerker*innen in ausreichender Zahl. Dementsprechend ist das Ziel, Impulse für einen zielführenden Dialog zwischen den relevanten Institutionen zu setzen. Zentral ist hier die Förderung des Know-How-Transfers zu den Anforderungen der geplanten, erneuerbaren Wärmeversorgung, das Bewerben als „Klimaschutzberufe“ sowie flankierende Maßnahmen, die einem Fachkräftemangel entgegenwirken. Die Einstellung und Fortbildung von ausreichend qualifiziertem Personal liegt bei lokalen/regionalen Handwerksbetrieben, der Stadt sowie bei der medl GmbH. Es gilt zu verhindern, dass der umfassende Umbau zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung durch einen Handwerker*innenmangel gebremst wird.
Beschreibung der Situation im Gebiet	Die aktuelle Wärmeversorgung in Mülheim beruht insbesondere auf objekteneigenen Gas- und Ölheizungen, z.T. bestehen Nahwärmenetze. Das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung ist, dass die zukünftige Wärmebereitstellung insbesondere über Wärmepumpen und die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen durch Wärmenetze erfolgen wird. Auf Bundesebene bestehen Gesetzestexte und Förderungen, die auf einen weiteren Ausbau der Wärmepumpen und Wärmenetze abzielen. Dementsprechend müssen Handwerker*innen für den (Ein-)Bau, Betrieb sowie Wartung von Wärmepumpen, Hybridlösungen und Wärmenetze geschult werden.
Priorität der Maßnahme / Umsetzungsbeginn	Hohe Priorität, da Fachkräfte erst nach der Ausbildungs-/Schulungszeit zur Verfügung stehen / ab sofort möglich
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zusammenbringen der relevanten Akteur*innen der Stadt, medl und Handwerkerkammer 2. Identifikation der größten Bedarfe 3. Erstellung eines Ausbildungs- und Schulungskonzeptes, welches die ermittelten Bedarfe adressiert
Erfolgsindikatoren	<p>Ausbildungs- und Schulungskonzept erstellt</p> <p>Ausbildung und Schulungen begonnen</p>
Geschätzte Kosten	Verteilen sich auf jeweilige Institutionen, sollte als Investition gesehen werden, da lokale/regionale Wertschöpfung
Nächste Schritte	Kontaktaufnahme zu beteiligten Institutionen, Personen und Fachbereichen. Aufstellen eines Teams und Organisieren eines

	Treffens um mögliche Schulungen, Förderungen und weitere Möglichkeiten der Fachkräftequalifizierung zu besprechen und umzusetzen. Anschließend Umsetzung der besprochenen Schulungs- und Qualifizierungsmaßnahme, sodass qualifizierte Personen zur Verfügung stehen
Verantwortlichkeiten / Beteiligte Institutionen bzw. Fachbereiche	Kreishandwerkerschaft Mülheim an der Ruhr – Innung für Sanitär- und Heizungstechnik Mülheim an der Ruhr

Tabelle 8: Kommunikationskonzept

Kommunikationskonzept	
Zielsetzung der Maßnahme	Die Veränderungen im Wärmesektor werden tiefgreifend sein und nahezu alle Bürger*innen sowie den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen betreffen. Zur Erreichung der größtmöglichen Akzeptanz ist die Kommunikation, angepasst an die Maßnahmen und die Zielgruppen erforderlich.
Beschreibung der Situation im Gebiet	Die Stadt Mülheim an der Ruhr hat bereits die Erstellung eines Kommunikationskonzeptes beauftragt
Priorität der Maßnahme / Umsetzungsbeginn	Sehr hoch; wird bereits umgesetzt

9.3 Strom

Der schnelle Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung in Mülheim ist kurzfristig der größte Beitrag zur CO₂-Reduktion. Hierfür sollten die bereits angedachten weiteren Windräder umgesetzt und der PV-Ausbau beschleunigt werden. Aufgrund des bevorstehenden großen Wachstums des jährlichen Ausbaus sollten hierfür zusätzliche Stellen geschaffen werden. Eine zentrale Anlaufstelle kann die Themen koordinieren und erster Ansprechpartner für Genehmigungsfragen sein. Für die Umsetzung von Wind- und PV-Freiflächenanlagen wird aber auch der Bereich Genehmigung zusätzliche Unterstützung benötigen.

PV-Freiflächen gewinnen zunehmend an Bedeutung. PV-Freiflächen sind zum günstigsten Stromerzeuger in Deutschland geworden und das EEG 2023 hat die Flächenkulisse deutlich erweitert. Dies wird zu häufigeren Anfragen für die Umsetzung verschiedener Flächen führen. Um diese Vielzahl der Anfragen gerecht zu werden, sollte eine Strategie für den PV-Freiflächenausbau entwickelt werden. Welche Anforderungen werden an die PV-Anlagen gestellt (Modul-Abstände, Ausgleichsflächen usw.), lassen sich für die Umgenehmigung Flächen zusammenfassen, wo liegen die geeigneten Stromtrassen, wie kann der Netzausbau mit dem PV-Freiflächenausbau koordiniert werden?

Auch beim Ausbau der Erneuerbaren Energien hat die Stadt eine Vorbildfunktion. Ähnlich zum Verkehr sollten das PV-Potenzial auf den städtischen Gebäuden bis Ende 2030 weitestgehend vollständig ausgeschöpft werden. Das EEG 2023 bietet hierfür nun einen geeigneten Rahmen. PV-Dachanlagen können nun auch ohne Eigenstromnutzung kostendeckend umgesetzt werden und somit die Dächer voll belegt werden und es können Volleinspeiseranlagen neben Eigenstromanlagen auf einem Dach installiert werden. Zur weiteren Beschleunigung der PV-Ausbau auf den Dächern sollten PV-Dächer als Standard für Neubauten und bei Dachsanierungen eingeführt werden.

Langfristig wird der Wasserstoffimport als erneuerbare Energiequelle eine wichtige Bedeutung erhalten. Hierfür ist der Anschluss an das entstehende Wasserstoffnetz entscheidend. Die Stadt muss sich einen Zugang zur Pipeline sichern. In Abstimmung mit der Industrie und Energieversorger/Wärmenetzbetreiber kann der Bedarf und der Zeitrahmen abgestimmt werden.

Maßnahmen Strom	
Maßnahme	Best-Practice-Beispiele aus anderen Kommunen
<p>Umsetzung der geplanten Windanlagen</p> <p>Zusammenarbeit mit Regionalverband Ruhr – Nutzung Regenerativer Energien auf Haldenstandorten</p>	<p>Windpark Saerbeck: Bürgerbeteiligungsmodelle (www.klimakommune-saerbeck.de, 2018)</p> <p>In Saerbeck wurden zwei Windparks im Jahr 2013 bzw. 2018 errichtet. Die Gemeinde hat den Ausbau der erneuerbaren Energien auf dem Gemeindegebiet konsequent in Form von Bürger*inbeteiligungsmodellen realisiert. Die Investor*innen waren mit wenigen Ausnahmen Bürger*innen und Unternehmen aus der Gemeinde Saerbeck. Eine Anlage hat die Gemeinde finanziert. Sie ist somit am Ausbau der Erneuerbaren Energien direkt beteiligt. So konnte ein Höchstmaß an regionaler Wertschöpfung und Beteiligung erreicht werden.</p> <p>Es sind in den Jahren 2010 bis 2014 sowohl PV- als auch Windenergieprojekte mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von 70 Mio. € realisiert worden.</p>
<p>Strategie PV-Freiflächenausbau</p> <p>Umgenehmigung geeigneter Flächen voranbringen (B-Plan)</p> <p>Netzausbau koordinieren</p>	<p>Solarpark Donaueschingen-Aasen: vertikales Anlagenkonzept (www.photovoltaik-bw.de, 2020)</p> <p>Entlang der Bundesstraße B27 in Donaueschingen-Aasen ging im Juni 2020 die erste Anlage mit (bifacialen) PV-Modulen in Betrieb. Die senkrecht installierten Module können das Licht von beiden Seiten nutzen, so lässt sich durch ihre Ost-West-Ausrichtung insbesondere in den Morgen- und Abendstunden Strom erzeugen und wird dann ins Netz eingespeist, wenn herkömmliche, nach Süden ausgerichtete Anlagen, kaum welchen produzieren. Zwischen den Modulen können landwirtschaftliche Geräte weiter passieren.</p> <p>Mit der PV-Freiflächenanlage lassen sich 1.400 Haushalte mit einer Leistung von 4,1 MW_p und einem jährlichen Energieertrag von rund 4.850 MWh versorgen.</p>
<p>Zentrale Anlaufstelle und Koordinierung für der Genehmigungsfragen Erneuerbaren Energien</p> <p>Zusätzliche Stelle(n) in der Verwaltung oder anderweitige Unterstützung</p>	<p>Land Sachsen: Dialog- und Servicestelle für erneuerbare Energien (www.saena.de, 2021)</p> <p>Ziel der im Jahr 2021 ins Leben gerufenen neuen Dialog- und Servicestelle für erneuerbare Energien (DSS) bei der SAENA ist, dass die Akzeptanz bei Erneuerbaren-Energien-Projekten steigt, Bürger*innen, Kommunen und Unternehmen Informationen erhalten und bei Konflikten Unterstützung finden.</p>

	<p>Die Servicestelle soll dabei aktiv auf Zielgruppen zugehen, Dialogangebote herstellen und zugleich auf entsprechende Anfragen von Ratsuchenden reagieren. Es gilt, eine Akzeptanzsteigerung, Konfliktminimierung und Konfliktbewältigung beim Ausbau der erneuerbaren Energien zu schaffen (die Servicestelle kann hierbei auf einen Pool an Mediator*innen zugreifen) und den steigenden spezifischen Beratungs- und Informationsbedarf bestimmter Zielgruppen abzudecken.</p>
<p>Vorbild Stadtverwaltung: Vollständiger Ausnutzung des PV-Potenzials auf den Dächern der städtischen Gebäude bis 2030</p> <p>Das EEG 2023 ermöglicht die Vollbelegung von Dächern auch ohne oder geringer Stromeigennutzung (</p> <p>Berücksichtigung als Standard beim Neubau und Sanierung</p>	<p>Mörfelden-Walldorf (www.bermeg.de, 2022)</p> <p>Hier betreibt die BürgerEnergie RheinMain eG (BERMeG) auf acht kommunalen Liegenschaften PV-Dachanlagen mit einer Leistung von insgesamt 228 kWp. Die Genossenschaft wurde 2012 auf Initiative der Stadt gegründet. In Kooperation mit der Bürgerwerke eG (einem Zusammenschluss von Energiegenossenschaften in Deutschland) liefert die BERMeG den Solarstrom für die jeweilige kommunale Liegenschaft, nicht genutzter Strom wird ins Netz eingespeist.</p>
<p>Strategieentwicklung Wasserstoff</p> <p>Anschluss an geplanter H2-Pipeline sichern</p> <p>Abstimmung mit Industrie und Energieversorger</p>	<p>Stadtwerke Ahaus: Wasserstoff Entwicklungs GmbH & Co. KG (www.stadtwerke-ahaus.de, 2022)</p> <p>In Heek soll der erste Netzverknüpfungspunkt für eine leitungsgebundene Versorgung mit Wasserstoff für das ansässigen Gewerbegebiet geschaffen werden.</p> <p>Um dies zu ermöglichen und das Thema Wasserstoff in der Region Westmünsterland voranzutreiben, hat sich die Energiegenossenschaft Ahaus-Heek-Legden eG im Jahr 2021 dazu entschlossen, eine Wasserstoffentwicklungsgesellschaft zu gründen. Initiiert wurde das Projekt von dem lokalen Energieversorger Stadtwerke Ahaus GmbH und der Gemeinde Heek.</p> <p>Aktuell möchte sich die Wasserstoffentwicklungsgesellschaft in Kooperation mit anliegenden Netzbetreibern, Energieversorgern und Kommunen sinnvolle Netzverknüpfungspunkte an der GET H2 Pipeline sichern.</p> <p>Im weiteren Schritt ist ein Transportnetz ausgehend von den Verknüpfungspunkten zu den einzelnen Kommunen und deren Industrie-/Gewerbegebieten denkbar. So soll später eine leitungsgebundene Versorgung der Region Westmünsterland mit Wasserstoff ermöglicht werden.</p>

10 FAZIT UND AUSBLICK

Die Sektoren Verkehr, Wärme und Verkehr stehen vor einer grundlegenden Änderung. Bereits heute ist bei dem Absatz von Wärmepumpen und Elektroautos eine exponentielle Entwicklung zu erkennen. Und das EEG 2023 definiert einen Rahmen das vorhandenen Photovoltaik-Potenzial in der Stadt Mülheim massiv auszubauen. Die fossilen Energieträger stellen heute den Großteil der Energie. Benzin, Diesel, Erdöl und Erdgas werden jedoch schnell Marktanteile verlieren und von Wärmepumpen und der Elektromobilität zunehmen verdrängt.

Aufgrund der politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen und der bisherigen Entwicklungen haben die grundsätzlichen Veränderungen eine gewisse Robustheit. Dennoch sind die Ergebnisse abhängig von der genauen Umsetzung der politischen beschlossenen Maßnahmen und von den Energiepreisen. Diese Studie wurde während einer Energiekrise mit sehr hohen Energiepreisen erstellt. Für die Szenarien wurde angenommen, dass die Energiepreise sich in wenigen Jahren wieder normalisieren, jedoch auf einem hohen Niveau. Die Annahmen eines stetig steigenden CO₂-Preises verstetigen auch die Preise der Energieträger. Eine längerfristige Knappheit von Erdgas könnte die Umstellung auf Wärmepumpen beschleunigen.

Das Ziel der Klimaneutralität bis Ende 2035 erfordert ein noch höheres Ambitionsniveau und bedeutet eine Reduktion des PKW-Verkehrs und Vorrang für alternative Verkehrsformen. Als Ergebnis der Wärmesimulation erfordert das Ziel 2035 einen starken Ausbau von Wärmenetzen, insbesondere auf Basis von Wärmepumpen. Dennoch wird 2035 ein großer Teil der Nahwärme noch in BHKW und Spitzenlastgaskessel erzeugt. Dies stellt eine große Herausforderung für die Erreichung der Klimaneutralität dar, da diese Gasmengen entweder über Biomethan oder Wasserstoff bereitgestellt werden müssen. Die Bereitstellung dieser Mengen bis Ende 2035 ist ungewiss. Für die Erreichung des Klimaziels 2035 sollte somit so weit wie möglich auf Kombinationen aus BHKW und Spitzenlastkessel oder Wärmepumpe und Gaskessel verzichtet werden und Lösungen ohne Gaseinsatz präferiert werden.

Aufgrund der ungewissen Verfügbarkeit von ausreichend Bioenergie und Wasserstoff bis 2035 ist mit verbleibenden Restemissionen zu rechnen, welche kompensiert werden müssen. Die Flächen in Mülheim reichen hierfür nicht aus, sodass Kompensationsprojekte außerhalb von Mülheim erforderlich sind.

Die beschriebenen Maßnahmen werden in der an dieser Studie anschließenden Fertigstellung des Aktionsplanes für Nachhaltige Energie und Klima (SECAP) weiter ausgearbeitet und in eine Kommunikationsstrategie übertragen.

11 LITERATURVERZEICHNIS

Agora Energiewende, Prognos, Consentec. (2022). *Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035.*

amsterdamsmartcity.com. (2022). Von <https://amsterdamsmartcity.com/> abgerufen

Ansari, E., Janßen, K., Krien, U., Kuhlmann, H., Oude-Aost, H., & Vorspel, L. (2022). *kommunale Wärmeplanung für die Stadt Mülheim an der Ruhr. Abschlussbericht.* Fraunhofer IFAM.

dorsten-online.de. (2022). Von <https://dorsten-online.de/wasserstoffbusse-rollen-bald-los/> abgerufen

ewaybw.de. (2022). Von <https://ewaybw.de/> abgerufen

Fraunhofer ISE, Anhang. (2020). *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem - Anhang zur Studie.* Von <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html> abgerufen

GermanZero e.V. (2020). *Der 1,5-Grad-Klimaplan für Deutschland.* Hamburg.

germanzero.de. (2022). Von <https://energysufficiency.de/wp-content/uploads/2022/04/GermanZero-2021-Massnahmen-fu%CC%88r-ein-15-Grad-Gesetzpaket.pdf> abgerufen

Handbuch Klimaschutz. (2020). *Handbuch Klimaschutz - Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann: Basiswissen, Fakten, Maßnahmen.* München: Mehr Demokratie e.V. (Hrsg.), BürgerBegehren Klimaschutz (Hrsg.) oekom-Verlag, München.

ifeu. (2015). *Kurzinformation Potenziale / Szenarien für MPK-Kommunen (Emissionsfaktoren und Verkehr).* Heidelberg.

ifeu. (2016:3). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland.* Heidelberg: ifeu.

map.now-gmbh.de. (2019). Von https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK233_L%C3%BCneburg_final_%C3%B6ffentlich.pdf abgerufen

Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur. (2020). *Ladeinfrastruktur nach 2025/2030.* Berlin.

Öko-Institut, Fraunhofer ISI. (2015). *Klimaschutzszenario 2050, 2. Endbericht.* Berlin.

Peters, M., Steidle, T., Heibisch, H., Skok, J., Graef, D., & Andres, F. (2022). *Kommunale Wärmeplanung. Einführung in den Technikkatalog.*

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. (2021). *Ariadne-Kurzdossier: Wie die Politik Wasserstoffpfade hin zur Klimaneutralität 2045 finden kann.* Potsdam.

- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann.*
- [vm.baden-wuerttemberg.de](https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/elektromobilitaet/ewaybw/). (2021). Von <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/elektromobilitaet/ewaybw/> abgerufen
- Wuppertal Institut. (2020). *CO2-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze.* Wuppertal.
- [www.bermeg.de](http://www.bermeg.de/anlagen/). (2022). Von www.bermeg.de/anlagen/ abgerufen
- [www.citylogistics.info](http://www.citylogistics.info/wp-content/uploads/2019/05/RD63-Handout-Lyon-EVS32_A4-3.pdf). (2019). Von www.citylogistics.info/wp-content/uploads/2019/05/RD63-Handout-Lyon-EVS32_A4-3.pdf abgerufen
- [www.citylogistics.info](http://www.citylogistics.info/wp-content/uploads/2019/05/RD63-Handout-Lyon-EVS32_A4-3.pdf). (2019). Von http://www.citylogistics.info/wp-content/uploads/2019/05/RD63-Handout-Lyon-EVS32_A4-3.pdf abgerufen
- [www.electrive.net](http://www.electrive.net/2021/04/01/ein-und-derselbe-e-auto-fuhrpark-fuer-stadtmitarbeiter-und-buerger/). (2021). Von www.electrive.net/2021/04/01/ein-und-derselbe-e-auto-fuhrpark-fuer-stadtmitarbeiter-und-buerger/ abgerufen
- [www.get-h2.de](http://www.get-h2.de/#netz). (20. 9 2022). Von www.get-h2.de/#netz abgerufen
- [www.hansestadt-lueneburg.de](http://www.hansestadt-lueneburg.de/rathaus/aktuelles/pressemitteilungen/der-erste-seiner-art-agl-baut-elektroflotte-mit-bundesweit-neuem-e-lkw-aus.html). (2022). Von www.hansestadt-lueneburg.de/rathaus/aktuelles/pressemitteilungen/der-erste-seiner-art-agl-baut-elektroflotte-mit-bundesweit-neuem-e-lkw-aus.html abgerufen
- [www.kehl.de](http://www.kehl.de/site/Kehl/get/params_E-1015476166_Dattachment/1132198/Mobilitaetskonzept.pdf). (2022). Von www.kehl.de/site/Kehl/get/params_E-1015476166_Dattachment/1132198/Mobilitaetskonzept.pdf abgerufen
- [www.kehl.de/](https://www.kehl.de/deutscher+mobilitaetspreis). (2022). Von <https://www.kehl.de/deutscher+mobilitaetspreis> abgerufen
- [www.klimakommune-saerbeck.de](https://www.klimakommune-saerbeck.de/Bioenergiepark/Erneuerbare-Energien/Windkraft.htm). (2018). Von <https://www.klimakommune-saerbeck.de/Bioenergiepark/Erneuerbare-Energien/Windkraft.htm> abgerufen
- [www.kreis-re.de](http://www.kreis-re.de/data.aspx/static/1082444.html). (2021). Von www.kreis-re.de/data.aspx/static/1082444.html abgerufen
- [www.kreis-re.de](http://www.kreis-re.de/data.aspx/static/1082444.html). (2021). Von www.kreis-re.de/data.aspx/static/1082444.html abgerufen
- [www.mobilitaetswende-duesseldorf.de](http://www.mobilitaetswende-duesseldorf.de/parkraumbewirtschaftung-in-13-bezirken-zunaechst-in-bilk-und-flingern-cmd-baut-2022-in-ddorf-7-mobilstationen-und-ueber-100-weitere-bis-2030/). (2022). Von www.mobilitaetswende-duesseldorf.de/parkraumbewirtschaftung-in-13-bezirken-zunaechst-in-bilk-und-flingern-cmd-baut-2022-in-ddorf-7-mobilstationen-und-ueber-100-weitere-bis-2030/ abgerufen
- [www.photovoltaik-bw.de](http://www.photovoltaik-bw.de/pv-netzwerk/best-practice/doppelseitige-photovoltaik-module-fuer-freiflaechen/). (2020). Von www.photovoltaik-bw.de/pv-netzwerk/best-practice/doppelseitige-photovoltaik-module-fuer-freiflaechen/ abgerufen
- [www.ruhrbahn.de](http://www.ruhrbahn.de/index.php?id=222). (2022). Von www.ruhrbahn.de/index.php?id=222 abgerufen
- [www.saena.de](http://www.saena.de/neue-dialog-und-servicestelle-fuer-erneuerbare-energien-am-05-10-gestartet-9209.html). (2021). Von www.saena.de/neue-dialog-und-servicestelle-fuer-erneuerbare-energien-am-05-10-gestartet-9209.html abgerufen
- [www.stadtwerke-ahaus.de](http://www.stadtwerke-ahaus.de/2022/05/wasserstoff-fuers-westmuensterland/). (2022). Von www.stadtwerke-ahaus.de/2022/05/wasserstoff-fuers-westmuensterland/ abgerufen
- [www.vestische.de](http://www.vestische.de/vestische-startet-in-die-verkehrswende). (2020). Von www.vestische.de/vestische-startet-in-die-verkehrswende abgerufen

