

**#GEMEINSAM
ZUKUNFT
GESTALTEN**



Klimastrategie
Raum . Mobilität . Klima
für die StädteRegion Aachen

Klimastrategie Raum . Mobilität . Klima für die StädteRegion Aachen

Impressum

Auftraggeber



StädteRegion Aachen

Zollernstr. 10
52070 Aachen
Tel.: 0241 5198-0
E-Mail: info@staedteregion-aachen.de
www.staedteregion-aachen.de

Ansprechpartner

Friederike Finken (Klimaschutzmanagement)
Frederic Wentz (Stabstellenleitung Mobilität und Klimaschutz)

Auftragnehmer



B.A.U.M. Consult GmbH

Alfred-Fischer-Weg 12
59073 Hamm
E-Mail: hamm@baumgroup.de
www.baumgroup.de

Bearbeiter

Johannes Auge
Sandra Giglmaier
Anna Kroschel

In Kooperation mit



KEEA

Klima und Energieeffizienz Agentur GmbH
Heckerstr. 6
34121 Kassel
E-Mail: info@keea.de
www.keea.de

Bearbeiter

Matthias Wangelin
Benjamin Meissner
Thorsten Kroschel
Justus Sager

Gefördert durch

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Kapitel 4 ist mit Unterstützung durch den Erlass zur Kompensation von Schäden in Folge ausgebliebener Investitionen in den Klimaschutz in den Kommunen durch die Corona Pandemie „Billigkeitsrichtlinie für kommunale Klimaschutzinvestitionen NRW“ entstanden.

Oktober 2023

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
Strategien und Leitprojekte	5
Analyse	7
1 EINLEITUNG	9
1.1 Aufgabenstellung.....	9
1.2 Herangehensweise.....	10
2 AUSGANGSSITUATION	12
2.1 Demografie.....	12
2.2 Flächennutzung	13
2.3 Wohngebäude und Wohnfläche	15
2.4 Verkehr und Mobilität	16
2.5 Wirtschaft und Energieversorgung	17
2.6 Klimaschutz	17
3 STRATEGIEN UND LEITPROJEKTE	20
3.1 Handlungsfeld Energieversorgung	21
3.1.1 Strategie.....	21
3.1.2 Leitprojekte.....	23
3.2 Handlungsfeld Gebäudesektor	33
3.2.1 Strategie.....	33
3.2.2 Leitprojekte.....	35
3.3 Handlungsfeld Mobilitätswende.....	43
3.3.1 Strategie.....	44
3.3.2 Leitprojekte.....	46
3.4 Handlungsfeld Organisations- und Kommunikationsstrategie.....	52
3.4.1 Strategie.....	52
3.4.2 Leitprojekte.....	53
3.5 Fahrplan und Priorisierung der Leitprojekte.....	58
4 ENERGIE- UND TREIBHAUSGASBILANZ, POTENZIALE UND SZENARIEN	63
4.1 Kapitelaufbau	63
4.2 Methodik.....	64
4.2.1 Grundlage der Bilanzierung	64

4.2.2	Methodik der Potenzialanalyse	69
4.2.3	Methodik der Szenarien.....	72
4.3	Sektor Strom	73
4.3.1	Stromproduktion	73
4.3.2	Stromnachfrage	79
4.3.3	Strompotenziale.....	79
4.3.4	Zusammenfassung Strom	80
4.4	Sektor Wärme	81
4.4.1	Erneuerbare Wärmeproduktion	81
4.4.2	Wärmenachfrage	85
4.4.3	Wärmepotenziale Produktion und Nachfrage	87
4.5	Sektor Mobilität.....	89
4.5.1	Verkehrsleistung	89
4.5.2	Endenergie.....	91
4.5.3	Treibhausgase.....	92
4.6	Zusammengefasste Ergebnisse (Bilanzen, Potenziale und Szenarien)	92
4.6.1	Energie- und Treibhausgasbilanz 2021	92
4.6.2	Potenziale	95
4.6.3	Szenarien	105
5	FAZIT	110
	VERZEICHNISSE	112
	Tabellenverzeichnis	112
	Abbildungsverzeichnis	112
	Literaturverzeichnis.....	115

Zusammenfassung

Mit der Klimastrategie Raum . Mobilität . Klima möchte die StädteRegion Aachen an ihre bisherigen Klimaschutzbemühungen anschließen und auch zukünftig den immer umfangreicheren und differenzierten Aufgaben eines ambitionierten Klimaschutzes gerecht werden. Ziel ist es, eine ganzheitliche Strategie zu entwickeln, mit der die langfristige Vision der Treibhausgasneutralität skizziert und Handlungsmaximen für Politik und Verwaltung aufgezeigt werden.

Als übergeordnete Verwaltungseinheit des Kommunalverbands liegen die Aufgabenschwerpunkte der StädteRegion Aachen insbesondere in

- der Beratung, Information und Motivation
- der Kommunikation und Vernetzung
- der Vorbildfunktion.

Strategien und Leitprojekte

Um dem ganzheitlichen Ansatz der Klimastrategie sowie den Aufgabenschwerpunkten und Handlungsmöglichkeiten der StädteRegion Aachen gerecht zu werden, wurde der Fokus der Klimastrategie auf die vier Handlungsfelder Energieversorgung, Gebäudesektor, Mobilitätswende, Organisations- und Kommunikationsstrategie gelegt (Abbildung 1)



Abbildung 1: Handlungsfelder der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (B.A.U.M. Consult, 2023)

Jedes Handlungsfeld wird mit einer langfristigen Vision und allgemeinen Handlungsmaximen beschrieben. Zudem bietet ein Set an Erfolgsindikatoren je Handlungsfeld die Möglichkeit der Fortschrittskontrolle. Diese werden in den jeweiligen Teilkapiteln zu den Handlungsfeldern unter „Strategie“ jeweils näher erläutert.

Mit den folgenden 10 Leitprojekten werden die strategischen Schwerpunkte bis zum Jahr 2030 in den vier Handlungsfeldern gelegt:

Tabelle 1: Leitprojekte inkl. Zeitplan der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (grau = Projektvervetigung/Fortschreibung)

NR.	LEITPROJEKTE	LAUFZEIT			ZEITPLAN						
		Beginn	Dauer	Evalua- tion	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr
		Jahr	Jahre	Jahr							
E1	Konzeptionelle Grundlagen zum EE-Ausbau mit begleitenden Dialogprozessen auf kommunaler Ebene	2023	4	2027	☺	☺	☺	☺	☹	☹	☹
E2	Ausbau erneuerbarer Energien	2023	7	2030	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
E3	Gemeinschaftsfahrplan klimaneutrale Energieversorgung in der StädteRegion Aachen	2023	5	2028	☺	☺	☺	☺	☺	☹	☹
G1	Vorbild kommunale Liegenschaften	2024	6	2030		☺	☺	☺	☺	☺	☺
G2	Zukunftsquartiere	2024	2	2026		☺	☺	☹	☹	☹	☹
G3	Stärkung des regionalen Handwerks durch Fachkräfte-Offensive und Regionalisierung von nachhaltigen Wertschöpfungsketten	2024	6	2030		☺	☺	☺	☺	☺	☺
M1	Vermeidung von Verkehr	2024	5	2029		☺	☺	☺	☺	☺	☹
M2	Förderung alternativer Antriebskonzepte	2024	4	2028		☺	☺	☺	☺	☹	☹
OK1	Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit	2024	6	2030		☺	☺	☺	☺	☺	☺
OK2	Einrichten einer Klimaschutzkoordination	2023	2	2025	☺	☺	☹	☹	☹	☹	☹

Analyse

In der StädteRegion Aachen beträgt im Basisjahr die Nachfrage von Endenergie rund 8.500 GWh/a. Dies führt zu rund 2,46 Mio. Tonnen Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen). Die größte Nachfrage entsteht mit rund 3.700 GWh/a durch den Sektor „Wohnen“. Die Unternehmen benötigen rund 2.350 GWh. Die Mobilität verbraucht rund 1.870 GWh/a.

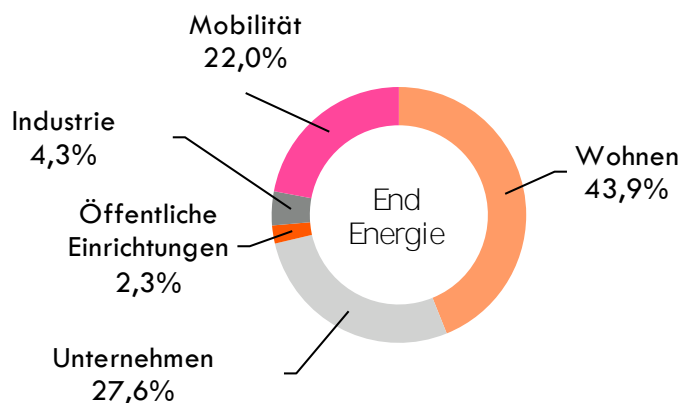


Abbildung 2: Verteilung der Endenergie auf die Verbrauchssektoren

Blick in die Zukunft: Potenziale und Szenarien

Für den Blick in die Zukunft sind zwei Modellrechnungen gestaltet, die das Ziel der CO₂-Neutralität¹ jeweils bis 2030 und 2040 verfolgen. Bei beiden wird von einer deutlichen Reduktion der Endenergienachfrage ausgegangen. Im CO₂-neutralen Szenario 2040 wird eine Reduktion der Endenergienachfrage von 51 % erreicht. Gleichzeitig werden deutlich mehr erneuerbare Energien (EE) in der StädteRegion Aachen eingesetzt. Die Elektrizität hat in beiden Szenarien eine hohe Bedeutung, da über die Elektromobilität die „Raumüberwindungseffizienz“ und über elektrisch betriebene Wärmepumpen für die Gewinnung von Umweltwärme neue Versorgungsstrukturen für die Energiedienstleistungen Wohnen und Mobilität generiert wird. Gleichzeitig steigt der EE-Anteil in der Stromproduktion an, was die THG-Emissionen senkt.

¹ "CO₂-Neutralität" ist in den nachfolgenden Berechnungen wie folgt definiert: Berücksichtigt werden alle sieben relevanten Treibhausgase ("Kyoto-Korb"). Diese werden in CO₂-Äquivalente samt Vorkette umgerechnet. Nichtvermeidbare Treibhausgase und solche, die aus der Vorkette (bspw. Bundesstrommix) resultieren, werden berücksichtigt sind aber von der StädteRegion selbst nicht beeinflussbar.

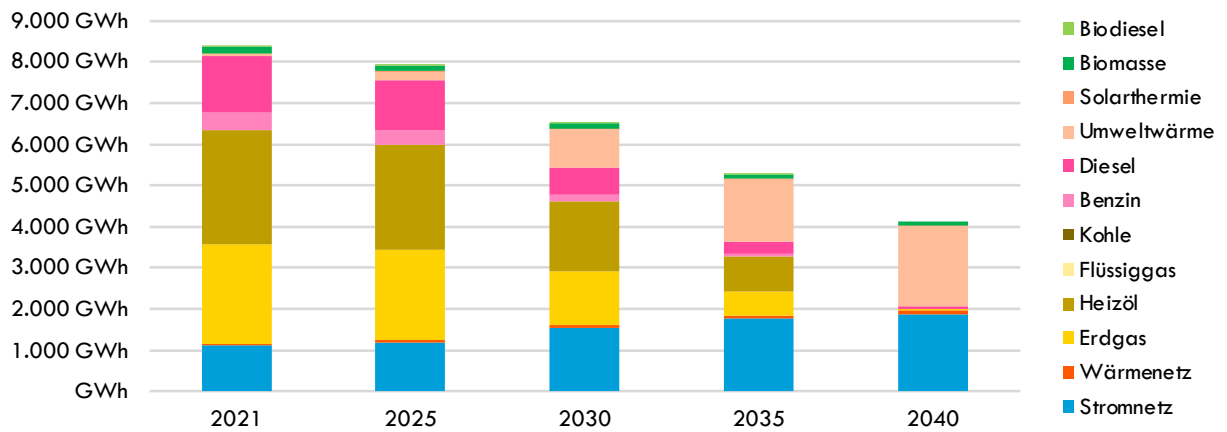


Abbildung 3: Endenergieszenario (GWh/a) bis zum Jahr 2040 für die StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

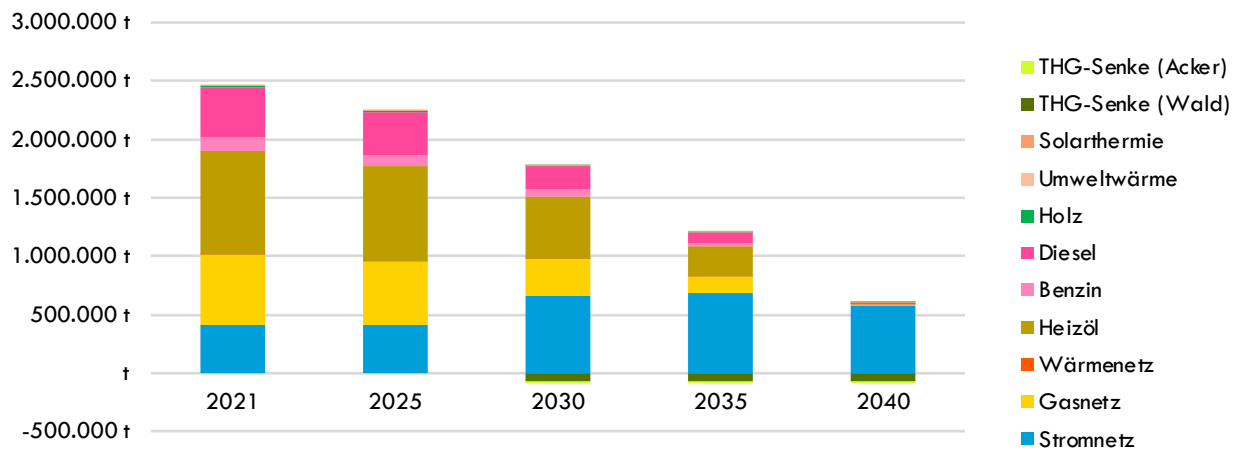


Abbildung 4: Treibhausgasszenarien (t/a) bis zum Jahr 2040 für die StädteRegion (KEEA GmbH, 2023)

Durch die Reduktion der Endenergie und den Einsatz von erneuerbaren Energien sinken im Zielszenario die THG-Emissionen bis zum Jahr 2040 um 75 % (Abbildung 4). Die Restemissionen im Jahr 2040 entstehen durch den bundesweiten Strommix im Zieljahr. Ausschlaggebend für die Zielerreichung ist eine kontinuierliche Integration der Energie- und Klimaschutzaufgaben in die Regionalentwicklung. Klimaschutz muss daher ein integrativer Bestandteil des regionalen Entwicklungsprozesses in der StädteRegion Aachen sein.

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Der Weg hin zu einer treibhausgasneutralen Gesellschaft ist langfristig und multidimensional. Schwerpunkte, die heute gesetzt werden, müssen auf diesem Weg immer wieder angepasst und neu ausgerichtet werden. Während heute die Schwerpunkte in der Dekarbonisierung der Energieversorgung, des Gebäudesektors und der Mobilität liegen, so werden Handlungsfelder wie Konsum- und Ressourcenwende, Landwirtschaft und Landnutzung oder die langfristige Bindung von Treibhausgasen zukünftig an Relevanz und – mit zunehmendem Erfolg bei heutigen Schwerpunkten – an Gewichtung gewinnen.

Städte, Gemeinden, Landkreise und Regionen spielen dabei eine wichtige Rolle. Viele Kommunen haben die umfassende Aufgabe des Klimaschutzes bereits proaktiv angenommen und leisten mit Strategien, Konzepten und der Umsetzung von Maßnahmen bereits wichtige Beiträge im kommunalen Klimaschutz. Sie stehen dabei vor den Herausforderungen mit der individuellen strukturellen Situation, den limitierenden Faktoren wie Ressourcen- und Flächenverfügbarkeit sowie den begrenzten Handlungsmöglichkeiten im Rahmen der kommunalen Selbstverwaltung umzugehen. Hinzu kommen die sich kontinuierlich verändernden Rahmenbedingungen auf technologischer, gesellschaftlicher, (förder-) politischer sowie gesetzlicher Ebene.

Die StädteRegion Aachen ist bereits seit über zehn Jahren im Klimaschutz aktiv – begonnen mit dem Integrierten Klimaschutzkonzept für die StädteRegion im Jahr 2011. Seither wurde ein Klimaschutzmanagement fest in der Verwaltung der StädteRegion eingerichtet und ein Großteil der Maßnahmen des Konzepts sowie neu entwickelte Maßnahmen umgesetzt (Abbildung 5). Abbildung 5).

Um an ihre bisherigen Aktivitäten im Klimaschutz anzuknüpfen und diese nach aktuell gültigen Rahmenbedingungen zukunftsorientiert auszurichten, hat der Städteregionsausschuss am 28.11.2019 beschlossen, mit der Klimastrategie Raum . Mobilität . Klima das Klimaschutzkonzept umfassend fortzuschreiben.

Ziel ist es, eine ganzheitliche Strategie zu entwickeln, mit der die langfristige Vision der Treibhausgasneutralität skizziert und Handlungsmaximen für Politik und Verwaltung aufgezeigt werden, welche möglichst mit quantitativen Zwischenzielen und einem für die StädteRegion umsetzbaren, aber dynamischen Set an konkreten Projekten und Vorhaben untermauert sind (Abbildung 6).



Abbildung 5: Klimaschutzaktivitäten der StädteRegion Aachen der letzten Jahre (Auszug)

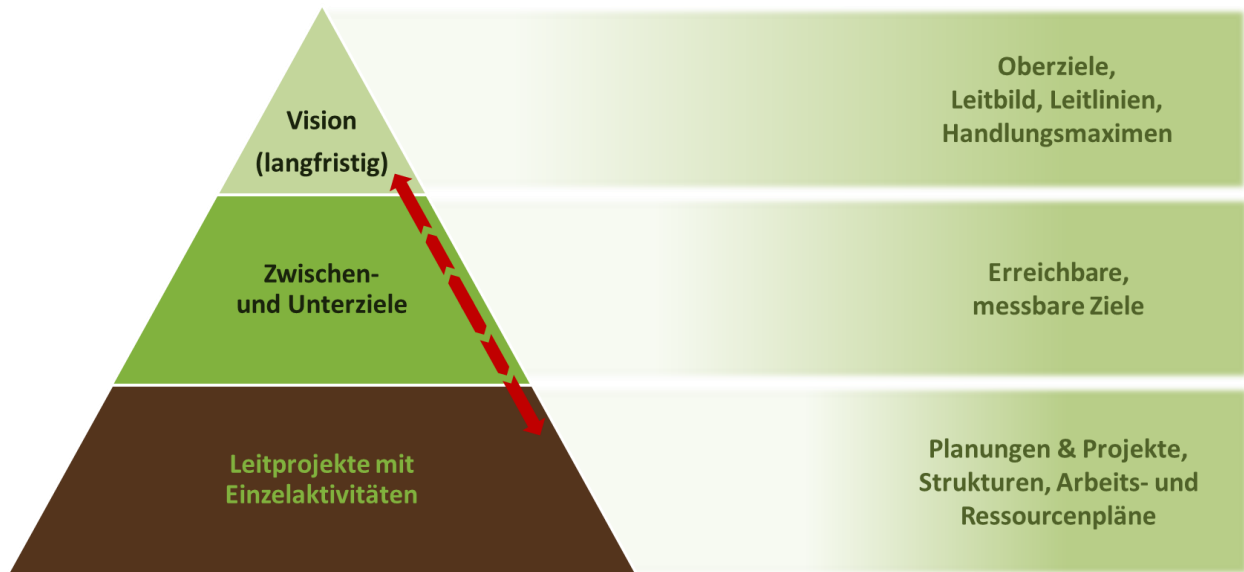


Abbildung 6: Strukturen der Klimastrategie (B.A.U.M. Consult, 2023)

Als übergeordnete Verwaltungseinheit des Regionalverbands liegen die Aufgabenschwerpunkte der Städte-Region insbesondere in

- der Beratung, Information und Motivation
- der Kommunikation und Vernetzung
- der Vorbildfunktion

gleichermaßen für die regionsangehörigen Kommunen, der Bürgerschaft sowie für Unternehmen.

1.2 Herangehensweise

Die Erstellung der Klimastrategie der StädteRegion Aachen gliedert sich in zwei Hauptphasen. In der ersten Phase (November 2021 bis August 2022) standen die Arbeitspakete *Aufnahme der Ausgangssituation* sowie die *Erstellung des Handlungsprogramms* im Mittelpunkt (siehe Abbildung 7). Dafür wurden Interviews mit Schlüsselakteuren aus den Kommunalverwaltungen der regionsangehörigen Kommunen geführt. In den Interviews wurde sich mit folgenden Fragestellungen befasst:

- Wie ist der derzeitige Umsetzungsstand des jeweiligen kommunalen Klimaschutzkonzeptes?
- Welche abgeschlossenen und aktuell laufenden Klimaschutzaktivitäten der Kommune gibt es?
- Welche Erfolge im Klimaschutz konnten verzeichnet werden?
- Welche Herausforderungen und Verbesserungsmöglichkeiten werden im Klimaschutz gesehen?
- Wie kann die StädteRegion die Kommunen im Klimaschutz unterstützen?

Im Rahmen von zwei digitalen Veranstaltungen (Auftakt-Workshop und Strategie-Workshop) wurde der Ausschuss für Umwelt, Klima und Mobilität der StädteRegion Aachen in die Strategieentwicklung eingebunden. Neben dem Ziel ein gemeinsames Verständnis zu Inhalten und Zielsetzungen der Klimastrategie zu entwickeln, stand die Auslegung der Leitprojekte (vgl. Kapitel 0, Tabelle 3) im Fokus der Workshops.

Im anschließenden Stakeholder-Workshop wurden die städtereionsangehörigen Kommunen sowie die Politik gleichermaßen aufgefordert, erste Maßnahmenideen zu sammeln. Diese, sowie die Interviewergebnisse, wurden zu Leitprojekten zusammengefasst, gutachterlicher ergänzt, und mit dem Klimaschutzmanagement der StädteRegion konkretisiert. Gemeinsam mit langfristigen Visionen sowie Handlungsmaximen je Handlungsfeld bilden die Leitprojekte das Handlungsprogramm der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (Abbildung 7).

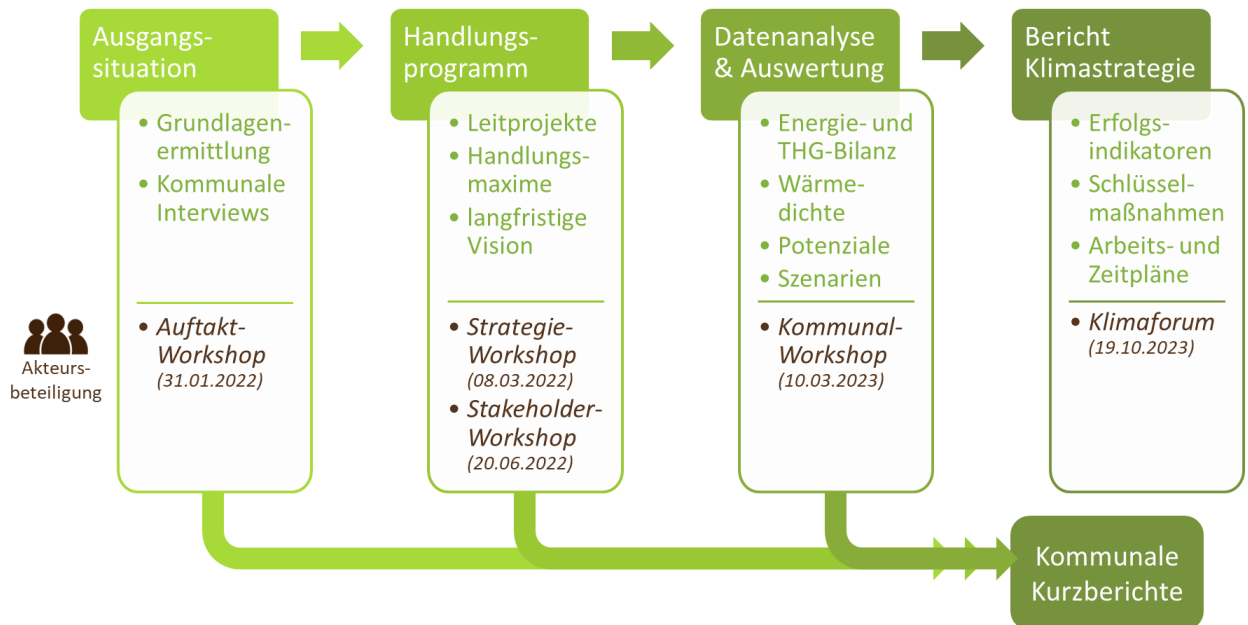


Abbildung 7: Arbeitsprozess der Klimastrategie (B.A.U.M. Consult, 2023)

In der zweiten Phase (September 2022 bis April 2023) der Erstellung der Klimastrategie lag der Fokus auf der Datenerhebung, Datenanalyse und Datenauswertung. Dieses Arbeitspaket wurde nachträglich ergänzt und konnte über das Landesförderprogramm „Billigkeitsrichtlinie für kommunale Klimaschutzinvestitionen NRW“² realisiert werden. Über die Erstellung von Energie- und Treibhausgasbilanzen sowie Wärmedichtekarten je regionsangehöriger Kommune und aggregiert der gesamten StädteRegion konnte die Ausgangssituation nachgeschärft werden. Die kommunalen Ergebnisse der Datenanalyse sowie die von der Kommune priorisierten Leitprojekte wurden im Kommunal-Workshop präsentiert und abgestimmt sowie anschließend in kommunalen Kurzberichten zusammengefasst.

Auf Ebene der StädteRegion untermauern Potenzialabschätzungen zum Ausbau erneuerbarer Energien und zur Energiebedarfsminderung sowie die Erstellung eines Treibhausgasneutralitätsszenario bis 2040 die im Handlungsprogramm gesetzten Visionen und Handlungsmaximen.

Kommunale Potenzial- und Szenarienanalysen werden in den kommenden Monaten und Jahren sukzessive erarbeitet und führen zur kontinuierlichen Konkretisierung und Anpassung der Gesamtstrategie.

² Landesförderprogramm „Billigkeitsrichtlinie für kommunale Klimaschutzinvestitionen NRW“
<https://www.bra.nrw.de/foerderportal-wirtschaft/foerderportal/kommunen-kreise-oeffentliche-einrichtungen/billigkeitsrichtlinie-fuer-kommunale-klimaschutzinvestitionen>

2 Ausgangssituation

Die StädteRegion Aachen liegt am südwestlichen Rand Nordrhein-Westfalens an der Grenze zu den Niederlanden und Belgien und ist durch ihre Diversität aus städtischen und ländlichen Kommunen geprägt. Zu den Regionalkommunen gehören neben der Stadt Aachen auch die Städte Alsdorf, Baesweiler, Eschweiler, Herzogenrath, Monschau, Stolberg (Rhd.) und Würselen sowie die Gemeinden Roetgen und Simmerath. Im Fokus der Klimastrategie stehen die regionsangehörigen Kommunen abseits der Stadt Aachen, da die StädteRegion Aachen und die Stadt Aachen im Bereich des Klimaschutzes unabhängig voneinander agieren. Die Zuständigkeit der StädteRegion Aachen liegt bei der Unterstützung der kleineren Regionalkommunen, auch wenn die Zusammenarbeit mit der Stadt Aachen als Oberzentrum der Region an vielen Stellen sinnvoll ist.

2.1 Demografie

Für die StädteRegion Aachen liegen die Daten der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder (Statistisches Bundesamt, 2023) von 2009 bis 2021 vor. Demnach ist die Bevölkerungszahl der gesamten StädteRegion nahezu konstant geblieben und seit 2009 von rund 566.000 Einwohnenden nur leicht auf 557.000 Einwohnende (Stand 2021) gesunken (Tabelle 2). Der Bevölkerungsrückgang liegt somit bei etwa 1,7 %. Bei einer Gesamtfläche von 706,9 km² liegt die Bevölkerungsdichte der StädteRegion Aachen bei 787 Einwohner:innen pro km². Neben der Stadt Aachen weisen auch die regionsangehörigen Kommunen Alsdorf, Herzogenrath und Würselen eine hohe Bevölkerungsdichte auf. Weniger dicht bewohnt sind die Stadt Monschau und die Gemeinden Simmerath und Roetgen.

Kommune	Bevölkerung [EW]	Fläche [km ²]	Bevölkerungsdichte [EW/km ²]
Aachen	249.070	160,85	1.549
Alsdorf	47.678	31,68	1.505
Baesweiler	27.351	27,84	982
Eschweiler	55.784	75,75	736
Herzogenrath	46.290	33,38	1.387
Monschau	11.645	94,6	123
Roetgen	8.658	39,03	222
Simmerath	15.614	110,92	141
Stolberg (Rhd.)	56.103	98,48	570
Würselen	38.480	34,39	1.119
Gesamte StädteRegion	556.673	706,92	787

Tabelle 2: Bevölkerungszahlen, Fläche (km²) und Bevölkerungsdichte (EW/km²) der Kommunen der StädteRegion Aachen für das Jahr 2021, Datenquelle: (Statistisches Bundesamt, 2023)

Flächenmäßig liegen die Gemeinde Simmerath mit 110,92 km² sowie die Stadt Stolberg (Rhld.) mit 98,48 km² über dem Durchschnitt, was sie nach der Stadt Aachen mit einer Gebietsfläche von 160,85 km² zu der zweit- bzw. drittgrößten regionsangehörigen Kommune macht. Die bevölkerungsreichste Kommune der StädteRegion ist mit etwa 249.100 Einwohnenden die Stadt Aachen, gefolgt von Stolberg (Rhld.) mit 56.100 Einwohnenden und Eschweiler mit 55.800 Einwohnenden.

Trotz des insgesamt größten Bevölkerungswachstums zwischen 2009 und 2021, bleibt die kleinste Regionskommune der StädteRegion Aachen mit 8.656 Einwohnenden die Gemeinde Roetgen (Abbildung 8). Den größten Bevölkerungsrückgang zwischen 2009 und 2021 hat die Stadt Monschau zu verzeichnen.



Abbildung 8: Bevölkerungsveränderung von 2009 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (Statistisches Bundesamt, 2023)

2.2 Flächennutzung

Die StädteRegion Aachen hat eine Fläche von insgesamt 706,9 km². Davon entfallen 21 % des Gebiets auf Siedlungsfläche, was etwa 146,2 km² entspricht. Mit 52,1 km² kommen 8 % Verkehrsfläche hinzu. Der Großteil des Gebiets wird zu 37 % (263,3 km²) landwirtschaftlich genutzt, dicht gefolgt von 31 % (219,8 km²) Waldfläche. Weitere Anteile entfallen auf Gewässer mit 1 % und sonstige Vegetation mit 2 %. Die Gebietsfläche der StädteRegion Aachen teilt sich nahezu gleichmäßig zwischen Siedlungsfläche, wirtschaftlicher Nutzung in Form von Landwirtschaft und Vegetationsfläche auf, wobei der größte Flächenanteil der StädteRegion Aachen für die landwirtschaftlichen Nutzung vorgesehen ist (Abbildung 9).

Anhand der Flächennutzung lässt sich zudem ableiten, wie die einzelnen Regionskommunen der StädteRegion Aachen geprägt sind. Hohe Anteile an Siedlungs- und Verkehrsflächen wie in den Regionskommunen Alsdorf, Eschweiler, Herzogenrath und Würselen deuten auf eine eher städtische Prägung hin. In den Regionskommunen, in denen der Anteil an Wald oder Landwirtschaft überwiegt, ist von einer ländlicheren Prägung auszugehen. Hierzu zählen die Kommunen Monschau, Roetgen und Simmerath. Die Stadt Stolberg (Rhld.) ist zwar städtisch geprägt, hat aber mit etwa 50 % Wald einen recht hohen Anteil an Vegetation. Auch in Baesweiler wird ein hoher Anteil des Gebiets als Siedlungsfläche genutzt, gleichzeitig hat die Kommune mit 61 % des Gemeindegebiets den größten Anteil an Landwirtschaft verglichen mit den anderen Regionskommunen der StädteRegion Aachen (Abbildung 10).

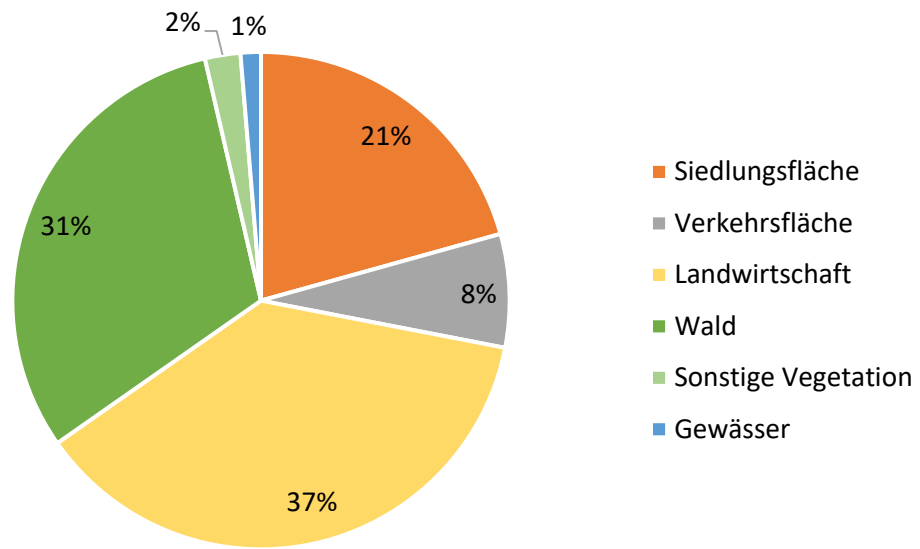


Abbildung 9: Anteil der Flächennutzungen in Prozent im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (Gesamtfläche einschl. der Stadt Aachen: 706,9 km²) (Statistisches Bundesamt, 2023)

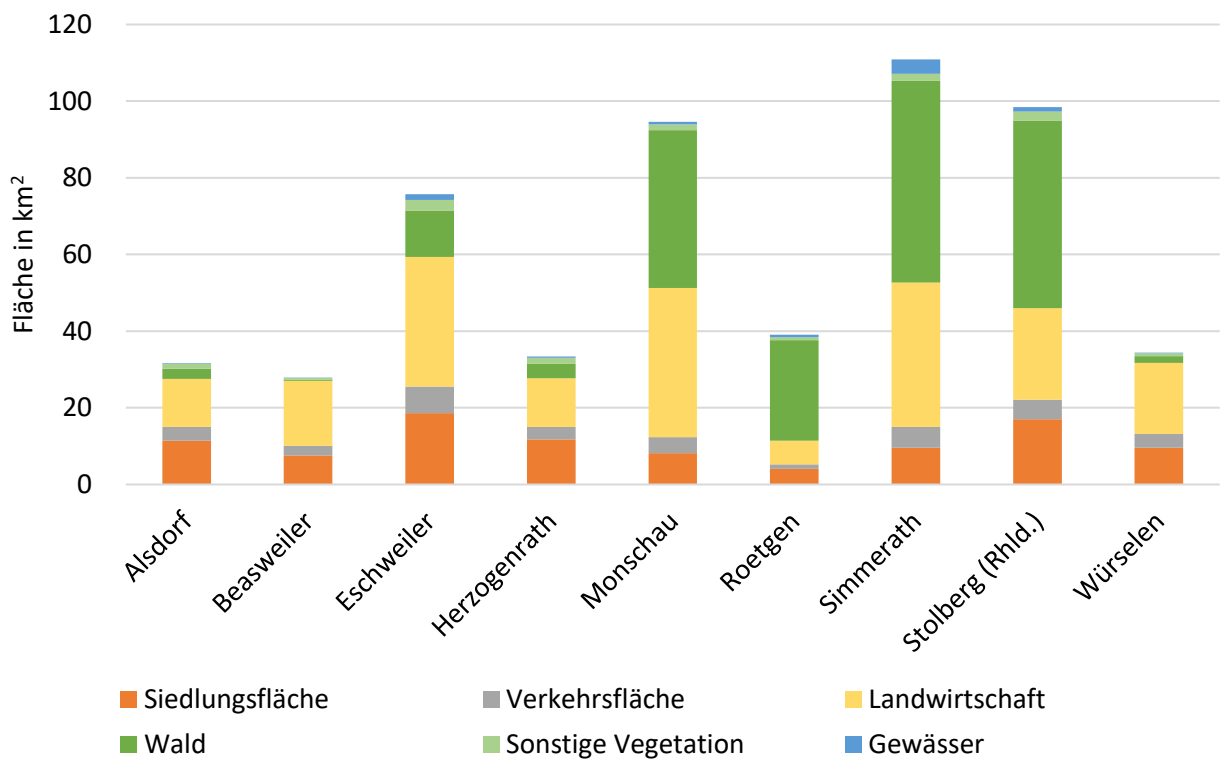


Abbildung 10: Anteil der Flächennutzungen in km² im Jahr 2021 in den regionsangehörigen Kommunen (Statistisches Bundesamt, 2023)

2.3 Wohngebäude und Wohnfläche

Die Anzahl der Wohngebäude in der StädteRegion Aachen (einschl. Stadt Aachen) ist 2011 bis 2021 um rund 3,8 % leicht angestiegen. Mit 43,5 m² liegt die errechnete Wohnfläche je Einwohner:in nah am Landesschnitt von 46,4 m² je Einwohner:in.

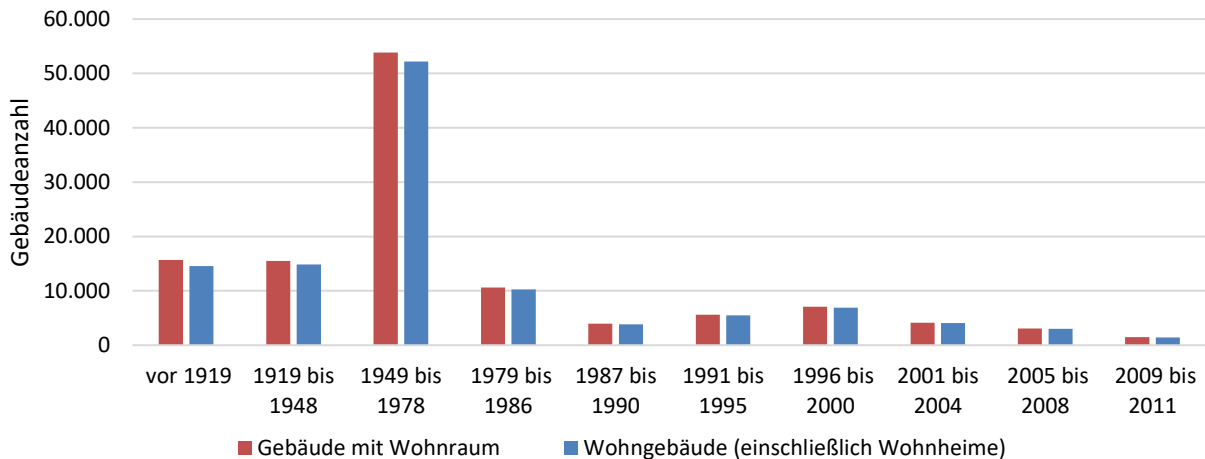


Abbildung 11: Wohngebäudebestand und Wohnungen innerhalb der StädteRegion Aachen (einschl. Stadt Aachen) nach Baujahrklassen im Jahr 2021 (Statistisches Bundesamt, 2023)

Aus den Zensusergebnissen 2011 (Statistisches Bundesamt, 2023) gehen die Baujahre der Gebäude hervor. Demnach wurden die meisten Gebäude nach den Kriegsjahren bis 1978 errichtet (Abbildung 11). Das heißt, dass über die Hälfte des Gebäudebestands in einer Zeit errichtet wurde, in der es keine rechtlichen Regelungen zur Energieeffizienz der Gebäude gab. Erst 1976 trat das Energieeinsparungsgesetz und damit 1977 die Wärmeschutzverordnung und 1978 die Heizungsanlagenverordnung in Kraft. Seither gelten Energiesparregelungen für Gebäude, die regelmäßig novelliert wurden und werden.

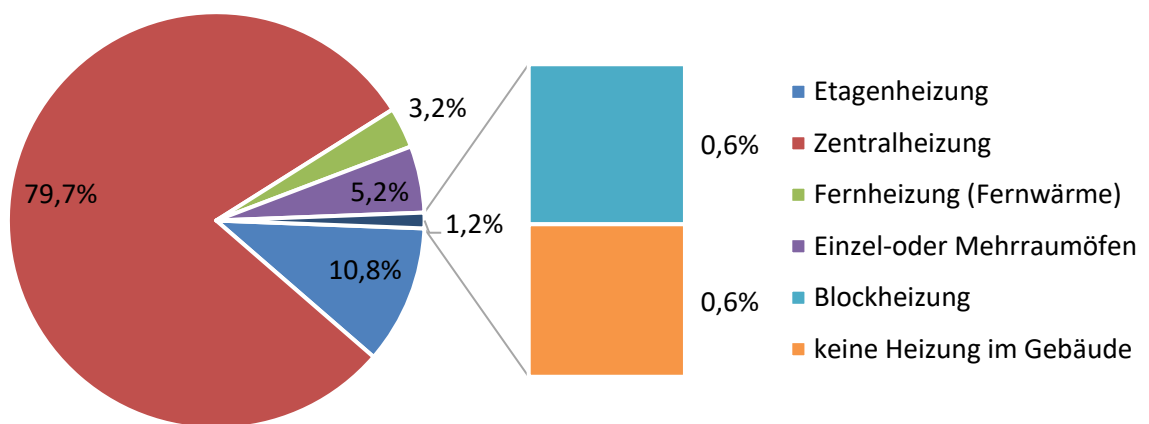


Abbildung 12: Wohngebäude nach Heizungsart im Jahr 2011 in der StädteRegion Aachen (Gesamtanzahl der Wohngebäude einschl. Stadt Aachen: 116.641) (Statistisches Bundesamt, 2023)

Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Heizungsarten im Jahr 2011. Demnach erfolgt ein Großteil der Wärmebereitstellung für die Gebäude innerhalb der StädteRegion Aachen über eine – zumeist gasbetriebene, in

einigen Fällen ölbetriebene – Zentralheizung. Das entspricht einer Anzahl von 92.951 Wohngebäuden. Rund 11 % (12.552 Wohngebäude) waren mit Etagenheizungen, beispielsweise Gasthermen, die sich innerhalb der Wohnung befinden, ausgestattet. Eine untergeordnete Rolle spielte das Fernwärmenetz, mit dem etwa 3.688 Wohngebäude beheizt werden. Dazu kommen weniger als 1 % der Gebäude (723 Wohngebäude), welche über eine Blockheizung (Nahwärme, teilweise mit BHKW), sowie etwa 5 % (6.038 Wohngebäude), welche über Einzel- oder Mehrraumöfen (Holzfeuerung aber auch Kohle- und Nachtspeicheröfen) versorgt wurden. Der Gebäudesektor ist für die Klimastrategie der StädteRegion Aachen ein wichtiger Bereich. Derzeit sind viele Gebäude in der Region energetisch ineffizient und verursachen einen erheblichen Teil der THG-Emissionen. Insbesondere ältere Gebäude weisen oft eine unzureichende Wärmedämmung, veraltete Heizungs-systeme und ineffiziente Haustechnik auf. Es besteht ein großer Bedarf an energetischer Sanierung und Modernisierung des Gebäudebestands, um den Energieverbrauch zu reduzieren und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern.

2.4 Verkehr und Mobilität

In der StädteRegion Aachen ist die Stadt Aachen ein zentraler Knoten- und Ausgangspunkt für Verbindungen innerhalb des Schienenverkehrs. Hier fahren Züge des Personennahverkehrs auf drei Regionalexpress-Linien mit Verbindung nach Paderborn (NRW-Express), Dortmund (Wupper-Express), Siegen (Rhein-Sieg-Express) und Maastricht über Heerlen (RE 18) sowie zwei Regionalbahn-Linien, darunter die *euregiobahn* zwischen Herzogenrath und Düren und die Rhein-Niers-Bahn nach Duisburg. Eine besondere Bedeutung kommt der *euregiobahn* zu, die mit Haltestellen in Alsdorf, Eschweiler, Herzogenrath und Stolberg viele der Regionskommunen an das öffentliche Nahverkehrsnetz und die Stadt Aachen anbindet. Innerhalb der StädteRegion existieren zusätzlich etwa 54 Buslinien. Über die Hälfte verbindet Orte aus der Umgebung mit der Stadt Aachen. Zwischen den einzelnen Kommunen sorgen 14 Buslinien für die interkommunale Vernetzung und Erreichbarkeit (Aachener Verkehrsverbund, 2015).

Wichtige Verkehrsstraßen in der Region sind die A4 und die A44. Von den Autobahnen profitieren insbesondere die Nordkommunen der Städtereion, während die Südkommunen über diverse Bundesstraßen an die Autobahnen

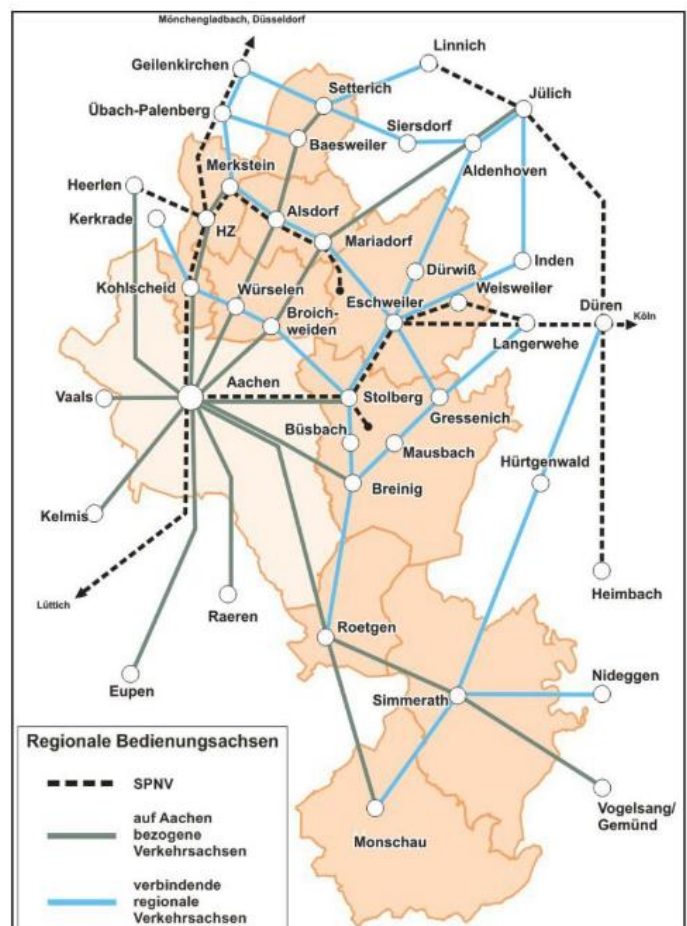


Abbildung 13: Regionale Bedienungachsen in der StädteRegion Aachen (Aachener Verkehrsverbund, 2015)

anschließen. In der StädteRegion besteht durch die Bundesstraßen eine gute regionale sowie durch die A44 und A4 ebenso eine gute überregionale Anbindung.

In der StädteRegion waren im Jahr 2023 insgesamt 300.636 Personenkraftwagen (Pkw) zugelassen, was 540 Pkw je 1.000 Einwohnende entspricht. Dieser Kennwert liegt etwas unter dem Landesdurchschnitt von 584 Pkw/1.000 EW und dem Bundesdurchschnitt von 588 Pkw/1.000 EW (Kraftfahrtbundesamt, 2023).

Generell steht die StädteRegion Aachen vor den Herausforderungen eines stetig wachsenden Verkehrsaufkommens und den damit einhergehenden Umwelt- und Klimaauswirkungen. Der Verkehrssektor ist einer der Hauptverursacher von Treibhausgasemissionen in und um Aachen. Der überwiegende Anteil des Verkehrs basiert auf dem fossilen und äußerst THG-intensiven motorisierten Individualverkehr. Die Elektromobilität ist ein aufstrebender Sektor, jedoch sind Ladestationen für Elektrofahrzeuge noch nicht flächendeckend verfügbar, was die Akzeptanz und Nutzung von Elektrofahrzeugen einschränkt. Die StädteRegion Aachen sieht sich vor der Herausforderung, die Infrastruktur für nachhaltige Mobilitätsformen auszubauen, Verkehre durch intelligente Strategien zu vermeiden und den Anteil des elektrischen Individualverkehrs rasant zu erhöhen.

2.5 Wirtschaft und Energieversorgung

Der Netzbetreiber in der Stadt Aachen und der gesamten StädteRegion Aachen ist seit 2018 Regionetz, ein Zusammenschluss aus den Stadtwerken Aachen Aktiengesellschaft (STAWAG) und der Energie- und Wasserversorgung GmbH (EWV), Stolberg (Regionetz, 2023). Als Energieversorger sind die STAWAG, Enwor, EWW, Westnetz, E.on und RWE in der StädteRegion aktiv.

Die Energieversorgung in der StädteRegion Aachen beruht zum großen Teil auf fossilen Brennstoffen und konventionellen Kraftwerken. Es besteht die Notwendigkeit, verstärkt auf erneuerbare Energien umzusteigen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern. Die Energieversorger in der Region spielen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung der Energiewende. Zudem besteht Bedarf einer besseren Integration von dezentralen Energieerzeugern und der Verbesserung der Energieeffizienz in der Region. Ein wichtiger Schritt in Richtung Energiewende ist der 2018 erschienene Regionale Energieplan Aachen 2030, in welchem u.a. Potenziale und Möglichkeiten zum Ausbau erneuerbarer Energien aufgezeigt werden.

Als Wirtschaftsstandort zeichnet sich die StädteRegion Aachen durch Gewerbe insbesondere in der Nahrungsmittelherstellung und eine technologieorientierte Unternehmensstruktur aus, die auf die Vielzahl an Hochschulen und Fachhochschulen in der Region zurückzuführen ist (StädteRegion Aachen, 2023).

2.6 Klimaschutz

Die Klimaschutzbemühungen der StädteRegions-Verwaltung reichen schon bis in Jahr 2001 zurück. Begonnen mit dem Projekt *Ökoprofit* zur Förderung von Nachhaltigkeit in Unternehmen, welches noch immer aktiv läuft, wurde der Klimaschutz in der StädteRegion mit der Erstellung des Klimaschutzkonzepts im Jahr 2011 verstärkt angegangen (Abbildung 5). Seitdem profitiert die StädteRegion Aachen von einem stetigen Klimaschutzmanagement, welches Maßnahmen in den eigenen Liegenschaften, im Verwaltungshandeln, Erneuerbare Energien und Klimaschutzbildung entwickelte, umsetzte und weiterentwickelte. Über die Jahre wurden weitere konzeptionelle Grundlagen in den Bereichen Mobilität, Klimaanpassung, erneuerbare Energien geschaffen und größtenteils umgesetzt.

Mit der Klimastrategie Raum . Mobilität . Klima möchte die StädteRegion an ihre bisherigen Klimaschutzmaßnahmen anschließen und auch zukünftig den immer umfangreicheren und differenzierteren Aufgaben eines ambitionierten Klimaschutzes gerecht werden. Zur Entwicklung einer langfristigen Strategie und konkreten, für die StädteRegion umsetzbaren Leitprojekten wurde im ersten Schritt ein Blick zurück auf die langjährigen Erfahrungen im Klimaschutz der StädteRegion geworfen. Im Rahmen einer SWOT-Analyse wurden Stärken (**Strengths**) und Schwächen (**Weaknesses**) sowie Chancen (**Opportunities**) und Risiken (**Threats**) im Klimaschutz der StädteRegion betrachtet (Abbildung 14).

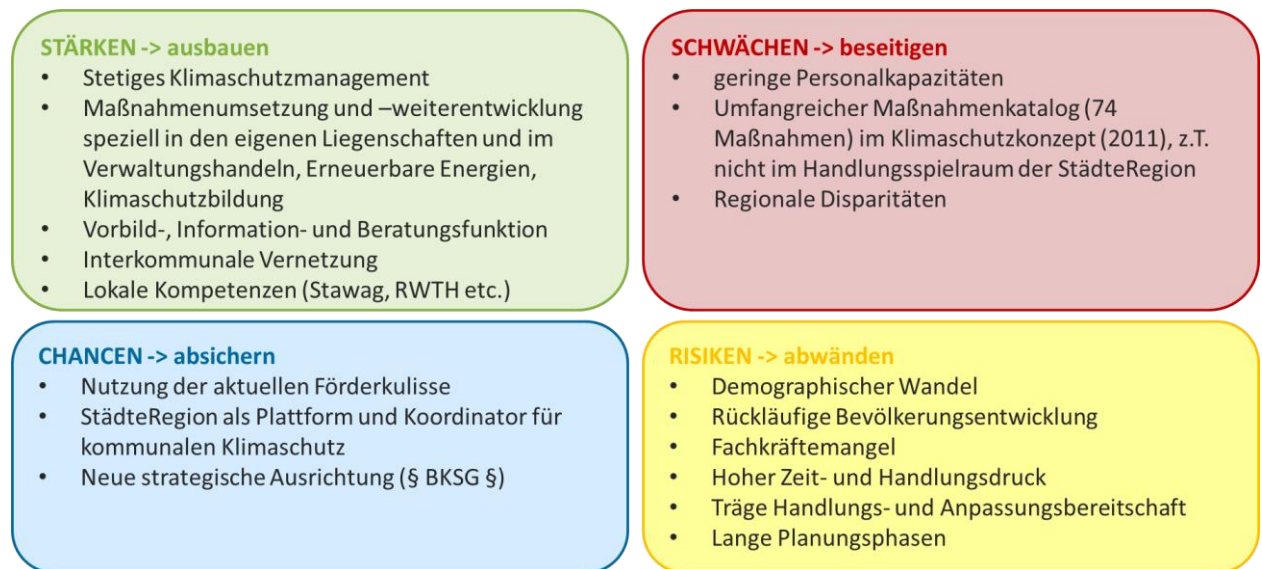


Abbildung 14: Ergebnisse der SWOT-Analyse im Bereich Klimaschutz der StädteRegion Aachen (B.A.U.M. Consult, 2023)

Das langjährige und stetige Klimaschutzmanagement in der StädteRegion sowie die vielen umgesetzten und laufenden Klimaschutzaktivitäten werden als große Stärke der StädteRegion gesehen. Zudem füllt die StädteRegion ihre Rolle als Vorbild, Informationsvermittlerin und als Beraterin im Klimaschutz aktiv aus. Eine weitere Stärke liegt darin, dass lokale Kompetenzen bspw. von der RWTH und Stawag verwaltungsintern genutzt und über interkommunale Vernetzungsplattformen weitergegeben werden. Als zukünftige Chancen werden die Nutzung der aktuellen Förderkulisse gesehen sowie eine neue strategische Ausrichtung der gesamten Region und der Verwaltung. Als Plattform und Koordinatorin kann die StädteRegion Aachen den Klimaschutz in den beteiligten Kommunen weiter fördern.

Besondere Herausforderungen ergeben sich aus starken regionalen Disparitäten innerhalb der StädteRegion bezüglich räumlicher, topografischer Ausprägung, die bspw. das Ausbaupotenzial zu erneuerbare Energien bestimmen, sowie verkehrstechnischer Anbindung. Den immer umfangreicher werdenden Aufgaben im Klimaschutz stehen verhältnismäßig geringe Personalkapazitäten gegenüber. Dies zeigte sich auch in der Umsetzung des ersten Klimaschutzkonzepts, das aufgrund einer hohen Maßnahmenanzahl (74) und Maßnahmen, die außerhalb des eigenen kommunalen Handlungsspielraums lagen, von dem Klimaschutzmanagement der StädteRegion allein nicht bewältigt werden konnten.

Es bestehen einige Risiken, denen aktiv entgegengewirkt werden sollte. Dazu gehören mit Bezug zur demografischen Entwicklung insbesondere der Fachkräftemangel, welcher in Kombination mit weiteren Faktoren zu langen Planungsphasen führt. In Anbetracht des hohen Handlungs- und Zeitdrucks herrscht zusätzlich eine eher träge Anpassungsbereitschaft.

Neben der SWOT-Analyse auf Ebene der StädteRegions-Verwaltung wurden mit Ansprechpartner:innen für Klimaschutz (u.a. Klimaschutzmanager:innen, Amtsleitungen oder technischen Beigeordneten) aus den regionsangehörigen Kommunen Interviews geführt. Gegenstand der Interviews waren die Themenblöcke Verwaltungs- und Personalstruktur für den Klimaschutz, Finanzierung von Klimaschutzprojekten, Stand der Umsetzung des eigenen Klimaschutzkonzepts sowie aktuelle oder anstehende Klimaschutzmaßnahmen.

Im Ergebnis zeigt sich, dass...

- in den überwiegenden Kommunen ein Klimaschutzmanagement in übergeordneten Verwaltungseinheiten eingerichtet ist.
- insbesondere die Bereiche Erneuerbare Energien (PV-Ausbau), Mobilität sowie Bauen und Sanieren in den eigenen Liegenschaften aber auch auf Quartierseben angegangen wurden.
- die im Jahr 2014 erstellten Klimaschutzkonzepte, als veraltet wahrgenommen werden und sie daher nicht mehr zur Orientierung für Klimaschutzmaßnahmen dienen.
- neben Klimaschutz zunehmend das Thema Klimaanpassung an Relevanz gewinnt und durch verschiedene Projekte angegangen wird.
- einige Kommunen sich bereits konkrete Klimaschutzziele gesteckt haben oder sich an den Zielen auf Bundesebene orientieren.
- das Klimaschutzmanagement der StädteRegion als sehr engagiert und hilfreich wahrgenommen wird.
- Herausforderungen in der Bereitstellung finanzieller sowie personeller Ressourcen gesehen werden, was sich auf die Umsetzung von Klimaschutzaktivitäten und generellen Kapazitäten für Klimaschutz auswirkt.

Aus der SWOT-Analyse der StädteRegion sowie den kommunalen Interviews konnten folgende Handlungsbedarfe für die StädteRegion abgeleitet werden:

- Ausbau der Personalkapazitäten im Klimaschutz
- Verstärkung des Klimaschutznetzwerks und Ausbau weiterer Dialogprozesse
- optimiertes und zentralisiertes Informations- und Kommunikationsangebot zu Klimaschutzthemen
- verstärkte Kommunikation erfolgreich umgesetzter kommunaler Klimaschutzprojekte sowie Hervorheben regionaler Erfolgsbeispiele im Klimaschutz aus dem privaten Bereich
- Ausbau des Unterstützungsangebots für regionsangehörige Kommunen

Die in dieser Klimastrategie formulierten Leitprojekte adressieren die genannten Handlungsbedarfe und gehen diese mit konkreten Arbeitspaketen aktiv an (Kapitel 3.1.2, 3.2.2, 3.3.2 und 3.4.2).

3 Strategien und Leitprojekte

Um dem ganzheitlichen Ansatz der Klimastrategie sowie den Aufgabenschwerpunkten und Handlungsmöglichkeiten der StädteRegion (vgl. Kapitel 1.1) gerecht zu werden, wurde der Fokus der Klimastrategie auf die vier Handlungsfelder Energieversorgung, Gebäudesektor, Mobilitätswende, Organisations- und Kommunikationsstrategie gelegt (Abbildung 15).



Abbildung 15: Handlungsfelder der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (B.A.U.M. Consult, 2023)

Jedes Handlungsfeld wird mit einer langfristigen Vision und allgemeinen Handlungsmaximen beschrieben. Zudem bietet ein Set an Erfolgsindikatoren je Handlungsfeld die Möglichkeit der Fortschrittskontrolle.

Mit insgesamt 10 Leitprojekten werden die strategischen Schwerpunkte bis zum Jahr 2030 in den vier Handlungsfeldern gelegt und mit einzelnen Arbeitspaketen konkretisiert und untermauert. Leitprojekte wurden wie in Tabelle 3 definiert und mit dem Umweltausschuss sowie weiteren Schlüsselakteuren vorberaten.

In Abstimmung mit dem Umweltausschuss werden prioritäre Arbeitspakete, sogenannte „Schlüsselmaßnahmen“, benannt, mit deren Umsetzung das Klimaschutzmanagement der StädteRegion Aachen in den kommenden fünf Jahren beauftragt wird. Der Städteregionstag stellt dafür die nötigen finanziellen und personellen Ressourcen zur Verfügung. Erste grobe Kostenabschätzungen zu externen Dienstleistungen³ sowie zu Sachkosten⁴ seitens der Städteregionsverwaltung, welche zur Umsetzung oder zum Anschub des Leitprojekts benötigt werden, sind in den jeweiligen Projektsteckbriefen angegeben. Zudem wurde der Arbeitsaufwand je Leitprojekt abgeschätzt. Die damit verbundenen Personalkosten werden nicht angegeben. Die tatsächlichen Kosten je Maßnahme müssen kurz vor der Umsetzung betrachtet werden⁵. Der Umsetzungserfolg ist abhängig vom Gelingen des Aus- und Aufbaus tragfähiger Umsetzungs- und Organisationsstrukturen.

³ Dienstleistungen können sein: Fachvorträge von externen Referenten, Erstellen von Informationsmaterialien, Erstellung von Vertiefungskonzepten oder Machbarkeitsstudien, etc.

⁴ Unter Sachkosten fallen bspw. sämtliche Printmedien zu Informationsmaterialien, Kampagnen etc.

⁵ Zum jetzigen Zeitpunkt kann eine detaillierte Kostenabschätzung aufgrund vieler Variablen wie bspw. Inflation, Förderprogramme, etc. nicht erfolgen.

Andere Arbeitspakete der Leitprojekte werden von der StädteRegion nach Möglichkeit angestoßen und koordiniert, die konkrete Umsetzung obliegt den Kommunen der StädteRegion oder privatwirtschaftlichen Organisationen wie den Energieversorgungsunternehmen, Wohnungsbaugesellschaften u.a. Unternehmen. Der Umsetzungserfolg ist abhängig vom Gestaltungswillen und den zur Verfügung stehenden Ressourcen Dritter.

Den Umsetzungsprozess steuernde Leitprojekte sollen ...

- vom **Städteregionstag** initiiert und beeinflusst und von der **Verwaltung der StädteRegion Aachen** weitestgehend umgesetzt werden können. → **zugänglich und kontrollierbar!**
- einen relevanten und möglichst messbaren Beitrag zur **Treibhausgaseinsparung** leisten und einen **multikausalen Ansatz** verfolgen. → **effektiv und messbar!**
- **Signalwirkung** für Kommunalpolitik, Verwaltung als auch für Wirtschaft und Gesellschaft haben. → **sichtbar und öffentlichkeitswirksam!**
- ermöglichen, dass Dritte (Kommunen, Haushalte, Wirtschaft) **eigene Maßnahmen** umsetzen oder **weitere Projekte** darauf aufbauen. → **aktivierend und fördernd!**
- prioritär behandelt und bis 2030 begonnen bzw. weitgehend umgesetzt werden. → **effizient und umsetzungsorientiert!**
- **alle Handlungsbereiche** abdecken und möglichst **viele Gruppen** in der StädteRegion Aachen adressieren. → **kooperativ und kollaborativ!**
- maßgeblich zur Beseitigung bekannter Restriktionen und limitierender Faktoren beitragen. → **zielgerichtet und wesentlich!**

Tabelle 3: abgestimmte Definition und Zielsetzung der Leitprojekte der StädteRegion Aachen

Dabei haben die Klimastrategie sowie die Leitprojekte einen dynamischen Charakter und werden kontinuierlich an die sich schnell ändernden technologischen, gesetzlichen, gesellschaftlichen und (förder-)politischen Rahmenbedingungen angepasst.

3.1 Handlungsfeld Energieversorgung

3.1.1 Strategie

Unsere langfristige Vision

Die StädteRegion Aachen ist in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität nahezu frei von fossilen und anderen endlichen Energieträgern und hat ihre Souveränität in der Energieversorgung maximiert. Damit bleibt einerseits ein hoher Anteil der Wertschöpfung des energiewirtschaftlichen Sektors in der Region. Andererseits ist die Region gegenüber Knappheiten in akuten globalen Krisen abgesichert. Dies gelingt durch konsequente Energieeinsparung, durch die Steigerung der Effizienz und der Erzeugung, Speicherung und Nutzung einer breiten Palette regionaler, erneuerbarer Energien. Stabile digitale, technische sowie organisatorische Strukturen managen professionell das resiliente Energiesystem der Region. Die erfolgreiche Energiewende ist im

Landschaftsbild sichtbar und wird von den Menschen mitgetragen und unterstützt, da sie selbst darin investieren und davon profitieren.

Unsere Handlungsmaximen

- Reduktion des Energieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz in allen Bereichen und Sektoren
 - Maximierung der regionalen erneuerbaren Energieerzeugung, -speicherung und -nutzung mit ressourceneffizienten und ökonomischen Technologien
 - Intelligente und effiziente Kopplung von Erzeugungs-, Umwandlungs-, Speicher- und Nutzungskomponenten bei Strom, Wärme, Kälte und Wasserstoff
 - Schaffung der Voraussetzungen für die Einbindung der Bevölkerung und der regionalen Wirtschaft in Finanzierung und Organisation der Energieversorgung
-

Unsere Erfolgsindikatoren


- Energieverbrauch Strom, Wärme, Antriebsenergie pro Einwohner (*Quellen u.a. Netzbetreiber*)
 - Installierte Leistung Strom pro Einwohner (*Quellen u.a.: Marktstammdatenregister*)
 - Installierte Leistung Wärme pro Einwohner (*Quellen u.a.: solaratlas.de, wärmepumpenatlas.de, biomasseatlas.de, Genehmigungsbehörden*)
 - Errichtete Anlagen zur Speicherung und Umwandlung von Energie (*Quellen u.a.: Genehmigungsbehörden, Kommunen*)
 - Regionale Preise pro Kilowattstunde Strom und Wärme (*Quellen u.a.: Stadtwerke, Energieversorger*)
 - Eingeworbene Fördermittel (*Quellen u.a.: EEG, KfW-Bank, BAFA*)
 - Investitionen der Bürgerschaft und Wirtschaft (*Quellen u.a.: Energiegemeinschaften, Banken, Energieversorger*)
 - Anzahl gegründeter Energiegemeinschaften (*Quellen u.a.: Kommunen, Banken, Energieversorger*)
-

Unsere Leitprojekte bis 2030

- E1 Konzeptionelle Grundlagen zum EE-Ausbau mit begleitenden Dialogprozessen auf kommunaler Ebene
- E2 Ausbau erneuerbarer Energien
- E3 Gemeinschaftsfahrplan klimaneutrale Energieversorgung in der StädteRegion Aachen

3.1.2 Leitprojekte

E1 Konzeptionelle Grundlagen zum EE-Ausbau mit begleitenden Dialogprozessen auf kommunaler Ebene

<p>[Zeitraum] </p> <p>Beginn: 2023 Dauer: 4 Jahre / verstetigt</p> <hr/> <p>[Projektverantwortliche] </p> <ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutzmanagement der StädteRegion Aachen • Regionsangehörige Kommunen <hr/> <p>[weitere Partner]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Politik • Wirtschaft • Gesellschaft • Vereine und Verbände • Externe Dienstleister • Umweltamt <hr/> <p>[Zielgruppe] </p> <ul style="list-style-type: none"> • StädteRegion Aachen • Regionsangehörige Kommunen 	<p>E1 Konzeptionelle Grundlagen zum EE-Ausbau mit begleitenden Dialogprozessen auf kommunaler Ebene</p> <p>Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz</p> <p>Im Jahr 2018 wurde im Rahmen des Projekts „Regionaler Dialog Energie-wende (render)“ der „Regionale Energieplan Aachen 2030 – gemeinsam zur EnergieRegion“ ausgearbeitet. Darin wurde für die gesamte StädteRegion Aachen der Endenergieverbrauch für das Jahr 2013 und der Anteil regenerativ erzeugten Stroms für das Jahr 2017 ermittelt. Im Jahr 2017 konnten 17 % des Stromverbrauchs (2.930 GWh) über erneuerbare Energien - vornehmlich Windkraft (13 %) - gedeckt werden. Zudem wurden Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien in den Bereichen Wind, Dachflächenphotovoltaik und Freiflächenphotovoltaik für das Jahr 2030 abgeschätzt und drei mögliche Entwicklungspfade aufgezeigt. Biomasse, Wasserkraft, Klär- und Deponiegas spielen in der StädteRegion eine marginale Rolle. Der ambitionierteste Pfad setzte sich zum Ziel, bis zum Jahr 2030 75 % des Strombedarfs (2.750 GWh) über erneuerbare Energien zu decken. Dabei wurde aber nicht der steigende Strombedarf in den Sektoren Wärme und Mobilität berücksichtigt. Laut Agora⁶ wird sich aufgrund strombasierter Wärmeerzeugung (bspw. Wärmepumpen, Elektrolyse) und elektrifizierter Antriebe der Strombedarf zukünftig nahezu verdoppeln.</p> <p>Ziel der Fortschreibung des Regionalen Energieplans ist einerseits, den Status Quo zum Energiebedarf und Treibhausgasausstoß der StädteRegion zu aktualisieren und andererseits die Potenziale zum Ausbau Erneuerbarer Energien abzuschätzen – insbesondere mit Blick auf innovative und mittlerweile marktreife Lösungen zur klimafreundlichen Energieproduktion sowie unter Berücksichtigung neuer Rahmenbedingungen (z.B. 1,8 %-Flächenziel NRW, Abstandsregelungen).</p> <p>Die beschriebenen Aktivitäten sollen im Rahmen eines begleitenden Dialogprozesses / Umsetzungsdialogs regelmäßig politisch, gesellschaftlich und praxisnah begleitet, diskutiert und bei der Umsetzung stetig weiterentwickelt werden. Dafür kann auf dem ehemaligen Format des render-Dialogs aufgebaut werden, wobei aber der Fokus des Dialogprozesses auf dem kommunalen Umfeld und weniger im Umfeld der Hochschulen liegen soll.</p>
--	--

⁶ Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann

[Klimaschutzeffekte]



strukturelle Maßnahme (Grundlage für E2)

[Erfolgsindikatoren]



Anteil erneuerbarer Energieerzeugung an Gesamtenergieversorgung

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
130 AT/Jahr Klimaschutzmanagement
40 AT/Jahr Klimaschutzkoordination

Dienstleistungen:
140.000 €

Sachaufwand:
2.000 €

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Aktualisierte Energie- und Treibhausgasbilanz auf kommunaler Ebene
- Potenzialbetrachtung zum Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich Strom auf kommunaler Ebene
- THG-Minderungsszenarien unter Berücksichtigung des zukünftigen Strombedarfs aller Sektoren mit der Zielsetzung THG-Neutralität bis 2045
- Fortschreibung Regionaler Energieplan mit Integration der Sektoren Wärme und Mobilität
- Etablierte Wärmeplanung in den regionsangehörigen Kommunen
- Aktiver Dialogprozess zum Ausbau erneuerbarer Energien

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Energie- und Treibhausgasbilanz der StädteRegion und je Kommune inkl. grober Potenzialabschätzung zum Ausbau erneuerbarer Energien

- (1) Fördermittelantrag, Ausschreibung und Vergabe zur Erstellung einer Energie- und THG-Bilanz
- (2) Begleitung des Prozesses und Unterstützung bei der Datenerhebung
- (3) Abstimmung der Ergebnisse mit den regionsangehörigen Kommunen
- (4) Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanz alle 5 Jahre
- (5) Bedarfsgerechte Aktualisierung der Potenzialanalyse bei erheblichen Änderungen gesetzlicher Vorgaben oder technologischer Rahmenbedingen

AP 2: Fortschreibung des Regionalen Energieplans

- (1) Ausschreibung und Vergabe von kommunenspezifischen Potenzialstudien zum Windausbau (Zubau, Repowering) und zu PV-Freiflächenanlagen (Multifunktionale Flächennutzung) unter Berücksichtigung veränderter gesetzlicher Rahmenbedingungen (z.B. Abstandsflächen, vereinfachte Genehmigungsverfahren privilegierter Flächen)
- (2) Erstellung eines Katasters zu den Potenzialflächen Wind und Freiflächen-PV anhand von standardisierten Kriterienkatalogen mit dem Ziel, das 1,8 %-Flächenziel des Landes mindestens zu erfüllen (als Grundlage dient die Planungshilfe Windenergieausbau NRW)
- (3) Potenzialabschätzung zum Aufkommen biogener Reststoffe in der Städtereion sowie möglicher Verwertungsoptionen (Verbrennung, Vergärung, Pyrolyse)
- (4) Entwicklung von THG-Minderungsszenarien unter Berücksichtigung des zukünftigen Strombedarfs aller Sektoren mit der Zielsetzung THG-Neutralität bis 2040

AP 3: begleitender Dialogprozess / Umsetzungsdialog

- (1) Ansprache und Aufbau eines Akteursnetzwerkes (ggf. unter Einbindung ehemaliger Akteure des render-Dialogs) unter Nutzung des kommunalen Klimaschutznetzwerks (vgl. OK1)
- (2) Aufsetzen eines Beteiligungs- und Dialogprozesses mit verschiedenen Veranstaltungsformaten zum Wissens- und Erfahrungsaustausch mit anschließender Verstetigung in E2 (AP1)
- (3) Planung und Organisation einer Auftaktveranstaltung

[interessierte Kommune]



- Alle Regionsangehörige Kommunen

AP 4: Gesamtstrategie zur regionalen Wärmewende

- (1) Veranstaltung eines Expertenhearings zur kommunalen Wärmeplanung für regionsangehörige Kommunen
- (2) Aufsetzen von Qualitätsstandards zur guten fachlichen kommunalen Wärmeplanung als Grundlage für regionsangehörige Kommunen (durch die Klimaschutzkoordination, siehe Leitprojekt OK2)
- (3) Unterstützung bei den Planungen zur Abwärmenutzung der Müllverbrennungsanlage Weisweiler (da es sich um ein überregionales Unternehmen handelt)
- (4) Unterstützung der regionsangehörigen Kommunen bei der Etablierung der kommunalen Wärmeplanung als Daueraufgabe in der Stadtentwicklungsplanung
- (5) Aufsetzen eines Harmonisierungsprozesses der dominierenden Wärmeenergieträger in der Zukunft sowie Dekarbonisierungs- und Klimaschutzzielen in der StädteRegion (in Verbindung mit E3)

Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Betrachtung nicht-energetischer THG-Emissionen und natürlicher CO₂-Senkenpotenziale (aktive langfristige Speicherung von Kohlenstoff)

[aktive Kommunen]



- der überwiegende Anteil der Regionalkommunen hat bereits erste Schritte unternommen

Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- [Planungshilfe für Kommunen zum beschleunigten Windenergieausbau](#)
- [render – Gemeinsam zur Energieregion 2030](#)

E2 Ausbau erneuerbarer Energien

[Zeitraum]



Beginn: 2023
Dauer: 7 Jahre / verstetigt

[Projektverantwortliche]



- Klimaschutz der StädteRegion Aachen
- Klimaschutzkoordination
- Umweltamt/Genehmigungsbehörde
- Regionsangehörige Kommunen

[weitere Partner]

- Energieversorger
- Flächenbesitzende
- Landwirtschaft

[Zielgruppe]



- Regionsangehörige Kommunen
- Flächenbesitzende
- Landwirtschaft
- Eigentümer:innen von Restseen
- Industrieunternehmen

E2 Ausbau erneuerbarer Energien

Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz

Um den zukünftig stark steigenden Strombedarf in allen Sektoren (Strom, Wärme, Mobilität) decken zu können, bedarf es einem ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung (siehe auch Leitprojekt E1).

Den weitaus größten Anteil an der Stromgewinnung durch erneuerbare Energien in der StädteRegion Aachen hat laut Regionalem Energieplan (2018) die Windenergie. Bis 2018 deckte sie rund 13 Prozent des gesamten Stromverbrauchs (nur Stromsektor) in der StädteRegion. Seitdem konnten zahlreiche weitere Windkraftanlagen (WKA) realisiert werden oder befinden sich im Bau bzw. in planungsrechtlicher Genehmigung, so z.B. ein Windpark in der Gemeinde Simmerath. Potenziale zum Windkraftausbau und Anlagen-Repowering werden durch die Neuauflage des Energieplans (siehe Leitprojekt E1) aktualisiert, so dass basierend auf den Potenzialen in der StädteRegion der Windkraftausbau strategisch und interkommunal geplant werden kann.

Über das seit Februar 2023 in Kraft getretene Wind-an-Land-Gesetz (WaLG) sind die Bundesländer verpflichtet, bis Ende 2032 2 % der Bundesfläche für die Windenergie auszuweisen⁷. Nordrhein-Westfalen wird danach verpflichtet, 1,8 % der Landesfläche (Flächenbeitragswert) für die Windenergie zu sichern. Die Umsetzung erfolgt auf Ebene der Planungsregion und kann durch die Kommunen über gezielte Positivplanungen zur Flächensicherung beeinflusst werden. Um Möglichkeiten der Flächensicherung für die StädteRegion auszuloten, möchte die StädteRegion einen aktiven Dialogprozess etablieren (in Kombination mit dem Umsetzungsdialo E1 sowie dem Klimaschutznetzwerk OK1).

Um das Genehmigungsverfahren für Windkraftanlagen (WKA) in der StädteRegion zusätzlich zu beschleunigen, können Kommunen über die "Richtlinie der StädteRegion Aachen zur Förderung (ortsübergreifender) Windenergieplanung, Windenergie in Gewerbegebieten und Freiflächen-Photovoltaik sowie Agri-Photovoltaik" Unterstützung erhalten.

Im Bereich des Photovoltaik(PV)-Ausbau hat die StädteRegion insbesondere beim PV-Dachflächenausbau bereits einiges angestoßen und umgesetzt. So wurde ein PV-Dachflächenkataster erstellt und ein Förderprogramm für Privatinvestitionen aufgelegt. Im Jahr 2017 konnten in der StädteRegion Aachen auf Dachflächen 71 GWh regenerativer Strom erzeugt werden. Mit PV-Freiflächenanlagen wurden im Jahr 2017 28 GWh Strom erzeugt. Insbesondere im Ausbau der PV-Freiflächenanlagen wird ein großes Potenzial vermutet, welches über die Aktualisierung des Energieplans (siehe Leitprojekt E1) genauer definiert wird. PV-Freiflächenanlagen/-überdachungen auf versiegelten Flächen, Flächen mit Altlast, Randbereiche von Verkehrsstraßen sowie neue Wege in der multifunktionalen Flächennutzung

⁷ Wind-an-Land-Gesetz (WaLG) <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/wind-an-land-gesetz-2052764>

(Agri-PV⁸, Aqua-PV⁹) spielen dabei eine wichtige Rolle, für die Pilotprojekte geschaffen werden sollen. Zur Beschleunigung des PV-Freiflächenausbaus (FF-PV) hat der Bund im Januar 2023 ein Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht auf den Weg gebracht¹⁰. Das Gesetz sieht vor, dass PV-Freiflächenanlagen entlang von Verkehrsstrassen baurechtlich privilegiert zu betrachten sind. Eine strategische Umweltprüfung auf Basis einer regionaler Gebietskulisse ersetzt die Umweltverträglichkeitsprüfung für Einzelflächen durch Kommunen. Damit entfällt auch die Erstellung eines Bebauungsplans, jedoch nicht das Zulassungsverfahren zur Prüfung, ob öffentliche Belange oder Ziele der Raumordnung der Planung entgegenstehen.

Angelehnt an den Erfolg von PV-Dachanlagen können Erfolgsfaktoren auf den Kontext der Freiflächenanlagen übertragen werden. Handlungsoptionen liegen vielfältig vor, z.B. in der Entwicklung eines PV-Freiflächenkatalogs mithilfe eines zu definierenden regionsspezifischen Katalogs mit Kriterien und Standards zur Auswahl und Priorisierung von geeigneten Standorten. Damit können die regionsangehörigen Kommunen ihre ungenutzten Potenziale erkennen und durch geeignete Projekte heben.

Im Bereich der Bioenergie gilt es zukünftig biogenen Reststoffen aus Land- und Forstwirtschaft sowie Bioabfall aus Haushalt, Gewerbe und Lebensmittelindustrie den Vorzug gegenüber Energiepflanzen zu geben. Größtenteils müssen dafür bestehende (Energiepflanzen-)Anlagen umgerüstet oder erneuert werden. Die StädteRegion kann dies über Informationsveranstaltungen und Recherchen zum aktuellen Biomasseaufkommen und -verwertung proaktiv unterstützen. Die Potentiale hierzu werden im Regionalen Energieplan analysiert (siehe E1 Konzeptionelle Grundlagen zum EE-Ausbau mit begleitenden Dialogprozessen auf kommunaler Ebene).

[Klimaschutzeffekte]



Prognostizierte Annahmen:

- 10 Windkraftanlagen
- 10 Freiflächen-PV
- 5 Agri-PV
- 5 Aqua-PV

Ersatz durch EE:
118.750 MWh/a

Treibhausgaseinsparung:
52.250 tCO₂/a

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Fördervorhaben "Richtlinie der StädteRegion Aachen zur Förderung (ortsübergreifender) Windenergieplanung, Windenergie in Gewerbegebieten und Freiflächen-Photovoltaik sowie Agri-Photovoltaik"
- PV-Freiflächenanlagen
- Windkraftanlagen
- Pilotanlage „interkommunaler Windpark“
- Pilotanlage Agri-PV
- Pilotanlage Aqua-PV
- Zukunftsfähige Erzeugung von Bioenergie

⁸ Agri-PV: PV-Anlagen auf landwirtschaftlich genutzter Fläche (<https://agri-pv.org/de/>)

⁹ Aqua-PV: PV-Anlagen auf Aquakulturen oder Restseen (<https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/photovoltaik/photovoltaische-module-und-kraftwerke/integrierte-pv/agri-photovoltaik/aqua-pv.html>)

¹⁰ Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht (Januar 2023) <https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2023/6/VO.html>

[Erfolgsindikatoren]



- Anzahl Windkraft- und PV-Freiflächenanlagen in der Städte-Region
- Anzahl Pilotprojekte im EE-Ausbau
- Anteil erneuerbarer Energieerzeugung am Gesamtenergiebedarf

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
95 AT/Jahr Klimaschutzmanagement
70 AT/Jahr Klimaschutzkoordination

Dienstleistungen:
70.000 €

Sachaufwand:
1.000 €

Eingestelltes Budget für Förder-richtlinie:
234.000 €

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Unterstützung der regionsangehörigen Kommunen im Planungs- und Genehmigungsverfahren beim Ausbau erneuerbarer Energien

- (1) Aufsetzen, Bewerben und Begleiten des kommunalen Förderprogramms „Richtlinie der StädteRegion Aachen zur Förderung (ortsübergreifender) Windenergieplanung, Windenergie in Gewerbegebieten und Freiflächen-Photovoltaik sowie Agri-Photovoltaik“
- (2) Fortführung des Dialogprozesses aus E1 mit den regionsangehörigen Kommunen zum Ausbau erneuerbarer Energien und damit verbundenen aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen (in Verbindung mit dem kommunalen Klimaschutznetzwerks OK1):
 - Möglichkeit der „Positivplanung“ zur gezielten Flächensicherung in der Windenergieplanung zur Einhaltung der Flächenbedarfswerte des Wind-an-Land-Gesetzes (WaLG) des Bundes
 - Möglichkeiten der Koordinierung des Ausbaus von PV-Freiflächenanlagen bezüglich per Gesetz¹¹ definierter privilegierter Flächen
 - Einbindung regionaler (Bürger)Energiegenossenschaften zur Sicherung von EE-Ausbauflächen für lokale Energieversorger zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung

AP 2: Unterstützung der regionsangehörigen Kommunen bei der Planung von (inter-)kommunalen Windkraft-Vorhaben

- (1) Information und Vernetzung von interessierten regionsangehörigen Kommunen (Bedarf/Interesse im Rahmen des Klimaschutznetzwerks abfragen – vgl. OK1)
- (2) Unterstützung bei Flächensuche/Standortplanung auf Grundlage des Windkatasters (vgl. E1)
- (3) Initiierung eines Pilotprojekts „interkommunaler Windpark“ und öffentlichkeitswirksame Begleitung des Vorhabens

AP 3: Pilotanlage Agri-PV und Aqua-PV

- (1) Ansprache, Information und Gewinnung von potenziellen Umsetzungspartnern (landwirtschaftliche Betriebe, Eigentümer:innen von Restseen, Sponsoren) für eine Agri-PV-Pilotanlage oder Aqua-PV-Anlage
- (2) Gemeinsame Standortidentifizierungen unter Berücksichtigung der Anbaukulturen, ökologischer Aspekte etc.
- (3) Öffentlichkeitswirksame Begleitung von Bau und Inbetriebnahme der Anlage

¹¹ Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht (Januar 2023) <https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2023/6/VO.html>

[interessierte Kommune]



- Alsdorf (FF-PV, Agri-PV)
- Baesweiler (Windenergie, FF-PV, Agri-PV)
- Eschweiler (FF-PV, Agri-PV)
- Herzogenrath (Windenergie, FF-PV)
- Simmerath (FF-PV, Agri-PV)
- Stolberg (FF-PV, Agri-PV)
- Roetgen (FF-PV)

AP 4: zukunftsfähige Bioenergie

- (1) Zusammenstellung der in der StädteRegion anfallenden biogenen Reststoffe (Land- und Forstwirtschaft, Bioabfall der Haushalte, Gastronomie und der Lebensmittelindustrie) und deren derzeitige Verwertung
- (2) Aufzeigen möglicher Verwertungsoptionen (holzige Reststoffe für Pyrolyse, Biomassevergärung) und resultierender Energie- und Rohstoffgewinnung (z.B. Pflanzenkohle)
- (3) Informationsveranstaltung für Biogasanlagenbetreiber zu Umrüstmöglichkeiten von Energiepflanzenanlagen

Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Entwicklung einer interkommunalen Tauschbörse zur Erfüllung des 1,8 %-Flächenziels des Landes NRW
- Unterstützung bei der Umsetzung von vorhandenen Wasserstoffstrategien prüfen
- Aufbau von Erneuerbare Energy-Hubs (Modul, in dem verschiedene Energieträger umgewandelt, weitergeleitet und gespeichert werden können z.B. erneuerbarer Strom zu Gas)

[aktive Kommunen]



- Stadt Herzogenrath
- Gemeinde Simmerath
- Stadt Eschweiler

Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- Energiepark Herzogenrath
- Windpark Simmerath (Eigenversorgungsgrad bei über 200 %)
- Geothermie-Projekt Weisweiler (3000 m tiefe Bohrungen mit Fraunhofer Institut)

E3 Gemeinschaftsfahrplan klimaneutrale Energieversorgung in der StädteRegion Aachen

[Zeitraum]



Beginn: 2023

Dauer: 5 Jahre / verstetigt

[Projektverantwortliche]



- Klimaschutz der StädteRegion Aachen
- EWV Energie- und Wasser-Versorgung GmbH
- E.V.A. Energieversorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH Aachen
- enwor - energie & wasser vor ort GmbH
- STAWAG Stadtwerke Aachen AG

[weitere Partner]

- weitere Energieversorger und Netzbetreiber
- (Bürger)Energiegenossenschaften
- Wirtschaftsförderungen
- regionsangehörigen Kommunen

[Zielgruppe]



- Energieversorgungsunternehmen (EVU)
- Industrieunternehmen

E3 Gemeinschaftsfahrplan klimaneutrale Energieversorgung in der StädteRegion Aachen

Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz

Die drei Energieversorgungsunternehmen der StädteRegion Aachen übernehmen in ihrer Aufgabe als Versorgungs- und Produktionsunternehmen eine besondere Verantwortung in den relevanten Sektoren Energie, (Ab-) Wasser und Mobilität. Damit sind sie wichtige Schlüsselakteure in der Energiewende von Kommunen und Regionen. Einerseits sind sie weiterhin gefordert, ihre konventionellen Angebote und Leistungen CO₂-neutral, digital, dezentral und krisensicherer umzugestalten. Andererseits können sie in neue Geschäftsfelder wie bspw. Elektromobilität, Digitalisierung, EnergyCommunities einsteigen und damit ihre Schlüsselrolle in der Energiewende der Kommunen ausbauen und vom Kunden nicht nur mehr als Versorger, sondern als „Umsorger“ wahrgenommen werden.

Mit diesem Leitprojekt werden vier konkrete Ziele verfolgt:

- Aufbauend auf den vorhandenen Net-Zero-Strategien und Zielen sollen die etablierten EVUs konkrete unternehmensspezifische Klimaneutralitätsfahrpläne aufstellen, die im Folgenden kontinuierlich umgesetzt und fortgeschrieben werden. Die Fahrpläne sind über die BAFA-Förderung „Modul 5 Transformationskonzepte“ förderfähig. Die individuellen Transformationskonzepte bilden die Grundlage für eine abgestimmte und harmonisierte Gesamtstrategie zur Erreichung der CO₂-Neutralität in der StädteRegion.
- Mit dem Projekt „Klimaneutrale Unternehmen“ sollen sich sukzessive weitere Unternehmen mit Transformationskonzepten auf den Weg machen und mit Hilfe einer digitalen Plattform für Energiebedarfe und -verbräuche ein Planungsinstrument (digitaler Zwilling) für die zunehmende Verbesserung und Anpassung der Gesamtstrategie geschaffen werden.
- Mit der EVU-Kooperation soll die wirtschaftliche Zusammenarbeit der bisherigen und zukünftigen EVUs in den Quartieren aber auch über die Region hinaus gestärkt werden und Synergien (bspw. Kapital und Knowhow) für das immer komplexer werdende Energiesystem bestmöglich genutzt werden.
- Insbesondere Gewerbegebiete haben einen hohen Energiebedarf und verfügen zeitgleich auch über ein großes Potenzial zum PV-Ausbau (Hallendächer, Pkw-Parkplatz, Freiflächen). Um eine treibhausgasneutrale Energieversorgung des Gewerbegebietes zu erreichen, gilt es einerseits die Lösungswege zum Aufbau von Partnerschaftskonzept „Energy Communities“ (oder auch Bilanzkreismodellen, Nachbarschafts- bzw. Quartiersstrom) zu finden sowie die Umsetzung von (Kalte)Nahwärmenetze zu prüfen. In beiden Bereichen können die EVUs in ihrer neuen Rolle als „Umsorger“ auftreten und unterstützen.

[Klimaschutzeffekte]



Endenergieeinsparung:
241.414 MWh/a
Treibhausgaseinsparung:
255.368 t/a

[Erfolgsindikatoren]



- Anzahl an EVUs und Unternehmen mit Transformationsplan

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
85 AT/Jahr Klimaschutzmanagement
Dienstleistungen:
25.000 €
Sachaufwand:
10.000 €

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Gemeinsame Zielvereinbarung zur CO₂-neutralen Energieversorgung in der StädteRegion Aachen
- Transformationskonzept je EVU
- energieintensive Unternehmen mit Transformationskonzepten
- Treibhausgasneutrale Gewerbegebiete
- Partnerschaftskonzept „Energy Communities“

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Individuelle Klimaneutralitäts-Fahrpläne (Transformationskonzepte) für EVUs

- (1) Konkretisierung des ca. 1-jährigen Kooperationsprojektes und Gewinnung der Entscheidungsträger:innen in den EVUs sowie der StädteRegion samt Bereitstellung der nötigen personellen und finanziellen Ressourcen
- (2) Organisation und Moderation von regelmäßigen Erfahrungsaustauschen während der Konzepterarbeitung inkl. Kick-Off-Treffen mit den EVUs und den beauftragten externen Dienstleistern
- (3) Erarbeitung und Abstimmung von Zielvereinbarungen zwischen StädteRegion, regionsangehörigen Kommunen und EVUs

AP 2: Projekt „Klimaneutrale Unternehmen“

- (1) Gewinnung von möglichst energieintensiven Unternehmen zur Teilnahme an der 2. Runde des Kooperationsprojektes zur Erstellung von Transformationskonzepten für Unternehmen ggf. über den ÖKOPROFIT-Klub der StädteRegion Aachen
- (2) Kontinuierliche Fortschrittskontrolle und Anpassung der gemeinsamen Zielsetzung und Gesamtstrategie

AP 3: Treibhausgasneutrale Gewerbegebiete

- (1) Ansprache und Gewinnung eines Pilot-Gewerbegebiets und relevanter Schlüsselakteure (z.B. EVUs)
- (2) Gemeinsame Erarbeitung einer Projektskizze „Treibhausgasneutrales Gewerbegebiet“ unter Berücksichtigung von Abwärmepotenzialen (Bestandteil kommunale Wärmeplanung), PV-Freiflächen und PV-Dachflächenausbau, Energy-Community (bzw. Nachbarschaftsstrom) Kaltes Nahwärmenetz, Großwärmepumpen, Ausbau Wasserstoff, betriebl. Mobilität, ggf. Klimaanpassung
- (3) Ausschreibung und Vergabe einer Machbarkeitsstudie inkl. Potenzialanalyse

[interessierte Kommune]



AP 4: Aufbau einer EVU-Kooperation

- (1) Konkretisierung der Möglichkeiten und Notwendigkeiten der verbesserten zukunftsweisenden Zusammenarbeit unter Einbeziehung neuer, intelligenter, vernetzter CO₂-neutraler Angebote und Geschäftsfelder
- (2) Konkretisierung und Weiterentwicklung von gemeinsamen Finanzierungsstrategien zur Unterstützung der Energiewende in Unternehmen und Haushalten
- (3) Konkretisierung eines Partnerkonzepts für zukünftige lokale Energy Communities, die sich auf Grund von zwei EU-Direktiven weiter etablieren werden¹²
- (4) Gewinnung der wesentlichen Energieversorger, Netzbetreiber etc. zur zukünftigen Zusammenarbeit und Aufbau der EVU-Kooperation

Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Gesamtstrategie „Klimaneutrale Energieversorgung in der StädteRegion Aachen“ unter Berücksichtigung der Zielvereinbarung mit den EVUs sowie der bis dahin gereiften kommunalen & regionalen Pläne (kommunale Wärmeplanung, regionaler Energieplan etc.) (siehe Leitprojekt E1).
- Zielsetzung CO₂-neutrale Kommunalverwaltung in der StädteRegion und in den regionsangehörigen Kommunen forcieren

Förder- & Finanzierungsmöglichkeiten

- BAFA Modul 5 [Transformationskonzepte](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Energieeffizienz_und_Prozesswaerme/Modul5_Transformationskonzepte/modul5_transformationskonzepte_node.html) https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Energieeffizienz_und_Prozesswaerme/Modul5_Transformationskonzepte/modul5_transformationskonzepte_node.html

[aktive Kommunen]



Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- ÖKOPROFIT-Klub <https://www.staedteregion-aachen.de/oekoprofit>

¹² Energy Market Directive (EMD 2019/944/EU) und Renewable Energy Directive (RED 2018/2001/EU). Weitere Informationen u.a. im Forschungsprojekt [Smart Energy System ERA-Net](#)

3.2 Handlungsfeld Gebäudesektor

3.2.1 Strategie

Unsere langfristige Vision

Die öffentlichen und privaten Wohn- und Nichtwohngebäude der StädteRegion Aachen sind hinsichtlich der Errichtung und des Betriebs treibhausgasneutral. Geeignete Dach- und Fassadenflächen werden multifunktional zur Erzeugung von Energie sowie zur Verbesserung des Mikroklimas und Förderung der Biodiversität genutzt. Ein innovatives regionsweites Finanzierungsmodell gewährleistet die soziale Abfederung energetischer Gebäudemodernisierung und gibt der kontinuierlichen Maßnahmenumsetzung einen Schwung.

Zukünftige Neubauten werden stets treibhausgasneutral errichtet, wobei sich die Treibhausgasneutralität sowohl auf den Energiebedarf als auch auf die Gebäudesubstanz bezieht. Die Rückbaufähigkeit aller neu errichteten Gebäude ist sichergestellt und ermöglicht die Wiederverwendung oder Wiederverwertung der Baustoffe.

Öffentliche Gebäude nehmen dabei eine Vorbildfunktion ein. Ein professionelles Energie- und Umweltmanagementsystem für öffentliche Gebäude ist etabliert.

Die kommunale Wärmeplanung wird als kontinuierlicher Prozess in den Stadtplanungsämtern etabliert und konsequent vorangebracht, damit den Gebäudeeigentümer:innen und Investoren eine gute Planungssicherheit gewährleistet werden kann.

Siedlungsräume werden maßvoll (nach)verdichtet und der Flächenverbrauch für Bauland im Außenbereich gestoppt. Quartieren mit hoher baulicher Dichte stehen hochwertige, multifunktional nutzbare öffentliche Räume im direkten Umfeld zur Verfügung. Freigehaltene Landschaftsräume zwischen den Siedlungen sind sichtbar und stehen den Bewohner:innen für eine vielfältige Nutzung zur Verfügung. Das Konzept der „Stadt der kurzen Wege“ ist erlebbar und trägt zur Verwirklichung der 17 UN-Nachhaltigkeitsziele bei.

Unsere Handlungsmaximen

- Schnellstmögliche und effektive Etablierung von kommunalen Wärmeplanungen und Qualifizierung des beauftragten Personals
- Maximierung der gebäudegebundenen und lokal erzeugten erneuerbaren Energien
- Förderung der Gebäude- und Anlageneffizienz sowie der Minimierung von Öl- und Gasheizungen
- Verwendung nachhaltiger, klima- und ressourcenschonender Baustoffe
- Optimierung des öffentlichen und kommunalen Gebäudebestands zur Vorbildwirkung
- Verbesserung der (Volks)Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit von privaten Sanierungsmaßnahmen u.a. durch Ausweisung von Sanierungsgebieten und Erstellung von Quartierskonzepten
- Konsequente Nutzung bauleitplanerischer, regionalplanerischer und baulandpolitischer Instrumente in der Stadt- und Regionalentwicklung
- Abschluss von Zielvereinbarung mit privaten und kommunalen Wohnungsbaugesellschaften sowie den regionalen Energieversorgern zur kontinuierlichen Förderung eines treibhausgasneutralen Gebäudebestands

Unsere Erfolgsindikatoren

- Eingeworbene Fördermittel (*Quellen u.a.: EEG, KfW-Bank, BAFA*)
- Eigenverbrauchsquote (*Quellen u.a.: Energieversorger*)
- Anzahl ausgewiesener Sanierungsgebiete (*Quellen u.a.: Kommunen*)
- Anzahl erstellter Quartierskonzepte und etablierter Sanierungsmanagements (*Quellen u.a.: Kommunen*)
- Anzahl installierter Öl-, Gas-, Holzfeuerkessel, Wärmepumpen (*Quellen u.a.: Schornsteinfeger, Genehmigungsbehörde*)
- Anzahl kommunaler Neubauten mit CO₂-neutralen Baustoffen (*Quellen u.a.: Kommunen*)
- Anzahl in Anspruch genommener Energieberatungen für das Eigenheim (*Quellen u.a.: Energieagenturen, Energieberater*)

Unsere Leitprojekte bis 2030

G1 Vorbild kommunale Liegenschaften

- G2 Zukunftsquartiere
- G3 Stärkung des regionalen Handwerks durch Fachkräfte-Offensive und Regionalisierung von nachhaltigen Wertschöpfungsketten

3.2.2 Leitprojekte

G1 Vorbild kommunale Liegenschaften

<p>[Zeitraum] </p> <p>Beginn: 2024 Dauer: 6 Jahre</p> <hr/> <p>[Projektverantwortliche] </p> <ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutz StädteRegion Aachen • Immobilienmanagement StädteRegion Aachen • Energiemanagement StädteRegion Aachen • Klimaschutzkoordination <hr/> <p>[weitere Partner]</p> <ul style="list-style-type: none"> • regionsangehörige Kommunen <hr/> <p>[Zielgruppe] </p> <ul style="list-style-type: none"> • StädteRegion Aachen • regionsangehörige Kommunen Kommunalpolitik • Eigenbetriebe • Hausmeister • Personal 	<p>G1 Vorbild kommunale Liegenschaften</p> <p>Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz</p> <p>Kommunen können über die Gestaltung ihrer eigenen Liegenschaften als Vorbild gegenüber anderen öffentlichen und nichtöffentlichen Einrichtungen wie auch gegenüber Bürgerinnen und Bürgern voran gehen. Gestaltungsmöglichkeiten liegen dabei in den Bereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • energetische Gebäudesanierung, • gebäudegebundene erneuerbare Energieerzeugung und • nachhaltige und klimafreundliche Baustoffe. <p>Wichtige Grundlage zur energetischen Gebäudesanierung ist der Aufbau bzw. Ausbau eines Energiemanagements. Vereinzelt regionsangehörige Kommunen, ebenso wie die StädteRegion, haben bereits erste Schritte zum Energiemanagement unternommen. Deren Verstetigung und Systematisierung soll nun angegangen und bestenfalls auf alle regionsangehörigen Kommunen ausgeweitet werden.</p> <p>Bei einem kommunalen Energiemanagement (KEM) handelt es sich um einen systematischen und kontinuierlichen Prozess zur Erfassung, Steuerung und fortlaufenden Verbesserung der energetischen Leistung innerhalb der relevanten Sektoren wie beispielsweise Gebäude und Verkehr. Das KEM trägt somit dazu bei, den Energieverbrauch und die damit verbundenen Energiekosten und Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Es umfasst alle Tätigkeiten, die geplant und durchgeführt werden, um bei gleicher Leistung den geringsten Energieeinsatz sicherzustellen, unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden, Arbeitsabläufe energetisch zu optimieren und die Treibhausgasbilanz einer Organisation zu verbessern.</p> <p>Die regelmäßigen Bestandsaufnahmen im Rahmen des KEM identifizieren nicht nur ineffiziente Anlagentechnik, sondern auch fehlerbehaftetes Nutzungsverhalten. Mit einem KEM können umgehend geeignete Maßnahmen sowie ein Monitoring, das die Regulierung und die sinnvolle Fortführung der Maßnahmen sichert, eingeleitet und gesteuert werden. Perspektivisch kann das KEM auf ein gefördertes Umweltmanagementsystems (UMS) bezüglich Umweltaspekte ausgeweitet werden.</p> <p>Ein geeignetes, speziell für Kommunen entwickeltes System ist das Kommunale Energiemanagement System KomEMS¹³. Zudem ist die Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements über die Kommunalrichtlinie der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) förderfähig.</p> <p>Die Verwaltung der StädteRegion Aachen geht mit gutem Beispiel voran und etabliert ein Energiemanagement für ihre kommunalen Gebäude unter Nutzung des Fördermittelprogramms „Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements“ der Nationale Klimaschutzinitiative.</p>
--	--

¹³ Kom.EMS (Kommunales Energiemanagement-System <https://www.komems.de/>)

Zudem kann die StädteRegion über die Stelle der Klimaschutzkoordination (siehe Leitprojekt OK2) die regionsangehörigen Kommunen über KEM informieren und zur Willensbildung innerhalb der Kommune beitragen.

[Klimaschutzeffekte]



Annahmen:
Reduktion 10-20 %
Endenergieeinsparung:
13.176 MWh/a
Treibhausgaseinsparung:
4.960 t CO₂/a

[Erfolgsindikatoren]



- reduzierter Energieverbrauch kommunaler Liegenschaften
- Anzahl umgesetzter energetischer Sanierungsvorhaben

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
35 AT/ Jahr Klimaschutzmanagement
30 AT/ Jahr Klimaschutzkoordination

Dienstleistungen:
175.000 €
Sachaufwand:
45.000 €

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Etabliertes KEM in den kommunalen Gebäuden der StädteRegion Aachen und in den regionsangehörigen Kommunen
- Automatisierte Energiedatenerfassung
- Kommunale Baustandards für klimafreundliches Bauen
- Installation der größtmöglichen wirtschaftlich-technisch sinnvoll zu erreichenden Stromerzeugungsleistung durch Photovoltaik bei allen Neubauten und Dachsanierungen
- Nach Möglichkeit extensive Begrünung von Dachflächen, bestenfalls in Kombination mit PV-Anlagen
- fundierte Entscheidungsgrundlagen für effizienten Einsatz von Sanierungsinvestitionen
- Energetisch sanierte kommunale Liegenschaften
- Neubauten in nachhaltiger Bauweise

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Erweiterung des Energiemanagements in der Verwaltung der StädteRegion Aachen

- (1) Prüfung und ggf. nachfolgende Antragsstellung im Rahmen des Fördermittelprogramms „Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements“
- (2) Gegenüberstellung verschiedener Energiemanagementsysteme (kom.EMS, eea®, DIN-EN-ISO5001) und Vorstellung im Städteregionstag mit Herbeiführung eines Beschlusses zur Implementierung eines für die StädteRegion Aachen geeigneten Energiemanagementsystems
- (3) Erweiterung des bestehenden Energiemanagements um eine geförderte Personalstelle und Implementierung eines Energiemanagementsystems
- (4) Teilnahme an Zertifizierungsverfahren (z.B. eea®)

AP 2: Kommunale Baustandards für klimafreundliches Bauen

- (1) Prüfung von (bau-)rechtlichen Randbedingungen, Vorgaben und Prozessen
- (2) Entwicklung geeigneter Indikatoren zur Bewertung des Einsatzes energiearmer Baustoffe und nachwachsender Rohstoffe am Beispiel Holz sowie zur erneuerbaren Energieversorgung und Gebäudebegrünung für die StädteRegion und als Vorlage für die regionsangehörigen Kommunen

[interessierte Kommune]



- Stadt Herzogenrath (zentrales Energiemanagement-Personal bei der StädteRegion Aachen)
- Stadt Würselen und Stadt Stolberg (Informationsangebot zum Energiemanagement)

- (3) Entwicklung von Empfehlungen und Zielvorgaben bzgl. dem Einsatz von energiearmen Baustoffen und nachwachsenden für die StädteRegion und als Vorlage für die regionsangehörigen Kommunen
- (4) Bevorzugter Einsatz von Recycling-Baustoffen im Hoch- und Tiefbau
- (5) Errichtung von Kindertageseinrichtungen in nachhaltiger System-/ Modulbauweise

AP 3: Erstellung und Umsetzung von Fahrplänen zur energetischen Sanierung für ausgewählte Liegenschaften der StädteRegion Aachen

- (1) Aufbauend auf den Ergebnissen des Energiemanagements: Identifizierung von Handlungsbedarfen zur energetischen Sanierung in den Liegenschaften der StädteRegion
- (2) Erstellung von Sanierungsfahrplänen z.B. nach BAFA „Energieberatung für Nichtwohngebäude“ unter Berücksichtigung der entwickelten kommunalen Baustandards für CO₂-neutrales Bauen
- (3) Umsetzung der Sanierungsfahrpläne nach Dringlichkeit

AP 4: Information der regionsangehörigen Kommunen im KEM durch die Klimaschutzkoordination (siehe Leitprojekt OK2)

- (1) Zusammenstellung von Informationsmaterialien zu KEMs für die regionsangehörigen Kommunen
- (2) Prüfen und abstimmen, ob ein gemeinsames zentrales Energiemanagement (inkl. Personal) bei der SRAC für die Kommunen eingerichtet werden kann.

Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Organisation von Vernetzungs- und Fortbildungsformaten für Energiemanager:innen
- Zielsetzung CO₂-neutrale Kommunalverwaltung in der StädteRegion und in den regionsangehörigen Kommunen forcieren

Förder- & Finanzierungsmöglichkeiten

- Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements | Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/implementierung-und-erweiterung-eines-energiemanagements>
- Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen [BAFA - Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude](#)

[aktive Kommunen]



- StädteRegion Aachen
- Stadt Eschweiler
- Stadt Aachen
- Stadt Herzogenrath
- Stadt Baesweiler
- Stadt Stolberg
- Stadt Würselen

Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- Von der StädteRegion Aachen umgesetzte nachhaltige Bauprojekte und Sanierungen
- Von den Kommunen umgesetzte nachhaltige Bauprojekte und Sanierungen
- In der StädteRegion wurde im Jahr 2015 das Energiemonitoringtool E2watch¹⁴ etabliert. Zwischenzeitlich waren etwa 10 Gebäude der regionsangehörigen Kommunen angeschaltet. Derzeit wird die

¹⁴ E2watch [e2watch: Energiemanagement der StädteRegion Aachen](#)

internetbasierte Fernüberwachung der kommunalen Gebäude wenig genutzt, könnte aber mit Blick auf die steigenden Energiepreise wieder von Interesse werden.

- Die Städte Aachen (Gold-zertifiziert) und Eschweiler (zertifiziert) haben über den European Energy Award¹⁵ ihr Energiemanagement aufgebaut.
- Kom.EMS www.komems.de
- Hackschnitzelanlage auf dem Bauhof in Herzogenrath
- Biogas-Anlage für das Schwimmbad in Baesweiler

G2 Zukunftsquartiere

[Zeitraum]



Beginn: 2024
Dauer: 2 Jahre

[Projektverantwortliche]



- Klimaschutz der StädteRegion Aachen
- Klimaschutzkoordination
- Regionsangehörige Kommunen

[weitere Partner]

- Energieversorgungsunternehmen
- altbau plus e.V.
- Verbraucherzentrale NRW
- Wohnungsbaugesellschaften /-genossenschaften
- externe Dienstleister

[Zielgruppe]



- regionsangehörige Kommunen
- Gebäudeeigentümer:innen
- Quartiersbewohnende

G2 Zukunftsquartiere

Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz

Der Klimaschutz stellt eine besondere Herausforderung an das Zusammenleben der Bürgerinnen und Bürger. Gleichzeitig sollen Wohn- und Lebensqualität, Sozialverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit sowie Kultur und Denkmalschutz nicht hintenanstehen, wenn es um Fragen eines zielführenden Klimaschutzes geht. Neben dem Klimaschutz gilt es den bereits spürbaren Folgen des Klimawandels in den Quartieren entgegenzutreten und zukünftig zu erwartende Klimawandelfolgen in der Quartiersentwicklung in besonderem Maße mitzudenken.

Mithilfe von energetischen Quartierskonzepten kann die Sanierungsrate des Bestandswohnungsbaus erheblich erhöht werden. Gleichzeitig können Energie- und Wärmeversorgungsmöglichkeiten hinsichtlich Erneuerbarer Energien auf Quartiersebene untersucht und ausgebaut werden.

Der integrierte Ansatz der Quartierskonzepte adressiert zudem die Aufenthaltsqualität, die Mobilitätswende und Maßnahmen zur Klimawandelanpassung im öffentlichen Raum. Während der einjährigen Bearbeitungszeit wird zudem ein umfassender Dialogprozess mit den heterogenen Eigentümer:innen und Mieter:innen geführt. Ziel ist hierbei die Quartiersentwicklung auf die Bedarfe der Quartiersbewohnenden auszurichten.

Die StädteRegion Aachen sieht sich hierbei in ihrer Rolle als Koordinatorin (siehe Leitprojekt OK2). Es gilt die regionsangehörigen Kommunen beispielsweise zum Förderprogramm KfW432 zu informieren und allgemeine Klimaschutzaktivitäten in den Quartieren anzuregen. Im Rahmen des kommunalen Klimaschutznetzwerkes können Kommunen mit ähnlichen Interessen zusammengebracht werden und bei der Durchführung unterstützt werden. Ziel ist es hier den Rahmen für eine Unterstützung der Kommunen zu schaffen und das entsprechende Know How bereitzustellen.

¹⁵ European Energie Award <https://www.european-energy-award.de/>

[Klimaschutzeffekte]



Annahmen:
 9 Quartiere á 600 WE á 150m²
 Endenergieeinsparung:
 44.489 MWh/a
 Treibhausgaseinsparung:
 23.989 t CO₂/a

[Erfolgsindikatoren]



- Anzahl erstellter Quartierskonzepte
- gesteigerte Sanierungsrate im Bestandswohnungsbau

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
 25 AT/ Jahr Klimaschutzmanagement
 60 AT/ Jahr Klimaschutzkoordination

Sachaufwand:
 15.000 €

[interessierte Kommune]



- Stadt Alsdorf (Unterstützung Entwicklung Bestandsquartiere)
- Stadt Würselen (Unterstützung Planung/Durchführung bei Stadtentwicklung von Neubaugebieten)

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Übersichtliche Darstellung themenspezifischer Quartierslösungen inkl. Empfehlungen und Verweise auf Vorzeigeprojekte
- Weitere Modellprojekte zu innovativen Quartierslösungen in der Städte-Region
- Beratungsangebot zum Förderprogramm Energetische Stadtsanierung KfW 432
- Erstellte Quartierskonzepte mit anschließendem Sanierungsmanagement zur Konzeptumsetzung

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Impulse für zukunftsfähige Quartiere

- (1) Zusammenstellung von Informationsmaterialien und Empfehlungen zu innovativen, nachhaltigen Quartierslösungen nach dem Baukastenprinzip zu den Themenfeldern:
 - Energieversorgung und Ausbau erneuerbare Energien
 - Energetische Sanierung im Bestand
 - Serielles Sanieren (dena – Energiesprung)
 - Multifunktionale Flächennutzung / Flächenkodierung
 - Klimaanpassung im/am Gebäude und im öffentlichen Raum (Schwammstadt, natürliche Verschattung etc.)
 - Multimodale Mobilitätslösungen
 - Bedarfs- und generationengerechte Angebote (Workspace, Sharing-Optionen, Gesundheitswesen, Angebote des täglichen Bedarfs)
 - Digitalisierung
- (2) Organisation und Durchführung von Informationsveranstaltung und ggf. Exkursionen zu Praxisbeispielen/Vorzeigeprojekten in der Quartiersplanung bspw. zu bereits bestehenden Klima-Quartieren (KlimaQuartier.NRW) oder Pilotprojekten nach Energiesprung-Prinzip in NRW

AP 2: Beratung zum Förderprogramm Energetische Stadtsanierung KfW 432 durch die Klimaschutzkoordination (siehe Leitprojekt OK2)

- (1) Begleitung der regionsangehörigen Kommunen bei Entscheidungsprozessen zur Ausschreibung, thematischen Schwerpunkten sowie zur Festlegung der Quartiersgrenzen (insbesondere sind dabei Abwärmequellen aus industriellen Prozessen und der Müllverbrennung zu berücksichtigen) von integrierten energetischen Quartierskonzepten
- (2) Ggf. Koordination einer interkommunalen gebündelten/kombinierten Erstellung mehrerer Quartierskonzepte

[aktive Kommunen]

- Stadt Eschweiler
- Gemeinde Simmerath
- Stadt Stolberg



Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Wissensaustausch und Netzwerkarbeit zu den Ergebnissen aus den Quartierskonzepten

Förder- & Finanzierungsmöglichkeiten

- [Energetische Stadtsanierung Zuschuss Kommunen KfW 432](#)
- [KlimaQuartier.NRW https://www.land.nrw/pressemitteilung/neues-landesprojekt-klimaquartiernrw-gestartet](https://www.land.nrw/pressemitteilung/neues-landesprojekt-klimaquartiernrw-gestartet)
- progres.nrw – Förderinstrumente für die Energiewende <https://www.bra.nrw.de/energie-bergbau/foerderinstrumente-fuer-die-energiewende>
- KlimaGebäude.NRW <https://www.bra.nrw.de/energie-bergbau/foerderinstrumente-fuer-die-energiewende/foerderung-von-klimagebaeudenrw-innerhalb-von-landesprojekten>

Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- Energiesprong <https://www.energiesprong.de/startseite/> Pilotprojekt in Mönchengladbach <https://www.energiesprong.de/marktentwicklung-aktuell/piloten-und-projekte/erstes-energiesprong-reallabor-in-deutschland-mg/>
- Eschweiler IEQK „Innenstadt“
- Eschweiler InnovationCity (KfW 432)
- [Faktor X Siedlung](#) Eschweiler – ressourceneffizientes Bauen und Wohnen
- Projekt "klimAIX" klimagerechte Gewerbeflächenentwicklung der StädteRegion Aachen <https://www.staedtereion-aachen.de/de/navigation/aemter/mobilitaet-und-klimaschutz-s-64/klimaschutz/i-ndividuelle-anpassung/klimaix>
- Simmerath: Entwicklung neuer Holzbauweisen für Wohngebäude (BGZ Simmerath und FH Aachen)
- Stolberg: Projekt Restor - Verkauf von Baugrundstücken an ökologischste Bauvorhaben (nach Kriteriensystem) anstatt Höchstgebot (cradle to cradle)

G3 Stärkung des regionalen Handwerks durch Fachkräfte-Offensive und Regionalisierung von nachhaltigen Wertschöpfungsketten

[Zeitraum]



Beginn: 2024

Dauer: 6 Jahre / verstetigt

[Projektverantwortliche]



- Klimaschutz der StädteRegion Aachen
- Bildungsbüro der StädteRegion Aachen
- HWK Aachen
- IHK Aachen
- Wirtschaftsförderungen

[weitere Partner]

- (Fach)Hochschulen
- Weiterführende Schulen
- Ausbildungsstätten
- Handwerksbetriebe
- Jobcenter
- Berufsinformationszentrum

[Zielgruppe]



- Handwerk und Industrie
- Gewerbe, Handel und Dienstleistungsbetriebe
- Landwirtschaft
- Jugendliche / Berufsanfänger

[Klimaschutzeffekte]



strukturelle Maßnahme (unterstützend zu E2 und G2-1)

G3 Stärkung des regionalen Handwerks durch Fachkräfte-Offensive und Regionalisierung von nachhaltigen Wertschöpfungsketten

Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz

Um den Ausbau der erneuerbaren Energieversorgung sowie die energetische Sanierung zügig voranzubringen, braucht es neben dem Entschluss aktiv zu werden und den finanziellen Mitteln auch die Verfügbarkeit entsprechender Fachkräfte zur Umsetzung der Projekte. Die StädteRegion Aachen will dem Fachkräftemangel vorbeugen und gemeinsam mit den Wirtschaftsförderungen, den Kammern und Innungen sowie Ausbildungsstätten ganzheitliche Lösungen zur Attraktivitätssteigerung handwerklicher Berufe und Minderung bürokratischer Hürden entwickeln.

Es gilt eine Fachkräftestrategie zur langfristigen Attraktivierung, Anwerbung und Qualifizierung des Handwerks zu entwickeln, Anreizprogramme für Firmen und Arbeitskräfte zu schaffen, genauso wie rechtzeitig die Ausbildungsprogramme zu verbessern und den Zugang – insbesondere für junge sowie zugewanderte Menschen – attraktiver und einfacher zu gestalten.

Handwerksunternehmen agieren als Produzenten und Verarbeiter mit besonderer Bedeutung für die regionale Versorgung – zum Beispiel in der Bau- und Ernährungswirtschaft. Regionale und ressourcenschonende Wertschöpfungsketten bieten neben den unmittelbaren Effekten auf Klima- und Ressourcenschutz auch besondere Vorzüge für die Branchen- und die Fachkräfteattraktivität.

Für die Förderung und den Austausch zur Regionalisierung von Wertschöpfungsketten kann die StädteRegion an bestehende Kooperations- und Vernetzungsformate anknüpfen, in denen sich verschiedene Unternehmen bereits ambitioniert für verantwortungsvolles Wirtschaften einsetzen. So zum Beispiel im Rahmen einer regionalen (Bürger-) Energiegenossenschaft oder von Ökoprotit – einem Kooperationsprojekt zwischen Kommunen und der örtlichen Wirtschaft mit dem Ziel der Betriebskostensenkung unter gleichzeitiger Schonung der natürlichen Ressourcen.

Die StädteRegion sieht sich hierbei in der Rolle als Vermittlerin, Veranstaltungsorganisatorin und Motivatorin von Schlüsselakteuren im Bereich Fachkräftemangel und regionaler Wertschöpfung. Außerdem unterstützt sie bei der Fördermittelbeantragung und der Ausschreibung von Modellprojekten wie beispielsweise der Erarbeitung eines Gesamtkonzeptes für eine kooperative Regionalvermarktung.

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Imagekampagne zur Bewerbung von handwerklichen Berufen
- Aktives Netzwerk von Handwerksbetrieben und Schulen

[Erfolgsindikatoren]



- Zunahme von Auszubildenden in handwerklichen Berufen

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
50 AT/ Jahr Klimaschutzmanagement

[aktive Kommunen]



- Stadt Alsdorf
- Gemeinde Simmerath
- Stadt Stolberg

- Weiterbildungsangebote zu nachhaltigen und recycelten Baustoffen und Bautechniken für Handwerksbetriebe, Schornsteinfeger:innen und Energieberater:innen z.B. im Bereich Gebäudedämmung
- Strategie zur Regionalvermarktung

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Bewerbung und Imageverbesserung von handwerklichen Berufen

- (1) Förderung der Vernetzung von weiterführenden Schulen mit Handwerksberufen und Vermittlung von Praktikumsplätzen
- (2) Ansprache und Gewinnung von Handwerksbetrieben und weiterführenden Schulen sowie Berufsinformationszentren und Jobcenter für kurze Berufsbildpräsentationen im Unterricht/ in Berufsorientierungsmaßnahmen
- (3) Ansprache und Gewinnung von Handwerksbetrieben zur verstärkten Teilnahme auf Berufsmessen ggf. Organisation und Betreuung eines gemeinsamen Messestands durch die StädteRegion Aachen mit verschiedenen Handwerksbetrieben
- (4) Entwicklung einer Imagekampagne für handwerkliche Berufe

AP 2: Stärkung des Handwerks über regionale Wertschöpfungsketten

- (1) In Kooperation mit der HWK und IHK Aachen Entwicklung von regelmäßigen Fortbildungsangeboten für Handwerk, Schornsteinfeger:innen und Energieberater:innen zu den Themen:
 - Regionale, nachhaltige Rohstoffe/Baumaterialien
 - Baustoffrecycling
 - Nachhaltige Bautechniken im Neubau und bei der Gebäudesanierung
 - Erneuerbare Wärmeerzeugung (Wärmepumpen, Solarthermie, Erdsonden) und wirksame Bewerbung dieser

Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Runder Tisch zur Bearbeitung der Fachkräfteherausforderungen wie z.B. Strategien zum Abbau bürokratischer Hürden für Ausbildungsbetriebe (Steuerrechtliche Ausbildungsordnung, Rechtssicherheit bei Verträgen und Abrechnungen) und zu vereinfachten Verfahren zur Berufsanerkennung von Zugewanderten/Geflüchteten

Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- [Energeticon](#) Alsdorf ENERGIE – ERLEBNIS – MUSEUM
- Simmerath: Entwicklung neuer Holzbauweisen für Wohngebäude (BGZ Simmerath und FH Aachen)
- Stolberg: Projekt Restor - Verkauf von Baugrundstücken an ökologischste Häuser (nach Kriterien-System) anstatt Höchstgebot (cradle to cradle)

3.3 Handlungsfeld Mobilitätswende

Mit 24 % weist der Verkehrssektor hohe Anteile an der THG-Bilanz der StädteRegion Aachen auf. Seit 1990 gab es in der Region (wie auch bundesweit) keine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Verkehrsbereich. Effizienzgewinne z.B. durch verbesserte Motorentechnik wurden durch höhere Fahrleistungen und größere Motorleistungen regelmäßig kompensiert. Auch aus diesem Grund haben die Kommunen in der StädteRegion Aachen in den vergangenen Jahren zahlreiche Projekte und Aktivitäten entwickelt, die auf die Entwicklung einer nachhaltigen Mobilitätsgestaltung hinwirken. Unterstützt wurden diese Aktivitäten technologisch durch Forschungsaktivitäten und Ausgründungen der RWTH Aachen¹⁶, gesellschaftlich durch das langjährige Zusammenwirken der regionsangehörigen Kommunen und Institutionen vor Ort¹⁷. Aktuelle und abgeschlossene Projekte wie z.B. CIVITAS-DYN@MO¹⁸, #AachenMooVe!¹⁹, Mobil.Pro.Fit²⁰, Clever Mobil und Regiotram sind das sichtbare Signal für das Engagement der Mobilitätsakteure in der StädteRegion Aachen.

Im Frühjahr 2022 wurde ein städtereigenes Dialogprozess gestartet mit dem Ziel, den Umweltverbund aus ÖPNV/SPNV, Rad- und Fußverkehr und sharing mobility sowie Mikromobilität so attraktiv zu gestalten, dass ein nachhaltiger Umstieg vom motorisierten Individualverkehr erfolgt. Um die enormen Herausforderungen zur Realisierung und damit auch Finanzierung der regionalen Mobilitätswende zielorientiert zu begleiten, wurde eine neue Struktur geschaffen, die die regionsangehörigen Kommunen und die Region mit den regionalen Mobilitätsverbänden und -dienstleistern engmaschig zusammenführt. In dem neu gegründeten Netzwerk Mobilitätswende Region Aachen“ (NEMORA) (vorher: AG Innovation) werden die regionalen Zukunftsfelder „starke ÖPNV-Achsen“, „Mobilstationen und Multimodalität“, „regionale Radinfrastruktur“ und „Finanzierung Mobilitätswende“ jeweils in eigenständigen Arbeitsgruppen weiterentwickelt und entscheidungsreif für die politische Ebene vorbereitet.

In diesem Bericht knüpfen wir an die Zwischenergebnisse dieses Dialogprozesses²¹ an, und ergänzen sie im Sinne einer Gesamtstrategie für den Klimaschutz im Verkehrssektor.

Neben der Stärkung des Umweltverbundes (Ziel: Veränderung des Modal Split) setzen wir dabei zusätzlich auf Verkehrsvermeidung (Ziel: Reduzierung von Verkehr) und technische Innovationen (Ziel: Förderung alternative Antriebskonzepte), um im Rahmen einer Gesamtstrategie die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor wirksam reduzieren zu können.

¹⁶ Als Beispiel sei an dieser Stelle auf die „Erfolgsgeschichte“ des Streetscooters verwiesen.

¹⁷ So gilt z.B. die IHK Aachen bundesweit als Vorreiter im betrieblichen Mobilitätsmanagement.

¹⁸ s. www.aachen.de - CIVITAS

¹⁹ s. www.aachen.de - Projekt "#AachenMooVe!"

²⁰ s. "Mobil.Pro.Fit" - IHK Aachen

²¹ „Die Mobilitätswende Stadt-regional gestalten“ – StädteRegion Aachen, Zwischenbericht zur Begleitung des Prozesses vom August 2022, erstellt durch Prof. Dr.-Ing. Christoph Hebel Torsten Merkens M.Eng. (Gesellschaft für Regional-, Stadt-, Umwelt- und Verkehrsplanung GmbH P⁴)

3.3.1 Strategie

Unsere langfristige Vision

Im Verkehr hat eine Trendwende stattgefunden: In der StädteRegion Aachen gibt es mehr Mobilität für die Bevölkerung, trotz weniger Verkehr. Die treibhausgasneutralen und passgenauen Mobilitätsangebote sind vernetzt verfügbar und ebenso für alle nutzbar und bezahlbar. Das Konzept der „Stadt der kurzen Wege“ ist für alle erlebbar und trägt zu einem gesünderen Leben in der StädteRegion bei. Die StädteRegion und ihre Bürgerschaft sind im Bereich der Mobilität weitestgehend unabhängig von fossilen und importierten Energieträgern.

Unsere Handlungsmaximen

- Bereitstellung und Absicherung der Finanzierung des öffentlichen Personennahverkehrs
 - Ausweitung eines interoperablen Ticketing-, Buchungs- und Anzeigensystems
 - Maximierung der Barrierefreiheit, Sauberkeit und Komfort im öffentlichen Personennahverkehr
 - Konsequente Reduzierung von Pkw-Parkplätzen durch dauerhafte Raumentwidmung im öffentlichen Raum (Ziele: Steigerung der Aufenthaltsqualität, aber auch Umwelt- und Naturschutz, Klimaresilienz usw.)
 - Multifunktionale Nutzung der übrigen Pkw-Parkplatzflächen (z.B. mit PV-Überdachung, als Notwasserweg)
 - Ausweitung von Tempo 30 Zonen, Fahrradstraßen, Einbahnstraßenbefreiung für Radfahrer, Radwegenetzsystem
 - Bündelung von motorisierten Lieferdiensten
 - Errichtung von Paket- und Umschlag Hubs
 - Förderung von Projekten für eine emissionsarme gewerbliche Mobilität im städtischen und ländlichen Raum
-

Unsere Erfolgsindikatoren

- Zugelassene Fahrzeuge nach Antriebsart (*Quellen u.a.: KBA*)
 - Verkaufte Abos im ÖPNV pro Einwohner (*Quellen u.a.: Verkehrsbetriebe*)
 - Flächenanteil für motorisierten Individualverkehr pro Einwohner (*Quellen u.a.: Kommunen*)
 - Anzahl Ladesäulen (*Quellen u.a.: Bundesnetzagentur*)
 - Anzahl Mobilitätshubs (*Quellen u.a.: Kommunen*)
 - Anzahl Tempo 30 Zonen (*Quellen u.a.: Kommunen*)
-

Unsere Leitprojekte bis 2030

M1 Vermeidung von Verkehr

- M2 Förderung alternativer Antriebskonzepte

3.3.2 Leitprojekte

M1 Vermeidung von Verkehr

[Zeitraum]



Beginn: 2023

Dauer: 5 Jahre / verstetigt

[Projektverantwortliche]



- Mobilitätsmanagement der StädteRegion Aachen
- regionsangehörige Kommunen

[weitere Partner]

- Klimaschutz der StädteRegion Aachen
- Industrie- und Handelskammer Aachen
- "Netzwerk Mobilitätswende Region Aachen" (NEMORA)

[Zielgruppe]



- Städteregionsverwaltung
- Unternehmen und Organisationen
- Planende Verwaltung
- Bürger:innen

M1 Vermeidung von Verkehr

Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz

Raum- und Siedlungsstrukturen sind eng mit dem Verkehrsaufkommen einer Region und dessen Entstehung verknüpft. Während die Wahl des Wohnstandortes meistens eine individuelle Entscheidung ist, haben einzelne Menschen in der Regel keinen Einfluss auf die Standortentscheidungen für bestimmte Ziele, wie z.B. Arbeitsstätten, Einkaufsmöglichkeiten und Freizeitaktivitäten.

Die Standortverteilung von Aktivitäten spielt, neben individuellen Bedürfnissen und Präferenzen des Einzelnen, eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von Verkehr. Somit haben Raumentwicklung, Stadt- und Verkehrsplanung einen großen Einfluss auf Art und Umfang des Verkehrs in der Region. Neben solchen raumstrukturellen Merkmalen hat die Corona-Pandemie, die in Deutschland seit März 2020 zu erheblichen Einschränkungen im öffentlichen Leben und damit auch erheblichen Eingriffen in das Mobilitätsverhalten der Menschen geführt hat, weitere Möglichkeiten der Reduzierung von Verkehr aufgezeigt. Die zunehmende Digitalisierung wurde von vielen Menschen, aber besonders auch in Unternehmen und Organisationen, als ergänzendes Element aufgegriffen, um das bisherige Mobilitätsverhalten kritisch zu überprüfen, und den Mix aus Präsenz an Aktivitätszielen (mit entsprechendem Verkehrs- und Fahrtaufwand verbunden) und virtueller Kommunikation neu zu justieren. Die verkehrsvermeidenden Auswirkungen dieses „neuen“ Mobilitätsverhaltens auf Verkehrsaufkommen und dessen Folgen sind noch nicht umfassend erforscht worden. Als Zwischenergebnis können folgende Erkenntnisse festgehalten werden²²:

- (1) Der Individualverkehr (Pkw, Zweiräder) hat gegenüber öffentlichen Verkehrsmitteln an Bedeutung gewonnen.
- (2) In Unternehmen hat die Bedeutung von Home-Office-Lösungen sowie virtuellen Meetings zugenommen.
- (3) Und auch im Freizeit- und Urlaubsverkehr sind erhebliche Veränderungen des Mobilitätsverhaltens zu verzeichnen, die aber möglicherweise auf die gesetzlichen Beschränkungen infolge der Pandemie zurückgeführt werden müssen.

In der Mobilitätsstrategie muss dem Verlagerungseffekt weg vom öffentlichen Verkehr hin zum motorisierten Individualverkehr entgegengewirkt werden, während der Trend zum Zweirad (v.a. Fahrrad, Pedelec) weiter verstärkt werden sollte.

In diesem Steckbrief soll die Verkehrsvermeidung durch mobiles Arbeiten als effektive Möglichkeit zur Reduzierung der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen näher beleuchtet und Möglichkeiten der StädteRegion Aachen zur Aktivierung der Arbeitgeber:innen (Unternehmen und Organisationen) aufgezeigt werden.

²² S. u.a. [Wie Corona unsere Mobilität verändert | ADAC](#), [Corona: Wie sich unsere Mobilität verändert hat - ZDFheute](#)

[Klimaschutzeffekte]



Annahmen:
MIV (Verwaltung, Privater Verkehr, Betriebliches Mobilitätsmanagement)

Endenergieeinsparung:
66.833 MWh/a

Treibhausgaseinsparung:
20.486 t CO₂/a

[Erfolgsindikatoren]



- Anzahl der Unternehmen in der StädteRegion mit einem BMM-Konzept / Teilnehmende Unternehmen im Rahmen von "clever mobil"
- Kennzahl: Verkehrsaufkommen bezogen auf Mobilitätsbedarf
- Anzahl der Homeoffice-Arbeitsplätze in der Verwaltung der StädteRegion
- Reduzierte Fahrten (km, THG) durch digitale Meetings in der Verwaltung

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
240 AT/ Jahr Mobilitätsmanagement

Dienstleistungen:
20.000 €

Sachaufwand:
5.000 €

Weitere Kosten:
150.000 € Clever Mobil

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Verstärkte Nutzung digitaler Kommunikation (Entkoppeln von Kommunikationsbedarf und Verkehrsaufkommen) in Verwaltung, Unternehmen und Organisationen
 - Verstärkung des Aspektes der Verkehrsvermeidung in betrieblichen Mobilitätskonzepten
 - Verbreitung des betrieblichen Mobilitätsmanagements in den Unternehmen der Region
- Dabei bauen wir auf folgenden Erfahrungen, Projekten und Aktivitäten auf:
- Mobilitätsprojekten in den städteregionsangehörigen Kommunen
 - Mobilitätsberatungsangeboten u.a. bei Stadt Aachen, StädteRegion Aachen, IHK Aachen und den Mobilitätsanbietern (u.a. „clever mobil“, Mobil.Pro.Fit.)
 - Zunehmende Digitalisierung in Organisationen und Unternehmen
 - Zunehmende „New-Work“-Konzepte in Unternehmen

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Bestandsaufnahme und Strategie

- (1) Auswertung bisheriger Projekte und Aktivitäten des Betrieblichen Mobilitätsmanagement (BMM)
- (2) Festlegung von Zielen für die Vermeidung von Verkehren in Verwaltungen, Unternehmen und Organisationen
- (3) Abstimmung und Vernetzung mit den regionsangehörigen Kommunen

AP 2: Betriebliches Mobilitätsmanagement (BMM) in der Verwaltung der StädteRegion Aachen

- (1) Aktualisierung und Weiterentwicklung des betrieblichen Mobilitätsmanagement-Konzeptes 2018
- (2) Erfahrungsaustausch der regionsangehörigen Kommunen zu BMM-Konzepten
- (3) Unterstützung von regionsangehörigen Kommunen ohne BMM-Konzept bei der BMM-Entwicklung (z.B. Initiierung von Förderanträgen, Transfer der Erfahrungen usw.)

AP 3: Modellprojekte zur Mitarbeitermobilität in Gewerbegebieten (Clever Mobil, Ways2Work)

- (1) Abstimmung mit den regionsangehörigen Kommunen über geeignete Modellgebiete und Themen
- (2) Ausweitung der Informations- und Beratungsangebote für Unternehmen und Organisationen (Clever Mobil)

AP 4: Schaffung guter Strukturen für den Umweltverbund (regionalbedeutende Projekte werden im Rahmen von NEMORA entwickelt und umgesetzt)

- (1) Unterhaltung und Ausbau von Radwegen
- (2) Ergänzende Fahrradinfrastrukturen, unter anderem sichere und möglichst überdachte Abstellanlagen
- (3) Mobilstationen zur Verknüpfung verschiedener Mobilitätsangebote/ Multimodale Mobilität
- (4) Starke Achsen (Förderung von Schnellbus-Linien)

[aktive Kommunen]



- Stadt Aachen (weitgehende Aktivitäten)
- Eschweiler und Stolberg (mit BMM-Erfahrungen)
- Herzogenrath
- Alsdorf, Eschweiler, Stolberg, Herzogenrath (Radschnellwege)

Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Systematische Integration verkehrsvermeidender Maßnahmen in die Raumordnung, Stadt- und Verkehrsplanung
- Informationsangebote und Modellprojekte zur Verkehrsvermeidung im ländlichen Raum (Co-Working-Spaces, mobile ärztliche Versorgung und zum täglichen Bedarf, gemeinschaftlich mobil durch Mitfahren, Teilauto, Dorfauto, Quartiersauto und Carsharing etc.)
- Erarbeitung von Mobilitätskonzepten in allen regionsangehörigen Kommunen

Förder- & Finanzierungsmöglichkeiten

- Vernetzte Mobilität und Mobilitätsmanagement (Föri-MM) - NRW.BANK (nrwbank.de)
- Der Wettbewerb der Unternehmen und Kommunen voranbringt (ways2work.nrw)
- IHK BEMO (ihk-bemo.nrw)

Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- Kommunales Mobilitätskonzept in Alsdorf als Anknüpfungspunkt (in Erstellung)
- Netzbüro Betriebliche Mobilität (BeMo) der IHK in NRW <https://www.ihk-bemo.nrw/>
- Zukunftsnetz Mobilität NRW <https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/>

M2 Förderung alternativer Antriebskonzepte

[Zeitraum]



Beginn: 2024
Dauer: 4 Jahre

[Projektverantwortliche]



- Mobilitätsmanagement der StädteRegion Aachen
- regionsangehörige Kommunen

[weitere Partner]

- Klimaschutz der StädteRegion Aachen
- Netzbetreiber
- EVU
- HWK
- Hochschulen (v.a. RWTH Aachen)
- IHK Aachen
- Elektrohandwerk

[Zielgruppe]



- Bürger:innen
- Unternehmen als Fuhrparkbetreiber (auch Industrie)
- HWK
- Betriebe als Mobilitätsanbieter (z.B. Autohäuser, Verkehrsunternehmen, Sharing-Anbieter)
- Kommunale Verwaltungen

M2 Förderung alternativer Antriebskonzepte

Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz

Um den Anteil fossiler und damit auch klimaschädlicher Treibstoffe im Verkehr zu minimieren (Anteil heute ca. 93 %) setzt die Bundesregierung in ihrer Klimaschutzstrategie auf den Ausbau der Elektromobilität. Die Anteile von Batterie-elektrischen Pkw (BEV) und Plug-In-Hybriden (PHEV) an den Neuzulassungen sollen bis 2030 – das zumindest ist die Zielsetzung der Bundesregierung – über 20 % des Fahrzeugbestands in Deutschland einen Elektroantrieb aufweisen. Der für diese Entwicklung erforderliche Ausbau der Ladeinfrastruktur nimmt aktuell Fahrt auf. Um diesen Trend auch in der StädteRegion Aachen zu beschleunigen, sollten Maßnahmen ergriffen werden, um die im Verkehrssektor vorhandenen Effizienzpotenziale weitestgehend zu nutzen.

Der Ausbau der Elektromobilität hat in den vergangenen Monaten auch in der StädteRegion Aachen an Fahrt aufgenommen. Anfang 2022 gab es in der Region 8.162 zugelassene Elektro-Pkw (Batterieelektrische Pkw (BEV) oder Plug-In-Hybrid-Pkw (PHEV)), das entspricht einem Anteil am Fahrzeugbestand von 2,7 %. Damit liegt die Region etwas höher als der Bundesdurchschnitt (2,4 %).

Zur Förderung der Elektromobilität ist das Vorhandensein von Ladeinfrastruktur ein wichtiger Baustein. Um den Ausbau zielorientiert gestalten zu können, bedarf es einer guten Planungsgrundlage. Die StädteRegion Aachen hat 2020 das Konzept zum Aufbau einer bedarfsorientierten Ladeinfrastruktur in der StädteRegion Aachen erstellt. Laut Bundesnetzagentur²³ sind derzeit 423 öffentliche Ladesäulen (50 Schnelllade- und 373 Normalladeeinrichtungen) in der StädteRegion StädteRegion installiert.

Inwieweit auch aus erneuerbaren Energien erzeugte Gase (wie z.B. Wasserstoff, synthetische Treibstoffe) für die Mobilität der Zukunft genutzt werden können, ist noch umstritten. Ihre Eigenschaft als Speichermedium für erneuerbaren Strom dürfte auch im Verkehrssektor interessant sein. Andererseits ist die Herstellung der genannten Gase mit Umwandlungsverlusten verbunden, was sich auch in den Kosten und Verfügbarkeiten niederschlagen wird. In der Mobilität ist deshalb davon auszugehen, dass batterieelektrische Anwendungen weitestgehend das Mittel der Wahl sein werden, und erneuerbar hergestellte Gase dann zum Einsatz kommen werden, wenn eine direkte Nutzung von elektrischem Strom nicht möglich ist.

In ihrer Strategie sollte sich die StädteRegion kurz- bis mittelfristig (also im Hinblick auf CO₂-Neutralität 2030) auf den Ausbau der Elektromobilität fokussieren.

In der Forschung bietet die StädteRegion aufgrund der Hochschullandschaft und Wirtschaftsstruktur sehr gute Voraussetzungen, um in einem Schulterschluss von regionsangehörigen Kommunen, Hochschulen und Wirtschaft weitere innovative Mobilitäts- und Antriebskonzepte zu erproben. Der

²³ Bundesnetzagentur, Fachthema Elektrizität und Gas, Unterpunkt E-Mobilität: Öffentliche Ladeinfrastruktur <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/start.html> (17.09.2023)

[Klimaschutzeffekte]



Treibhausgaseinsparung:
1.068 t CO₂/a

[Erfolgsindikatoren]



- Anzahl zugelassener E-Fahrzeuge
- Anteil Elektro-Fahrzeuge im Bestand
- Ausbau öffentlicher Ladeinfrastruktur (Anzahl E-Pkw pro Ladepunkt)

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
120 AT/ Jahr Mobilitätsmanagement

Dienstleistungen:
40.000 €

Sachaufwand:
20.000 €

Forschungsbereich „Wasserstoff“ wird aktuell federführend von der IHK Aachen bearbeitet, die StädteRegion Aachen und der Kreis Düren sind einbezogen.

Ziel des Leitprojekts soll es sein:

- den Anteil elektromobiler Anwendungen zu steigern
- Schadstoff- und Geräuschemissionen durch Verkehr in der Region zu verringern
- Innovationen zu fördern

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Aktualisierung des Ladeinfrastrukturkonzepts der StädteRegion Aachen
- Informationskampagnen zur Kombination „PV/Ladeinfrastruktur“ im Eigenheim und im Mietshaus
- Modellprojekte zur Kombination „PV/Ladeinfrastruktur“ im Mietshaus (gemeinsam mit Wohnungsbaugesellschaften) und im öffentlichen Raum (Pkw-Parkhäuser und -Parkplätze mit PV-Überdachung)
- Alle öffentlichen Ladepunkte, für die das Anzeigeverfahren der Bundesnetzagentur vollständig abgeschlossen ist und einer Veröffentlichung im Internet zugestimmt wurde, sind in der Ladesäulenkarte verzeichnet: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Elektrizitaetund-Gas/E-Mobilitaet/start.html>

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Ausbau der Ladeinfrastruktur

- (1) Ansprache und Aktivierung der regionsangehörigen Kommunen
- (2) Bedarfsgerechte Ausschreibung und Vergabe zur Aktualisierung des Konzepts zur Ladeinfrastruktur
- (3) Schaffung einer Übersicht zu bestehenden öffentlichen Ladepunkten (insbesondere an strategisch wichtigen Orten)

AP 2: Information und Modellprojekte

- (1) Zielgruppe Unternehmen: Siehe Gewerbegebietsprojekte in Maßnahme „Verkehrsvermeidung“
- (2) Zielgruppe Handwerk: Information und Unterstützung des Handwerks zur Nutzung klimaneutraler Antriebe (auch bei Spezialfahrzeugen) sowie Beteiligung des regionalen Handwerks beim Ausbau der Ladeinfrastruktur
- (3) Zielgruppe Eigenheimbesitzer: Durchführung gezielter Informationskampagnen zur Kombination „PV/Ladeinfrastruktur“ (ggf. mit Partnern)
- (4) Zielgruppe Mieter: Entwicklung von Modellen und Kampagnen mit Wohnungsbaugesellschaften (ggf. mit Partnern)

Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Wasserstoffforschung
- Modellprojekte zum autonomen Fahren
- Fortführen und Erweitern von Informationsangeboten und Modellprojekten z.B. Zielgruppe mobile Pflegedienste

[aktive Kommunen]

- Stadt Aachen
- Stadt Herzogenrath
- Stadt Würselen



Förder- & Finanzierungsmöglichkeiten

- [NRW: Förderung Elektromobilität: Startseite | Elektromobilität.NRW \(elektromobilitaet.nrw\)](https://www.elektromobilitaet.nrw.de/)
- Bund: Nationale Wasserstoffstrategie ([Nationale Wasserstoffstrategie - BMBF](#))
- Bund: Förder-Hotline der Lotsenstelle Wasserstoff ([One-Stop-Shop - Wasserstoff - Förderberatung – Lotsenstelle Wasserstoff \(bmwk.de\)](#))
- [Bund: Förderung Ladeinfrastruktur \(Nicht öffentlich zugängliche Ladestationen für Elektrofahrzeuge – Unternehmen und Kommunen - NOW GmbH \(now-gmbh.de\)\)](#)
- [NRW: Der Wettbewerb der Unternehmen und Kommunen voran bringt \(ways2work.nrw\)](#)

Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- Stadt Aachen: Clever mobil in Aachen
https://www.aachen.de/de/stadt_buerger/verkehr_strasse/clevermobil/index.html
- Herzogenrath und Würselen: Ladesäulen und Schnellladeparks in Kooperation mit Enwor
<https://www.enwor.de/de/Presse/enwor-Neuigkeiten/Neue-Tankmoeglichkeiten-fuer-E-Mobilisten.html?ConsentReferrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

3.4 Handlungsfeld Organisations- und Kommunikationsstrategie

3.4.1 Strategie

Unsere langfristige Vision

Die StädteRegion StädteRegion Aachen hat erfolgreich die sozial-ökologischen Transformationsprozesse gemeistert, da es seine gesellschaftlichen Kraftzentren auf allen Ebenen gebündelt und strukturiert hat. Sowohl ehrenamtliche (engagierte Leitfiguren in Gesellschaft, Verwaltung, Unternehmen, Initiativen, Verbänden und Vereinen) als auch hauptamtliche Akteure (in den Bereichen Klimaschutz, Umweltschutz, Klimaanpassung, Energie, Mobilität und Wirtschaftsförderung) sind über gemeinsame Arbeits- und Veranstaltungsformate vernetzt und arbeitsteilig organisiert. Schnittstellen sind optimiert, ineffiziente Doppelstrukturen abgeschafft. Die notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen für die Etablierung dieser Strukturen und die Umsetzung aller Maßnahmen sind auf kommunaler und regionaler Ebene vorhanden und verstetigt.

Die Umsetzung ist gelungen, da es eine zentrale Drehscheibe gibt, die das Zusammenwirken auf allen Ebenen langfristig organisiert und gewährleistet. Diese Drehscheibe ist in der StädteRegion mit ausreichend Personal ausgestattet und eng verbunden mit den kommunalen Klimamanagement-Teams und anderen Organisationen.

Durch eine gute und kontinuierliche Kommunikation gelingt es, die Bürgerschaft vor Falschinformation rund um die Klimakrise und überregionaler Bewältigungsstrategien zu bewahren und eine große Akzeptanz in allen Alterskohorten aufrechtzuhalten.

Unsere Handlungsmaximen

- Kontinuierliche Ansprache der Gesellschaft über viele Medien und in allen Altersklassen
- Durchführung und Unterstützung akzeptanzfördernder und motivierender Kampagnen
- Information, Motivation und Aktivierung durch die Verwaltung und Stadtpolitik
- Etablierung einer guten und lebendigen Austausch- und Informationsplattform

Unsere Erfolgsindikatoren

- Klickzahlen auf Informationsplattformen
- Erfolgsfaktoren o.g. Handlungsfelder

Unsere Leitprojekte bis 2030

- OK1 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit
- OK2 Einrichten einer Klimaschutzkoordination

3.4.2 Leitprojekte

OK1 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

<p>[Zeitraum] </p> <p>Beginn: 2024 Dauer: 6 Jahre / verstetigt</p> <hr/> <p>[Projektverantwortliche] </p> <ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutz der StädteRegion Aachen • Klimaschutzkoordination • Regionsangehörige Kommunen <hr/> <p>[weitere Partner]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presse • Bildungseinrichtungen • NRW.Energy4Climate - Die Landesgesellschaft für Energie und Klimaschutz <hr/> <p>[Zielgruppe] </p> <ul style="list-style-type: none"> • Bürgerschaft <hr/> <p>[Klimaschutzeffekte] </p> <p>keine direkten Einspareffekte</p>	<p>OK1 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit</p> <p>Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz</p> <p>Damit klimafreundliches Verhalten fester Bestandteil des alltäglichen Lebens wird, ist in der Bürgerschaft das Bewusstsein für die natürlichen, endlichen Ressourcen, für die individuelle globale Verantwortung angesichts der Klimawandelfolgen und für den erforderlichen Beitrag jedes Einzelnen zum Klimaschutz zu schaffen und aufrecht zu halten. Dies gelingt zum einen durch die stete, wissenschaftlich fundierte Informationsbereitstellung zu den Themen Klimaschutz und Klimawandelfolgen sowie zu den Möglichkeiten des klimafreundlichen Handelns im Allgemeinen. Zum anderen trägt die Kommunikation zu den Klimaschutzbemühungen in der StädteRegion Aachen im speziellen zur Bewusstseinsbildung und in der Folge zur Akzeptanz und zum Gestaltungswillen seitens der Bevölkerung bei.</p> <p>Für das Ziel der CO₂-Neutralität muss dem Bewusstsein das Handeln folgen. Durch die StädteRegion Aachen, aber auch durch die regionsangehörigen Kommunen, sind motivierende und aktivierende Projekte und Kampagnen zu initiieren, welche die Bürgerschaft dazu veranlassen, klimafreundliches Verhalten an den Tag zu legen. Vorhandene Barrieren – wie aufgrund von Investitionskosten oder Gewohnheiten – sind durch solche Initialprojekte abzubauen.</p> <p>Da Klimaschutz eine Querschnittsaufgabe darstellt, sind für die Kommunikation und Motivation der Bürgerschaft die in der StädteRegion, den regionsangehörigen Kommunen und der Gesellschaft vorhandenen Kräfte zu bündeln und zielgerichtet einzusetzen.</p> <p>Mit diesem Leitprojekt werden drei konkrete Ziele verfolgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch eine aktive Außenkommunikation sollen Klimaschutzaktivitäten und erzielte Klimaschutzerfolge der StädteRegion sowie der regionsangehörigen Kommunen in der Öffentlichkeit stärker wahrgenommen werden und zur Beteiligung und/oder Nachahmung motivieren. • Durch eine eigene Webseite zum Klimaschutz in der StädteRegion Aachen können Informationen zu Klimaschutzaktivitäten, Veranstaltungen, Fachthemen und Beratungsangeboten gebündelt und strukturiert zur Verfügung gestellt werden und erleichtern der Bevölkerung und den regionsangehörigen Kommunen, eine Übersicht in der Themenvielfalt des Klimaschutz zu behalten. • Durch ein umfassendes Informationsangebot können die Themen des Klimaschutzes in die Gesellschaft getragen werden und zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen (z.B. Sanierung des Eigenheims und private erneuerbare Energieerzeugung) beitragen.
---	---

[Erfolgsindikatoren]



- Anzahl von Presseartikeln zum Klimaschutz
- Anzahl durchgeführter Beteiligungsformate (Wettbewerb, Veranstaltungen etc.)
- Anzahl der Klicks/Seitenaufrufe der Klimaschutz-Webseite

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
135 AT/ Jahr Klimaschutz-
management
120 AT/ Klimaschutz-
koordination

Dienstleistungen:
35.000 €

Sachaufwand:
20.000 €

Erwartete projektbezogene Ergebnisse

- Verstetigtes Kommunales Klimaschutznetzwerk
- Regelmäßige Berichterstattung zu Klimaschutzthemen in der Presse
- Klimaschutz-Webseite der StädteRegion
- Wanderausstellung „Klimaschutz“
- Seminarreihe
- Ausstellungsstand

Arbeitspakete und erste Schritte

AP 1: Städteregionales Klimaschutz-Netzwerk

- (1) Regelmäßige aktive Teilnahme am Klimaschutznetzwerk der StädteRegion Aachen
- (2) Verstetigung des Klimaschutznetzwerks nach Ablauf der Förderung im Jahr 2024
- (3) Ab 2024 Organisation, Durchführung, Teilnahme und Nachbereitung von Netzwerktreffen, Fachveranstaltungen und Arbeitsgruppen im Rahmen der Netzwerkarbeit durch die StädteRegion Aachen unter starker Einbindung der Kommunen
- (4) Nutzung des Netzwerks als Dialogplattform zur Umsetzung der Klimastrategie

AP 2: Tue Gutes und rede darüber

- (1) Durchführung einer Umfrage/eines Aufrufs privater Gebäudeeigentümer:innen zur Übermittlung ihrer Erfolgsgeschichten im Klimaschutz (z.B. über Energiesparheld, Grüne Hausnummer etc.)
- (2) Erstellen einer regelmäßigen Berichterstattung zu Klimaschutzrelevanten Themen mit guten Praxisbeispielen (Privat, Wirtschaft, Kommune) aus der Region
- (3) Öffentlichkeitswirksame Begleitung von kommunalen Klimaschutzvorhaben in der StädteRegion Aachen
- (4) Konzipieren und Unterstützen von Wettbewerben wie bspw. Grüne Hausnummer, Klimagarage, umweltfreundliche Vorgartengestaltung

AP 3: Ausbau einer Klimaschutz-Webseite der StädteRegion Aachen ggf. als gemeinsame Webseite mit den regionsangehörigen Kommunen

- (1) Abstimmung zur aktiven Teilnahme der regionsangehörigen Kommunen am Aufbau der Klimaschutz-Webseite
- (2) Erarbeitung einer groben Projektskizze zum Inhalt und Aufbau der Webseite (Information/Wissenspool, Beratung, Beteiligung, Erfolgsbeispiele)
- (3) Definition und Ausarbeitung von Inhalten zum Wissenspool z.B. Handreichungen, Kataster, Kriterienkataloge etc. differenziert nach Zielgruppe (Regionkommune, Bevölkerung, Kinder und Jugend)

[interessierte Kommune]



- Stadt Alsdorf
- Stadt Eschweiler (Tool zur Klimaplanung)
- Stadt Stolberg (Infokampagne Energiekarawane)
- Stadt Herzogenrath (Website)

AP 4: Informationskampagne

- (1) Entwickeln und Anbieten einer digitalen Seminarreihe zu Klimaschutzthemen mit externen Fachreferenten unter Einbindung aller relevanten Akteuren (z. B. Verbraucherzentrale, altbau plus e. V., Volkshochschulen, etc.)
- (2) Bedarfsgerechte Entwicklung einer Wanderausstellung oder Informationsstand „Klimaschutz“ zu den Themen Energieeinsparung, Sanierung, Erneuerbare Energien, klimafreundliche Mobilität etc., die für einen gewissen Zeitraum in einer Kommune ausgestellt wird und anschließend in die nächste Kommune wandert.
- (3) Klima-Forum als Informations- und Vernetzungsveranstaltung für die kommunale Politik und Verwaltung in der StädteRegion Aachen

Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Unterstützung der regionsangehörigen Kommunen bei der Einführung und Umsetzung von Energiesparmodellen (Kommunalrichtlinie) an Schulen und Kitas (erfolgreich im Jahr 2014 durchgeführt, Neuauflage sinnvoll)

Förder- & Finanzierungsmöglichkeiten

- Einführung und Umsetzung von Energiesparmodellen (NKI)
<https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/einfuehrung-und-umsetzung-von-energiesparmodellen>

[aktive Kommunen]



- Stadt Eschweiler
- Stadt Alsdorf
- Stadt Herzogenrath
- Stadt Stolberg

Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- Eschweiler: Beobachtung und Erkenntnisse der Klimapsychologie; Handbuch mit Klimafakten
- Grüne Hausnummer <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/zielgruppen/hauseigentuemer/Gruene-Hausnummer/index.php>
- Energiesparkonto <https://www.energiesparkonto.de/index.php?cmd=esk.landingPage&action=default>
- CO₂online <https://www.co2online.de/>

OK2 Einrichten einer Klimaschutzkoordination

<p>[Zeitraum] </p> <p>Beginn: 2023 Dauer: 2 Jahre / verstetigt</p> <hr/> <p>[Projektverantwortliche] </p> <ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutz der StädteRegion Aachen • Umweltamt/Genehmigungsbehörde • Regionsangehörige Kommunen <hr/> <p>[weitere Partner]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Politik <hr/> <p>[Zielgruppe] </p> <ul style="list-style-type: none"> • Regionsangehörige Kommunen <hr/> <p>[Klimaschutzeffekte] </p> <p>strukturelle Maßnahme (unterstützend zur Umsetzung des Maßnahmenkatalogs)</p> <hr/> <p>[Erfolgsindikatoren] </p> <ul style="list-style-type: none"> • Fördermittelzusage zur Klimaschutzkoordination • Besetzung der Stelle Klimaschutzkoordination 	<p>OK2 Klimaschutzkoordination</p> <p>Einordnung in die Klimastrategie und Projektansatz</p> <p>Die Aufgaben des Klimaschutzes haben bereits in den letzten Jahren stetig zugenommen und werden zukünftig noch umfangreicher ausfallen. Insbesondere das Klimaschutzmanagement von Landkreisen und Regionen steht vor einer doppelten Herausforderung: einerseits die Klimaschutzaufgaben, die im direkten Handlungsspielraum liegen und andererseits die Klimaschutzaufgaben in Bezug auf die kreis- oder regionsangehörigen Kommunen. Damit das Klimaschutzmanagement der StädteRegion Aachen beiden Aufgabenbereichen gleichermaßen gerecht werden kann, bedarf es einer guten personellen und finanziellen Ausstattung.</p> <p>Die zielstrebige Umsetzung der Maßnahmen der vorliegenden Klimastrategie und die intensivere Unterstützung der regionsangehörigen Kommunen, die für viele Arbeitspakete relevant ist, könnte die neu zu schaffende Stelle im Bereich der Klimaschutzkoordination übernehmen. In diesem Zusammenhang stehende Aufgaben befinden sich in den meisten Arbeitspaketen. Bestenfalls kann hierfür eine Förderung in Anspruch genommen werden.</p> <p>Nach dem Motto „Hilfe zur Selbsthilfe“ sollen Klimaschutzaktivitäten in den Städten und Gemeinden angeregt und unterstützt werden. Insbesondere durch eine feste Ansprechperson für konkrete gemeinschaftliche Aktivitäten, Fördermittelangelegenheiten, Beratung und Information.</p> <p>Erwartete projektbezogene Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angemessene Personalausstattung in der StädteRegion Aachen • Intensivere Unterstützung der regionsangehörigen Kommunen im Klimaschutz <p>Arbeitspakete und erste Schritte</p> <p>AP 1: Eruierung des Personalbedarfs zur erfolgreichen und kontinuierlichen Klimaschutzarbeit</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Priorisierung der Arbeitspakete (2) Umsetzungsorientierte Zeitplanung (3) Errechnung des Personalbedarfs
---	--

[geschätzter Personal- und Kostenaufwand]



Personal Arbeitstage:
25 AT/ Jahr Klimaschutz-
management
12 AT/ Klimaschutz-
koordination

Personalkosten Klimaschutzkoor-
dination (über 4 Jahre):
400.000 € (Förderquote 90 %)
Eigenanteil: 40.000 €

AP 2: Antragsstellung der Personalstelle Klimaschutzkoordination

- (1) Ausarbeiten des Tätigkeitsfeldes der Klimaschutzkoordination und der Vorteile für die StädteRegion sowie für die regionsangehörigen Kommunen
- (2) Einholen von Teilnahmeanträgen von mehr als 25 Prozent der regionsangehörigen Kommunen (Voraussetzung für den Fördermittelantrag)
- (3) Beschluss des Städtereionstages zur Einrichtung einer Personalstelle Klimaschutzkoordination
- (4) Fördermittelantragsstellung (ZUG)

AP 3: Aufbau der Personalstelle Klimaschutzkoordination

- (1) Stellenausschreibung und Stellenbesetzung
- (2) Einarbeitung

[interessierte Kommune]

- alle Regionsangehörige Kommunen



Weiterführende langfristig anzugehende Aktivitäten/Ideen

- Langfristige Verstetigung notwendiger und bedarfsgerechter Personalkapazitäten

Förder- & Finanzierungsmöglichkeiten

- Stelle der Klimaschutzkoordination über 4 Jahre mit einer Förderquote von 90% - [Einrichtung einer Klimaschutzkoordination | Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz](#)

[aktive Kommunen]

- StädteRegion Aachen



Hinweise zu Erfolgsbeispielen oder Angebote Dritter

- Klimaschutzkoordination im Berchtesgadener Land <https://www.lra-bgl.de/lw/umwelt-natur/energie-klimaschutz/klimaschutzkoordination/>

3.5 Fahrplan und Priorisierung der Leitprojekte

Alle der insgesamt 10 Leitprojekte der Klimastrategie der StädteRegion Aachen sollen bis 2025 angegangen bzw. initiiert werden und bis zum Jahr 2030 weitestgehend umgesetzt oder verstetigt sein (Tabelle 4). Während der Umsetzungsphase ist der Fortschritt und die Wirksamkeit der Leitprojekte über die genannten Erfolgsindikatoren zu evaluieren und nach dem Prinzip des PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act, siehe Abbildung 16) durch erfolgversprechende Arbeitsschritte zu ergänzen sowie an aktuelle (förder-)politische Rahmenbedingungen anzupassen.



Abbildung 16: Der Ablauf eines typischen Energie- und Klimaschutzmanagementsystems nach PDCA-Zyklus (B.A.U.M. Consult, 2023)

Im Rahmen des Kommunal-Workshops (siehe Kapitel 1.2) wurden die für die regionsangehörigen Kommunen relevanten Leitprojekte präsentiert und anschließend von den Vertreter:innen der Kommunen priorisiert (Abbildung 17). Im Ergebnis zeigt sich, dass das Handlungsfeld Organisations- und Kommunikationsstrukturen (OK) für die Kommunen mit 37 % an erster Stelle steht. Die Handlungsfelder Energieversorgung (E) und Gebäudesektor (G) folgen mit 26 % und 22 %. Das Handlungsfeld Mobilitätswende (M) wurde mit 15 % am geringsten bewertet, hierbei müssen die bereits angestoßenen Aktivitäten im Rahmen von NEMORA berücksichtigt werden.

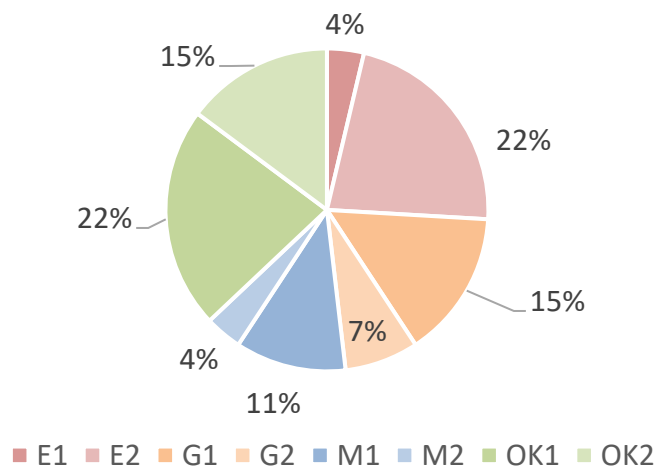


Abbildung 17: Priorisierung der Leitprojekte durch die regionsangehörigen Kommunen in den Handlungsfeldern Energieversorgung (E), Gebäudesektor (G), Mobilitätswende (M) und Organisations- und Kommunikationsstrukturen (OK) (ohne die Leitprojekte E3 und G3) (Kommunal Workshop 10.03.2023)

Tabelle 4: Leitprojekte inkl. Zeitplan der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (grau = Projektverstetigung/Fortschreibung)

NR.	LEITPROJEKTE	LAUFZEIT			ZEITPLAN						
		Beginn	Dauer	Evaluation	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr
		Jahr	Jahre	Jahr							
E1	Konzeptionelle Grundlagen zum EE-Ausbau mit begleitenden Dialogprozessen auf kommunaler Ebene auf kommunaler Ebene	2023	4	2027	☺	☺	☺	☺			
E1-1	Energie- und Treibhausgasbilanz der StädteRegion und je Kommunen inkl. grober Potenzialabschätzung zum Ausbau erneuerbarer Energien (regelm. Fortschreibung)	2023	1	2024	☺					☺	
E1-2	Fortschreibung des Regionalen Energieplans	2023	2	2025	☺	☺					
E1-3	Begleitender Dialogprozess / Umsetzungsdialog	2024	2	2026		☺	☺	☺	☺	☺	☺
E1-4	Gesamtstrategie zur regionalen Wärmewende	2024	3	2027		☺	☺	☺			
E2	Ausbau erneuerbarer Energien	2023	7	2030	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
E2-1	Unterstützung der regionsangehörigen Kommunen im Planungs- und Genehmigungsverfahren beim Ausbau erneuerbarer Energien	2023	7	2030	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
E2-2	Unterstützung der regionsangehörigen Kommunen bei der Planung von (inter-)kommunalen Windkraft-Vorhaben	2025	3	2028			☺	☺	☺	☺	☺
E2-3	Pilotanlage Agri-PV und Aqua-PV	2025	3	2028			☺	☺	☺	☺	☺
E2-4	zukunftsfähige Bioenergie	2025	3	2028			☺	☺	☺	☺	☺

NR.	LEITPROJEKTE	LAUFZEIT			ZEITPLAN						
		Beginn	Dauer	Evaluation	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr
		Jahr	Jahre	Jahr							
E3	Gemeinschaftsfahrplan klimaneutrale Energieversorgung in der StädteRegion Aachen	2023	5	2028	↻	↻	↻	↻	↻		
E3-1	Individuelle Klimaneutralitäts-Fahrpläne (Transformationskonzepte) für EVUs	2023	1	2024	↻						
E3-2	Projekt "Klimaneutrale Unternehmen"	2024	3	2027		↻	↻	↻	↻	↻	↻
E3-3	Aufbau einer EVU-Kooperation	2024	4	2028		↻	↻	↻	↻		
G1	Vorbild kommunale Liegenschaften	2024	6	2030		↻	↻	↻	↻	↻	↻
G1-1	Erweiterung des Energiemanagements in der Verwaltung der StädteRegion Aachen	2024	3	2027		↻	↻	↻			
G1-2	Kommunale Baustandards für klimafreundliches Bauen	2024	2	2026		↻	↻				
G1-3	Erstellung und Umsetzung von Fahrplänen zur energetischen Sanierung für ausgewählte Liegenschaften der StädteRegion Aachen	2025	5	2030			↻	↻	↻	↻	↻
G1-4	Information der regionsangehörigen Kommunen im KEM durch die Klimaschutzkoordination (siehe Leitprojekt OK2)	2024	6	2030		↻	↻	↻	↻	↻	↻
G2	Zukunftsquartiere	2024	2	2026		↻	↻				
G2-1	Impulse für zukunftsfähige Quartiere	2024	1	2025		↻					

NR. LEITPROJEKTE		LAUFZEIT			ZEITPLAN						
		Beginn	Dauer	Evaluation	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr
		Jahr	Jahre	Jahr							
G2-2	Beratung zum Förderprogramm Energetische Stadtsanierung KfW 432 durch die Klimaschutzkoordination (siehe Leitprojekt OK2)	2025	1	2026			↻	↻	↻	↻	↻
G3	Stärkung des regionalen Handwerks durch Fachkräfte-Offensive und Regionalisierung von nachhaltigen Wertschöpfungsketten	2024	6	2030		↻	↻	↻	↻	↻	↻
G3-1	Bewerbung und Imageverbesserung von handwerklichen Berufen	2024	6	2030		↻	↻	↻	↻	↻	↻
G3-2	Stärkung des Handwerks über regionale Wertschöpfungsketten	2025	5	2030			↻	↻	↻	↻	↻
M1	Vermeidung von Verkehr	2024	5	2029		↻	↻	↻	↻	↻	
M1-1	Bestandsaufnahme und Strategie	2024	1	2025		↻					
M1-2	Betriebliches Mobilitätsmanagement (BMM) in der Verwaltung der StädteRegion Aachen	2025	2	2027			↻	↻			
M1-3	Modellprojekte zur Mitarbeitermobilität in Gewerbegebieten	2024	2	2026		↻	↻	↻	↻	↻	↻
M1-4	Schaffung guter Strukturen für den Umweltverbund (regionalbedeutsame Projekte werden im Rahmen von NEMORA umgesetzt)	2024	5	2029		↻	↻	↻	↻	↻	↻
M2	Förderung alternativer Antriebskonzepte	2024	4	2028		↻	↻	↻	↻		
M2-1	Ausbau der Ladeinfrastruktur	2024	2	2026		↻	↻	↻	↻	↻	↻

NR. LEITPROJEKTE		LAUFZEIT			ZEITPLAN						
		Beginn	Dauer	Evaluation	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr
		Jahr	Jahre	Jahr							
M2-2	Information und Modellprojekte	2025	3	2028			↻	↻	↻	↻	↻
OK1	Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit	2024	6	2030		↻	↻	↻	↻	↻	↻
OK1-1	Kommunales Klimaschutznetzwerk	2024	6	2030		↻	↻	↻	↻	↻	↻
OK1-2	Tue Gutes und rede darüber	2025	5	2030			↻	↻	↻	↻	↻
OK1-3	Aufbau einer separaten Klimaschutz-Webseite der StädteRegion Aachen ggf. als gemeinsame Webseite mit den regionsangehörigen Kommunen	2025	1	2026			↻	↻	↻	↻	↻
OK1-4	Informationskampagne	2024	6	2030		↻	↻	↻	↻	↻	↻
OK2	Einrichten einer Klimaschutzkoordination (Verstetigung der Personalstelle)	2023	2	2025	↻	↻					
OK2-1	Eruierung des Personalbedarfs zur erfolgreichen und kontinuierlichen Klimaschutzarbeit	2023	1	2024	↻						
OK2-2	Antragstellung der Personalstelle Klimaschutzkoordination	2024	1	2025		↻					
OK2-3	Aufbau der Personalstelle Klimaschutzkoordination	2024	1	2025		↻	↻				

4 Energie- und Treibhausgasbilanz, Potenziale und Szenarien

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie in der StädteRegion (ohne die Stadt Aachen) bis zum Jahr 2040 die bilanzielle CO₂-Neutralität²⁴ (netto-Null) erreicht und die Energienachfrage halbiert werden kann. Der Blick in die Zukunft erfolgt über die Beschreibung von Potenzialen und in Form von Modellrechnungen über den Zeitraum bis 2040. Betrachtet werden die Zielszenarien CO₂-Neutralität 2030 und CO₂-Neutralität 2040. Die Berechnungen des Konzeptes basieren auf der Datengrundlage des Jahres 2021. Dieses Basisjahr für die Bilanzierungen und Modellrechnungen wurde gewählt, da jüngere Datensätze teilweise unvollständig waren.

4.1 Kapitelaufbau

Die Darstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz besteht im Wesentlichen aus drei Themenbereichen:

- Die Darstellung und Erläuterung der Methodik zur Bilanzierung, Potenzialanalyse und den Szenarien (Kapitel 4.2)
- Der sektoralen Darstellung der Energieproduktion und -nachfrage (Kapitel 4.3, 4.4 und 4.5), sowie
- Der zusammengefassten (integrierten) Ergebnisse der Bilanzen, Potenziale und Szenarien (Kapitel 4.6)

Im sektoralen Teil wird kapitelweise das Energieangebot und die Energienachfrage in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität dargestellt. In den Kapiteln werden für die Bilanz zuerst die lokalen Angebotssektoren beschrieben, dann die Nachfragesektoren. Die Einzelpotenziale und Szenarien sind den Kapiteln zugeordnet.

Dies hat den Vorteil, dass z.B. die Entwicklung der Windkraft in den letzten 20 Jahren, die Potenziale und die Ausbauraten für die Szenarien an einer Stelle im Bericht stehen. Die Wärmenachfrage der Gebäude, die Sanierungspotenziale und die angenommenen Sanierungsraten für die Szenarien sind in einem weiteren Abschnitt des Berichts an einer Stelle zu finden.

Dem sektoralen Teil folgt der integrierte Teil, in dem die gesamte Energie- und THG-Bilanz, die gesamten Potenziale und die zusammengefassten Energie- und THG-Szenarien dargestellt sind. Über diese Aufteilung sind die sektoralen Bilanzen und Potenziale zu einer Technologie an einer Stelle beschrieben und im Zusammenhang nachlesbar, zum Ende des Berichtsteils wiederum die zusammengefassten Ergebnisse.

Abbildung 18 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Links ist der Bilanzraum der StädteRegion dargestellt. Im linken Teil befinden sich die Angebotssektoren, die sich aus den lokalen Energiequellen speisen. Mittig sind Energieimport und -export aufgeführt. Im rechten Teil befinden sich die Nachfragesektoren. Für diese einzelnen Sektoren sind die Energie- und THG-Bilanz bestimmt, die Potenziale ermittelt und die Szenarien berechnet worden.

²⁴ "CO₂-Neutralität" ist in den nachfolgenden Berechnungen wie folgt definiert: Berücksichtigt werden alle sieben relevanten Treibhausgase ("Kyoto-Korb"). Diese werden in CO₂-Äquivalente samt Vorkette umgerechnet. Nichtvermeidbare Treibhausgase und solche, die aus der Vorkette (bspw. Bundesstrommix) resultieren, werden berücksichtigt sind aber von der StädteRegion selbst nicht beeinflussbar.

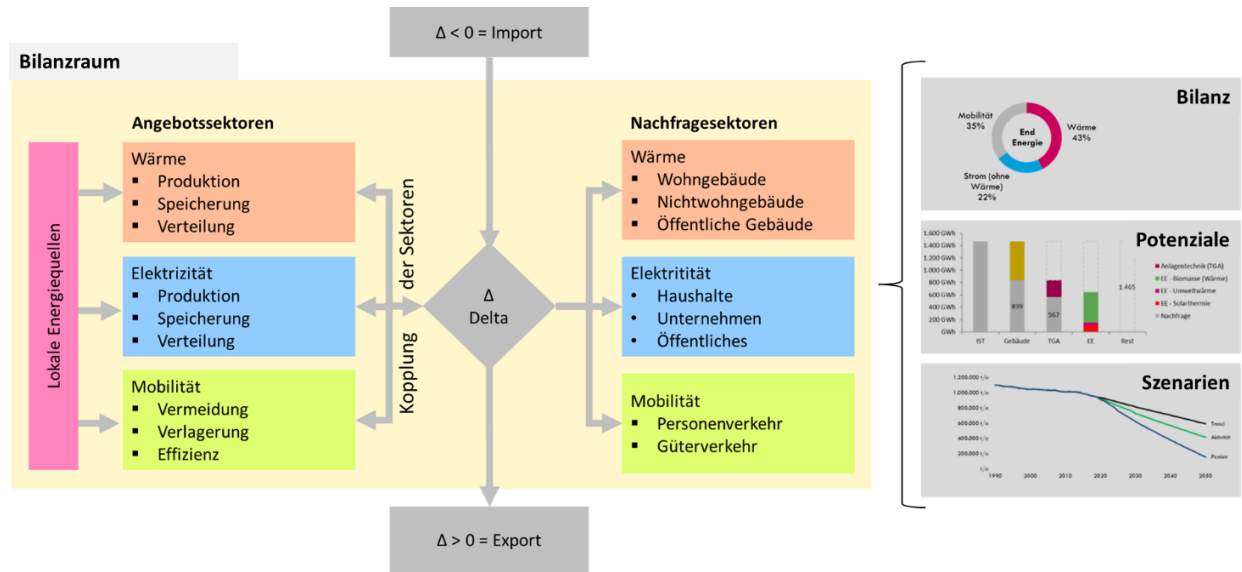


Abbildung 18: Methodik der Bilanz (KEEA GmbH, 2023)

Für das bessere Verständnis der Berechnung sind im Folgenden die Methodiken der Bilanzierung, der Potenzialanalyse und der Szenarien erläutert.

4.2 Methodik

4.2.1 Grundlage der Bilanzierung

Die Grundlagen der Bilanzierung der Stoff- und Energieströme der StädteRegion Aachen bilden die physikalischen Grundregeln, zum Beispiel die der Thermodynamik oder die Kirchhoffschen Gesetze. Über eine sachliche Darstellung werden die in der Region auftretenden Stoff- und Energieströme berechnet. Die zeitliche Auflösung der Darstellung ist ein Bilanzjahr. Durch ein geeignetes Monitoring kann für jedes Jahr eine Energiebilanz berechnet werden. Der Bilanzraum verfügt über eine innere Logik, bestehend aus Energienachfrage und -angebot (Abbildung 19). Die Energienachfrage ist nochmals in die Verbrauchssektoren Haushalte, Unternehmen und öffentliche Infrastruktur gegliedert.

Innerhalb der Verbrauchssektoren – Beispiel Haushalte – wird die Energienachfrage nach Elektrizität, Wärme / Kälte und Mobilität differenziert betrachtet. Die Haushalte benötigen Energie für das Wohnen und für ihren Verkehrsaufwand. Ist ein Elektrofahrzeug vorhanden, bspw. ein Elektrobike, und erfolgt dessen Aufladung über die Wohnung, dann wird Elektrizität für Mobilität, Licht, Elektrogeräte und evtl. Kochen und Wohnraumkühlung benötigt.

Das Energieangebot unterscheidet sich nach Energiewandlungsanlagen (sog. Konversionsanlagen) wie Photovoltaik und Solarthermie. Koppelprozesse für bspw. Elektrizität/Wärme werden gesondert dargestellt, weil die Anlagen einen Energieträger in mehrere nachgeschaltete Energieträger umwandeln. So kann bspw. in einem Blockheizkraftwerk (BHKW), unter Einsatz von Erdgas, Strom und Wärme gewonnen werden. Gleiches gilt für Koppelprozesse, bei denen aus zwei Energiequellen ein Energieträger gewandelt wird, zum Beispiel in Wärmepumpen, wo aus Strom und Umgebungswärme Warmwasser zur Raumerwärmung erzeugt wird.

Nach den Regeln der Thermodynamik treten bei Umwandlung, Transport und Speicherung Verluste auf, d.h. die eingesetzte Endenergie kann nicht mehr vollständig für eine Energiedienstleistung in Anspruch genommen werden. Ein Beispiel für eine Verlustminimierung ist die Wärmenutzung bei einem mit Erdgas befeuerten BHKW. Die im Erdgas enthaltene Energie kann nur mit einem gewissen Wirkungsgrad über die Verbrennungskraftmaschine in Elektrizität umgewandelt werden. Dieser ist physikalisch bedingt und beträgt – je nach Leistungsgröße des BHKW – zwischen 35 und 40 %. Ein Teil der Verlustenergie wird bei einer Kraft-Wärme-Kopplung in ein Wärmenetz für die Gebäudeheizung eingespeist. Über die Kraft-Wärme-Kopplung steigt der Gesamtwirkungsgrad der Anlage bei der Umwandlung von einem Energieträger zu den nachgeschalteten Energieträgern Elektrizität und „warmes Wasser“ für die Gebäudeheizung.

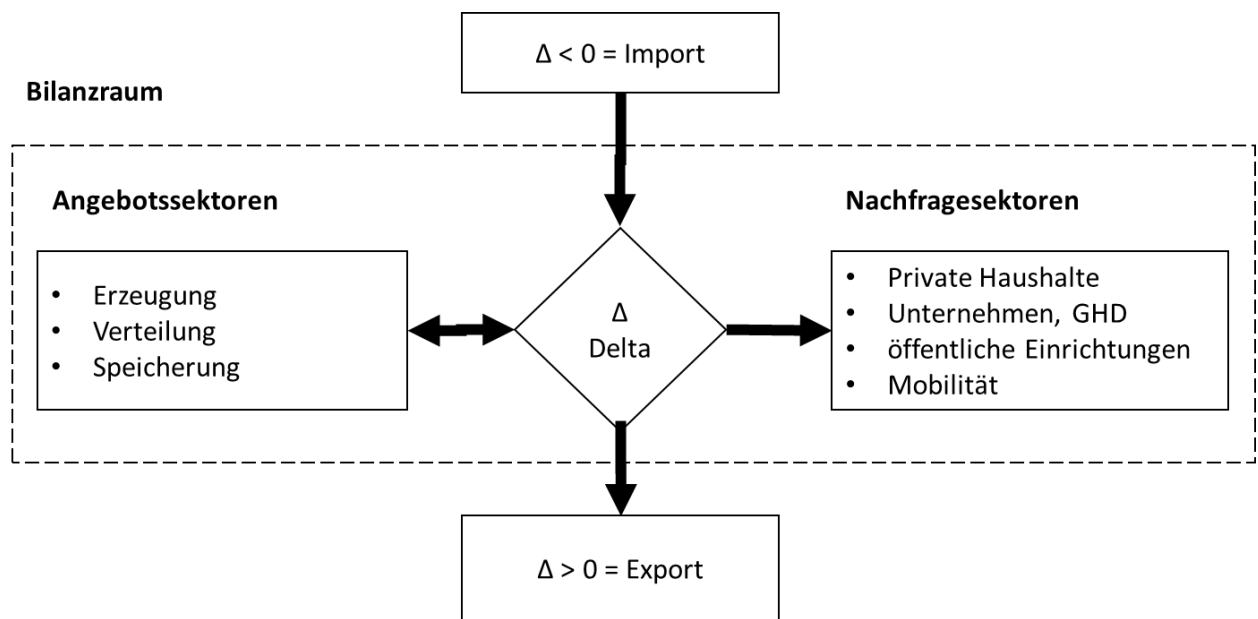


Abbildung 19: Sektoren des Bilanzraums (KEEA GmbH, 2023)

Die Energieströme teilen sich auf in Endenergieträger wie Heizöl, Erdgas, Benzin, Diesel, aber auch Holz und Elektrizität. Jeder Energieträger hat je nach Produktionsmethode einen Anteil erneuerbarer Energien (EE), also Elektrizität einen Anteil Ökostrom, Diesel einen Anteil Biodiesel, Erdgas einen Anteil Biogas usw. Die Energieträger bestehen deshalb aus einem regenerativen und einem nicht-regenerativen Anteil.

In der Bilanz stehen sich Energieangebot und Energieverbrauch gegenüber. Wird in einem Bilanzraum (z.B. einer Region oder einem Landkreis) mehr Energie angeboten als nachgefragt, dann kann sie gespeichert oder exportiert werden. Wird weniger angeboten, muss die Energie einem Speicher entnommen oder importiert werden.

Im Allgemeinen ist derzeit der Import einer Region höher als der Export, weil die lokalen Erzeugerpotenziale für eine vollständige Deckung des Verbrauchs, auch unter Einbeziehung von Energiespeichern, in den meisten Fällen noch nicht ausreichen. Unter günstigen Rahmenbedingungen kann es aber vorkommen, bspw. bei wenig Nachfrage und viel Sonnenschein und Wind in der Region und entsprechend viel erneuerbarer Stromproduktion, dass signifikante Strom-Exportströme generiert werden. Gleichzeitig werden fossile Energieträger für Wärme und Mobilität importiert.

Wirkungsindikatoren

Bisher war nur von der Endenergie die Rede, also von der Energie, die vor Ort zur Nutzung bereitsteht, z.B. in Form von Strom in der Steckdose oder Heizöl im Tank. Nach DIN ISO EN 14041 ist ein Endenergieträger ein Sachindikator. Über die Art (Energieträger) und die Menge (Energieinhalt in kWh) kann eine Grundaussage der Energieflüsse für den Bilanzraum getroffen werden. Diese Grundaussage lässt sich noch differenzierter darstellen: Die Wirkungen der Energieflüsse auf Mensch und Natur werden in der DIN-Norm mit Wirkungsindikatoren beschrieben.

Der Treibhauseffekt, der z. B. durch die Abgase bei der Verbrennung des Energieträgers Erdgas oder Benzin verursacht wird, kann mit dem Wirkungsindikator „Global Warming Potential“ (GWP) über 100 Jahre (GWP100) beschrieben werden (IPCC, 2013).

Treibhausgasemissionen (THG)

Der Wirkungsindikator Global Warming Potential (GWP oder Treibhauspotential) beschreibt den klimaschädlichen Einfluss eines Bilanzraumes über den Betrachtungszeitraum in Form von kgCO_2 -Äquivalenten ($\text{CO}_{2\text{aeq}}$). Es wird jedem Treibhausgas ein Wirkfaktor in Abhängigkeit seiner treibhausverstärkenden Wirkung, bezogen auf CO_2 , zugeschrieben. So ist der Beitrag von 1 kg Methan zum Treibhausgaseffekt so schädlich wie 25 kg CO_2 . Für SF_6 (Schwefelhexafluorid) beträgt der Faktor sogar 22.800. Die emittierten Gase werden als Massenstrom mit ihrem Wirkfaktor multipliziert und bilden zusammen den Wirkungsindikator der Kohlenstoffdioxid-Äquivalente.

Für die Zeiträume von 20, 100, und 500 Jahren wurde die treibhausverstärkende Wirkung von 1 kg Spurengas im Vergleich zu 1 kg CO_2 bestimmt und der Umrechnungsfaktor ermittelt. Üblicherweise wird als Zeitraum der Wirksamkeit 100 Jahre genommen.

Die Relation zwischen Endenergie und THG wird als Faktor angegeben. Bei den Faktoren werden die Emissionen entlang der Energiebereitstellungskette berücksichtigt. Bei einem Energieträger wie Heizöl wäre es die gesamte Aufbereitung von der Bohrstelle über den Transport, dem Raffinieren, den Lagerstätten bis zur Verbrennungstechnik des Heizkessels. Bei einer Photovoltaikanlage wären es bei einer lebenszyklusweiten Betrachtung die Emissionen bei der Herstellung, dem Betrieb und für den Rückbau. So kann jedem Endenergiestrom die Relevanz zum Klimawandel zugeordnet werden. Die Einheit des Faktors ist üblicherweise $\text{kg CO}_{2\text{aeq}}/\text{kWh}$ Endenergie. Die Energieströme werden also differenziert nach den Energieträgern mit den THG-Faktoren versehen. Die Summe bildet den Beitrag zum Klimawandel. Da der Wert als Wirkindikator nicht dem tatsächlichen Massenstrom der Emissionen entspricht, ist eine Aussagefähigkeit nur im Vergleich gegeben. Zum Beispiel bei der Gebäudesanierung der Vergleich der THG-Emissionen für den Gebäudebetrieb vor und nach der Sanierung, um den Faktor „n“ oder der eingesparten $\text{kg CO}_{2\text{aeq}}$.

	GWP 20*	GWP 100*	GWP 500*
	[kg CO ₂ aeq]	[kg CO ₂ aeq]	[kg CO ₂ eq]
CO ₂ Kohlendioxid	1	1	1
CH ₄ Methan	72	25	7,6
H1301 Halon	8.480	7.140	2.760
N ₂ O Lachgas	289	298	153
SF ₆ Schutzgas	16.300	22.800	32.600

Tabelle 5: Treibhausgaspotenziale einzelner Stoffeinträge in die Atmosphäre (IPCC, 2013) (* Die Zahl (GWP 20) beschreibt die Betrachtungszeit in Jahren. Methan hat zum Beispiel die 25-fache Wirkung gegenüber Kohlendioxid über einen betrachteten Zeitraum von 100 Jahren)

Weitere Verbrauchssektoren

In vielen Energiekonzepten werden hauptsächlich die Sektoren Elektrizität, Wärme und Mobilität erfasst. Nicht-energetische Emissionen, zum Beispiel durch Konsum und Ernährung, werden bisher nur in Einzelfällen berücksichtigt. Dabei betragen die Treibhausgasemissionen von Ernährungsgütern in Deutschland pro Person rund 1,74 Tonnen pro Jahr. Bei einer Gesamtemission von 11,6 Tonnen CO₂ pro Person im Jahr 2017 (Umweltbundesamt) ist dies ein Anteil von etwa 15 %. Auch in diesem Sektor gäbe es Möglichkeiten, Projekte zu initiieren, wie z.B. eigener Anbau, Mietergärten oder die stärkere Versorgung mit regionalen Produkten. Großes Potential besteht auch beim „Sonstigen Konsum“, bspw. durch Sensibilisierung dafür, dass jegliche Art von Konsum THG behaftet ist, oder als konkrete Maßnahme die Organisation von Tauschbörsen und Repair-Cafés.

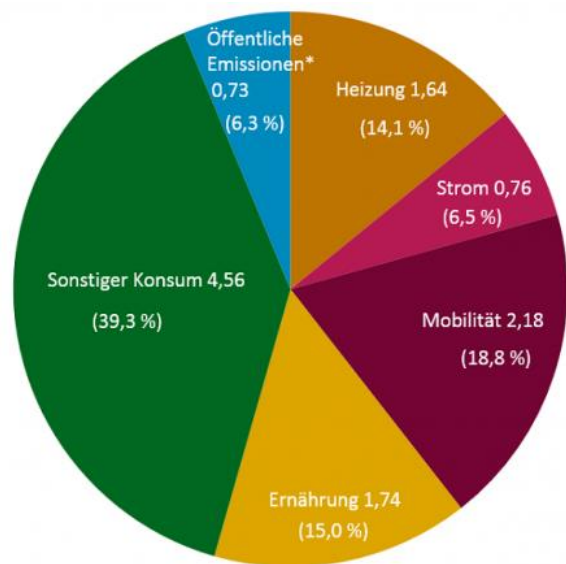


Abbildung 20: THG pro Kopf in Deutschland nach Konsumbereichen im Jahr 2017 (Umweltbundesamt, 2017)

Methodische Vorgaben Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO)

Für Klimaschutzkonzepte wird vom BMU die **Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO)** vorgegeben (Umweltbundesamt, 2020). Die Methodik ist im Rahmen des BMUB-Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunalen Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“ entwickelt worden. Die BISKO-Methodik wird laufend weiterentwickelt.

Grundlage der Methodik ist die Anwendung des **Territorialprinzips**. Es werden die Energieverbräuche innerhalb des Landkreises aufgenommen und bewertet. So wird zum Beispiel der Flugverkehr nicht berücksichtigt, oder Pkw-Fahrten als Quell-Ziel-Verkehr nur mit dem Anteil innerhalb des Kreises bewertet. Die Alternative wäre das **Verursacherprinzip**, in dem alle durch die Bürger induzierten Energieströme (z. B. auch der im Ausland produzierten Waren) berücksichtigt werden. Für diese Bilanz ist die Mobilität nach der

Verursacherbilanz berechnet worden, weil zum Zeitpunkt der Berechnung für eine Territorialbilanz zu wenig Daten vorlagen.

Bei der BSKO-Methodik werden nur die energiebedingten THG berücksichtigt, die durch die Nachfrage nach Energie im Landkreis emittiert werden. Hierbei wird nicht nur Kohlenstoffdioxid (CO₂), sondern auch Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) einbezogen. Um das Treibhausgaspotenzial verschiedener THG vergleichbar zu machen, werden sie wie im Kapitel Wirkungsindikatoren beschrieben hinsichtlich ihrer Klimawirkung als CO₂-Äquivalente (oder THG) zusammengefasst. Nicht berücksichtigt werden in der Methodik die Emissionen aus biogenen Prozessen, wie z.B. THG aus der Trockenlegung von Mooren. Das Pflanzenwachstum wird indirekt betrachtet, indem bei biogenen Energieträgern das über den Wuchs gebundene CO₂ bei der Verbrennung nicht mitgerechnet wird. Weitere nicht-energetische, biogene Stoffe werden als Kohlenstoffsenke nicht berücksichtigt.

Über diese Methodik reduziert sich die THG-Rechnung auf die Energieströme, die über Elektrizität, Wärme und Mobilität emittiert werden. Die Hauptenergieströme sind weiterhin durch die Nutzung von fossilen Energieträgern geprägt. Das Ziel der Reduktion der THG-Emissionen hat über die Methodik zur Folge, dass hauptsächlich die Reduktion fossiler Energieträger auf Landkreisebene betrachtet wird. Diese werden entweder durch THG-arme, erneuerbare Energieträger ersetzt oder entfallen ganz, weil die Energienachfrage reduziert wird. Daher besteht das weitere Ziel, die Endenergienachfrage bis 2040 deutlich zu senken.

Erneuerbare Energien im Untersuchungsgebiet werden nach BSKO nachrichtlich aufgenommen. Das bedeutet, dass alle erneuerbaren Stromerzeuger den bundesweiten Strommix verändern und damit den THG-Faktor für Elektrizität insgesamt beeinflussen. Für erneuerbare Energien (EE) aus Photovoltaik, Windkraft und biogenen Quellen, die in die Elektrizitäts- und Gasnetze im Landkreis eingespeist werden, erfolgt durch die vorgegebene Methodik ebenfalls eine Zurechnung zum bundesweiten Pool. Sie reduzieren zusammen mit vielen weiteren EE-Anlagen den bundesweiten THG-Faktor für Elektrizität auf rund 141 g/kWh im Jahr 2040. Im Jahr 2017 liegt dieser bei 486 g/kWh. Vorausgesetzt die bundesweite Stromwende erreicht das Ziel, wäre Elektrizität in Zukunft somit ein relativ klimafreundlicher Energieträger für viele Anwendungen (z.B. Wärmepumpen, E-Fahrzeuge, etc.).

Erneuerbare Wärme aus Einzelfeuerungen (z.B. Stückholz, Pellets), Biogasanlagen und Holzheizwerken mit Wärmenetz werden in der BSKO-Methodik berücksichtigt. Über die Kohlenstoffbindung beim Pflanzenwachstum werden die CO₂-Emissionen als bilanziell ausgeglichen betrachtet. Die Emissionen bei der Produktion von EE-Wärme entstehen daher über die Aufbereitung der Biomasse bis zum Verbrennungs- bzw. Vergärungsprozess. Bei Biogasanlagen entsteht Methanschlupf, d. h. ein Teil des Methans wird bei der Wartung oder über undichte Anlagenkomponenten emittiert. Auch offene Nachgärungen erhöhen den Methanschlupf. Da Methan die 25-fache Treibhauswirkung von CO₂ hat, ist hier ein sorgfältiger Umgang wichtig. Moderne Biogasanlagen mit einer guten Bewirtschaftung haben nur noch einen geringen Methanverlust.

Daten der leitungsgebundenen Energieträger

Für die leitungsgebundenen Energieträger standen zwei relevante Datenquellen zur Verfügung: die kommunalen Konzessionsverträge nach der Konzessionsabgabenverordnung (KAV) und die Datenlieferungen der Netzbetreiber. Für diese Bilanz wurden die Energiemengen der Konzessionsabgabenverordnung verwendet.

Diese sind nach KAV in Kundengruppen aufgeteilt:

- Die Tarifikundengruppen werden dem Sektor Wohnen zugeordnet,
- Die Sondervertragskundengruppen dem Sektor Unternehmen,
- Freie Liefermengen ohne Konzession werden dem Bereich Industrie zugeordnet.

Wohngebäude

Die Wärmenachfrage der Wohngebäude basiert auf verschiedenen Quellen. Grundlage der Wärmenachfrage ist die Gebäudestatistik. Hierüber wird der gesamte Wärmebedarf ermittelt. Die Aufteilung der Energieträger erfolgt je nach Quelle:

- Erdgas über die Konzessionsverträge nach der Konzessionsabgabenverordnung (KAV)
- Elektrizität über die Konzessionsverträge und die nach BAFA geförderten Wärmepumpen
- Solarthermie und Biomassekessel über die nach BAFA geförderten Anlagen

4.2.2 Methodik der Potenzialanalyse

Die folgende Potentialanalyse befasst sich mit jenen Bereichen, die der Landkreis selbst beeinflussen kann, bzw. mit kommunenübergreifenden Infrastrukturen, welche in separaten Konzepten durch einzelne Städte und Gemeinden nur unzureichend berücksichtigt werden könnten. Bei der Auseinandersetzung mit Potenzialen ist zunächst zu klären, was unter diesem Begriff verstanden wird.

Die Potenzialanalyse betrachtet einzelne Systeme in einem holistischen Kontext. Somit bedingen sich einzelne, separat betrachtete Ebenen. Als Beispiel sei hier die Gebäudedämmung und die Wärmeversorgung via Fernwärme genannt. Die energetische Ertüchtigung der Gebäude führt zu geringeren Energieverbräuchen, welches positiv für das Gebäude selbst, jedoch negativ für die Wirtschaftlichkeit des Fernwärmenetzes ist. Solche komplexen Wechselwirkungen zwischen den Analyseebenen können in der Potenzialanalyse nicht immer hinreichend abgebildet werden.

Die Ermittlung der energetischen Potenziale unterscheidet zwischen technischen, sozialen und wirtschaftlichen Potenzialen, die Teil des theoretisch-physikalischen Potenzials sind (Abbildung 21).

- Das theoretische/physikalische Potenzial ist die gesamte, nach den physikalischen Gesetzen angebotene Energie, die dem Landkreis zur Verfügung steht.
- Das technische Potenzial ist der Teil des theoretischen Potenzials, der nach dem Stand der Technik an den möglichen Standorten genutzt werden kann.
- Das wirtschaftliche Potenzial ist der Teil des theoretischen Potenzials, der bei aktuellen Wirtschaftlichen Rahmenbedingungen umsetzbar ist.

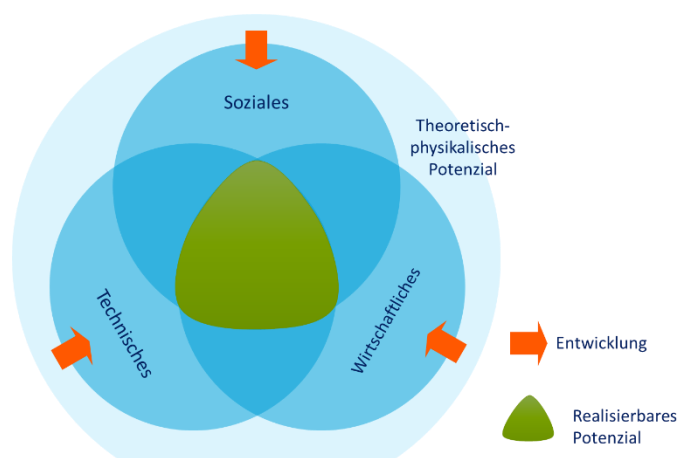


Abbildung 21: Das nutzbare Potenzial ergibt sich aus der Verschneidung und Nutzung sozialer, technischer und wirtschaftlicher Aspekte (KEEA GmbH, 2023)

- Das soziale Potenzial bezieht die gesellschaftliche Akzeptanz und Wandlungsfähigkeit beim energetischen Transformationsprozess ein. Fragestellungen nach der Akzeptanz von Windkraft und Maisanbau sowie Demografie, Pandemien, Mobilitätsverhalten und die Bereitschaft zur energetischen Gebäudesanierung werden mit einbezogen.
- Das realisierbare Potenzial ist die Schnittmenge aus dem technischen, wirtschaftlichen und sozialen Potenzial und wird in der folgenden Potenzialanalyse betrachtet. Über Innovation, Motivation und Erhöhung der Wandlungsfähigkeit kann die Schnittmenge als realisierbares Potenzial innerhalb eines energetischen Transformationsprozesses genutzt werden – ein Ziel, welches durch das integrierte Klimaschutzkonzept unterstützt werden soll.

Hemmnis bei der Erschließung des technisch-physikalischen Potenzials sind die Energieverluste bei der Umwandlung in eine konkrete Energiedienstleistung wie Wärme oder Maschinenbewegung. Selbst die Natur arbeitet bei der Speicherung von Sonnenenergie in Biomasse mit Wirkungsgraden von nur ein bis zwei Prozent, die über weitere Erschließungs-, Transport-, Lager- und Umwandlungsverluste (z. B. Kaminholz) in Energiedienstleistungen wie Raumwärme umgewandelt wird. Daher kann von der eingebrachten Sonnenenergie und Geothermie nur ein Bruchteil konkret genutzt werden. Dies wird über das realisierbare Potenzial dargestellt. Die ermittelten Potenziale lassen sich in drei Kategorien gliedern:

- Die Reduktion des Endenergieverbrauchs: Der Import von fossilen Energieträgern in den Landkreis lässt sich über energieeinsparende Maßnahmen reduzieren, indem z.B. die Wohngebäude saniert werden und Mobilität energiesparender organisiert wird.
- Der nächste Schritt ist die Steigerung der Energieeffizienz bei den Konversionstechnologien über den Austausch von Wärmeerzeugern, stromeffiziente Haushaltsgeräte oder effiziente Mobilität. Bei einer Steigerung der Effizienz werden die Umwandlungs-, Speicher- und Transportverluste minimiert. Neue Heizkessel arbeiten effizienter als alte aus den 70er Jahren, ein Tablet benötigt weniger Energie als ein alter Desktop PC, ein Elektrofahrzeug ist effizienter als ein Verbrennungskraftfahrzeug.
- Weitere Energie-Importströme können durch die Nutzung lokaler Energieträger reduziert werden. Es bestehen Ausbaupotenziale u.a. bei Windkraft und Photovoltaik. Die Potenzialbetrachtung zur Bioenergie enthält nicht die Nutzung zusätzlicher Ackerflächen, sondern die potenzielle Menge an biogenen Reststoffen, z. B. aus Gülle und Mist, Grünschnitt, etc. damit in Zukunft im Bereich Land- und Forstwirtschaft THG-Senken aufgebaut werden können.

Weiteres relevantes Potenzial physikalisch-technischer Maßnahmen ist eine Änderung des Nutzerverhaltens hin zu mehr Suffizienz. Die Rahmenbedingungen für die Umsetzung sowohl von physikalisch-technischen Maßnahmen als auch eines veränderten Nutzerverhaltens sind fiskalische und normative Instrumente sowie Öffentlichkeitsarbeit. Abbildung 22 veranschaulicht dies.

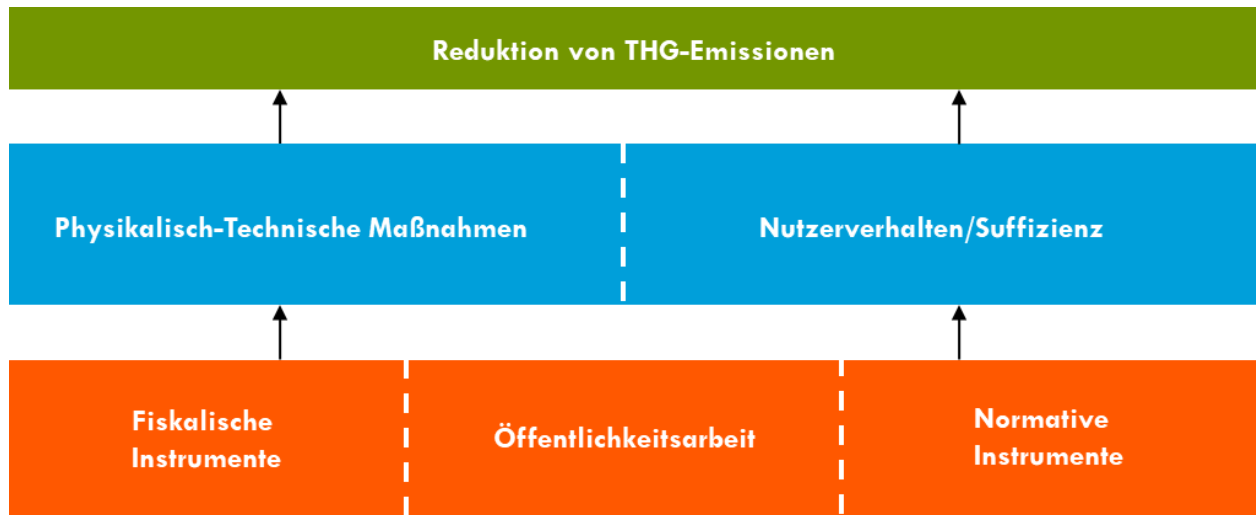


Abbildung 22: Strukturierung der Maßnahmen und Instrumente (KEEA GmbH, 2023)

Fiskalische Instrumente können Förderprogramme oder Abgaben sein. Der Bereich der **Öffentlichkeitsarbeit** umfasst Kampagnen, Veranstaltungen, Presseberichte, u. v. m. **Normative Instrumente** sind Gesetze, Richtlinien, Verordnungen, Satzungen und Verträge, die den rechtlichen Rahmen für das Handeln der Akteure bestimmen. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen:

Wenn im Teilbereich Wärmeversorgung eine verbesserte THG-Emissionsbilanz erreicht werden soll, könnte es ein strategisches Ziel sein, eine Reduktion der beheizten Wohnfläche pro Kopf zu erreichen. Hierfür müssten bestimmte Maßnahmen umgesetzt werden.

- **Physikalisch-technische Maßnahmen** wären etwa Umbauten im Bestand hin zu kleineren Wohneinheiten oder Neubauten mit entsprechenden Grundrissen.
- Eine **Änderung des Nutzerverhaltens/Suffizienz** wären der Ausbau von Repair-Cafés, Tauschläden, Car-sharing usw.

Erforderliche Rahmenbedingungen hierfür wären wiederum:

- **fiskalische Instrumente**, wie z.B. die Förderung baulicher Maßnahmen, die wohnflächensparendes Wohnen fördern oder ein finanzieller Bonus bei einem Umzug in eine kleinere Wohneinheit.
- Instrumente der **Öffentlichkeitsarbeit** wie z.B. eine Werbekampagne für die Bildung von Wohn- oder Hausgemeinschaften
- **Normative Instrumente**, wie z. B. eine Vorgabe für Wohnungsbaugesellschaften, bei Neuvermietungen eine maximale Wohnfläche von 25 m² pro Person vorzusehen

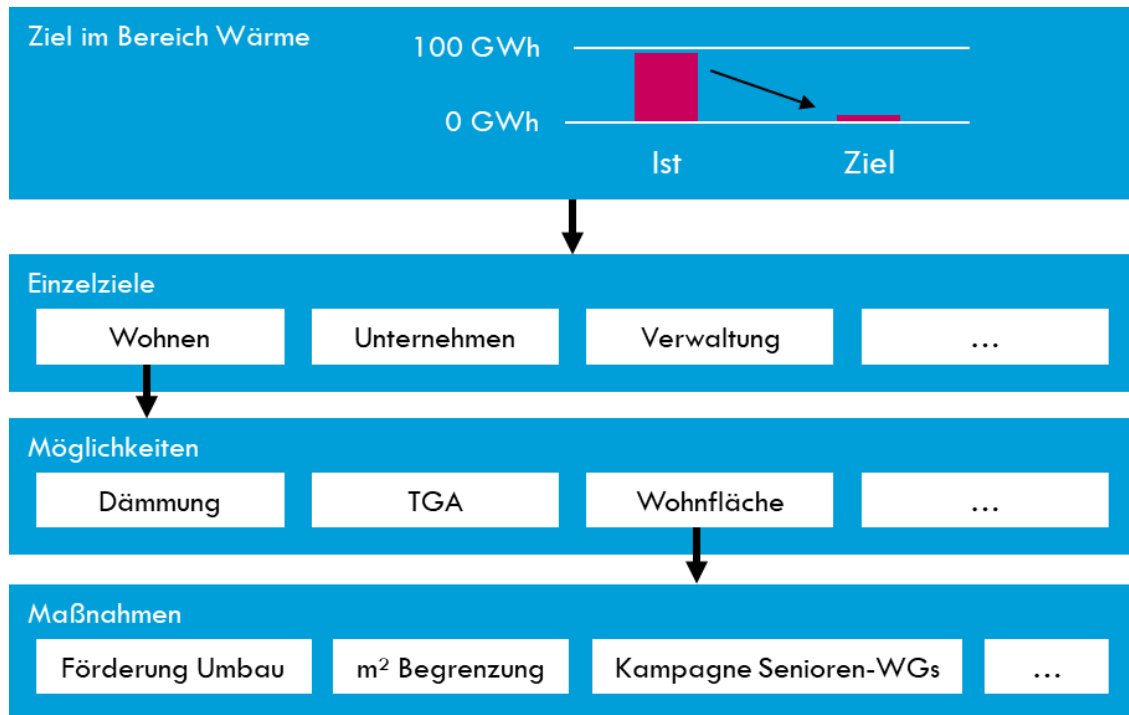


Abbildung 23: Beispielhafte Ableitung von Maßnahmen im Bereich Wohnen (TGA = Technische Gebäudeausrüstung)

4.2.3 Methodik der Szenarien

Die Szenarien werden als Modellrechnung im Zeitraum von 1990 bis 2040 berechnet. Dies entspricht dem Klimaschutzziel der Bundesregierung, eine THG-Reduktion auf der Basis von 1990 festzulegen. Die Modellrechnungen erfolgen jährlich. Wichtigste Grundlage ist die Bilanz des Basisjahrs, von der aus Modellrechnungen in die Vergangenheit und Zukunft fortgeführt werden. Liegen Daten der Vergangenheit vor, werden diese für die Zeitreihen genutzt.

- Der Blick in die Vergangenheit bis 1990 erfolgt durch vorhandene Daten oder über eine Extrapolation mit entsprechenden Steigerungsraten. Dies erfolgt über die sektoralen Bilanzen (Beispiel Photovoltaik) so detailliert wie die Datenlage es ermöglicht.
- Ebenso wird sektoral in die Zukunft projiziert. Über vorhandene Informationen wird aus dem entsprechenden Potenzial, zum Beispiel Vorrangflächen für Windkraft, eine plausible Zeitreihe bis 2040 gebildet.

Die sektoralen Modellrechnungen der lokalen Wärme-, Elektrizitäts- und Treibstoffproduktion, der Einspar- und Effizienzmöglichkeiten wird zu integrierten Gesamtszenarien zusammengefasst.

- Das Szenario „Trend“ bildet den bundesweiten Trend nach. Dieses Szenario bildet die Basis für die weiteren Modellrechnungen.
- Das Szenario „CO₂-neutral 2040“ verfolgt die Zielstellung „netto-Null“ THG. Hier sind die notwendigen städtereigenen Aktivitäten eingeflossen.
- Das Szenario „CO₂-neutral 2030“ arbeitet mit deutlich gesteigerten Sanierungs- und Ausbauraten, damit das Ziel schon 2030 erreicht werden kann.

Bei der Berechnung der Endenergie wird in den Nachfragesektoren zum Beispiel über Gebäudesanierung und Reduktion des Flottenverbrauchs der Endenergieverbrauch reduziert.

Über die Wirkungsabschätzung der einzelnen Energieträger in der gesamten Zeitreihe werden die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die THG werden über einen geringeren Endenergieverbrauch, den Einsatz von THG-reduzierten Energieträgern (z.B. Erneuerbare Energien) und die Optimierung der Energieumwandlungstechnologien verringert.

4.3 Sektor Strom

4.3.1 Stromproduktion

In Zahlen ausgedrückt werden rund 555 GWh/a an erneuerbar produzierter Elektrizität in der StädteRegion erzeugt, davon 81 % über Windkraft und zu 19 % über PV, Wasserkraft, Klärgas und Biomasse (Bundesnetzagentur, 2023). Da auch erneuerbare Energien nicht emissionsfrei sind, werden rund 9.900 t/a an Treibhausgasen produziert.

Elektrische Energie	Leistung	Endenergie	THG
Lokale Erzeugung		569,9 GWh/a	9.898 t/a
Davon KWK nichtregenerativ		15 GWh/a	747 t/a
Davon EE-Strom		554,9 GWh/a	9.151 t/a
PV-Anlagen	91.784 kW	78,0 GWh/a	3.121 t/a
Wasserkraft	1.351 kW	10,7 GWh/a	33 t/a
Biomasse	5.044 kW	10,4 GWh/a	1.240 t/a
Klärgas	624 kW	4,9 GWh/a	248 t/a
Windkraft	204.933 kW	450,9 GWh/a	4.509 t/a

Tabelle 6: Stromproduktion in GWh/a in der StädteRegion Aachen im Jahr 2021 (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023)

Photovoltaik

Bilanz und Entwicklung

Die Photovoltaik ist seit Einführung des EEG deutlich ausgebaut worden. Die Daten bis 2021 stammen von der Bundesnetzagentur.

Bis zum Basisjahr 2021 sind 5.669 Anlagen mit einer Leistung von 91,8 MWp (Megawattpeak) und einem Ertrag von 78,0 GWh/a gebaut worden. Die großen PV-Anlagen mit über 1.000 kWp (Kilowattpeak) erbringen 25,6 MWh/a Ertrag. Die Anlagen der mittleren Leistungsklasse von 30 kWp bis 1.000 kWp erbringen rund 25 MWh/a. Den größten Ertrag erbringen die kleinen Anlagen bis 30 kWp mit insgesamt 41,1 MWh/a.

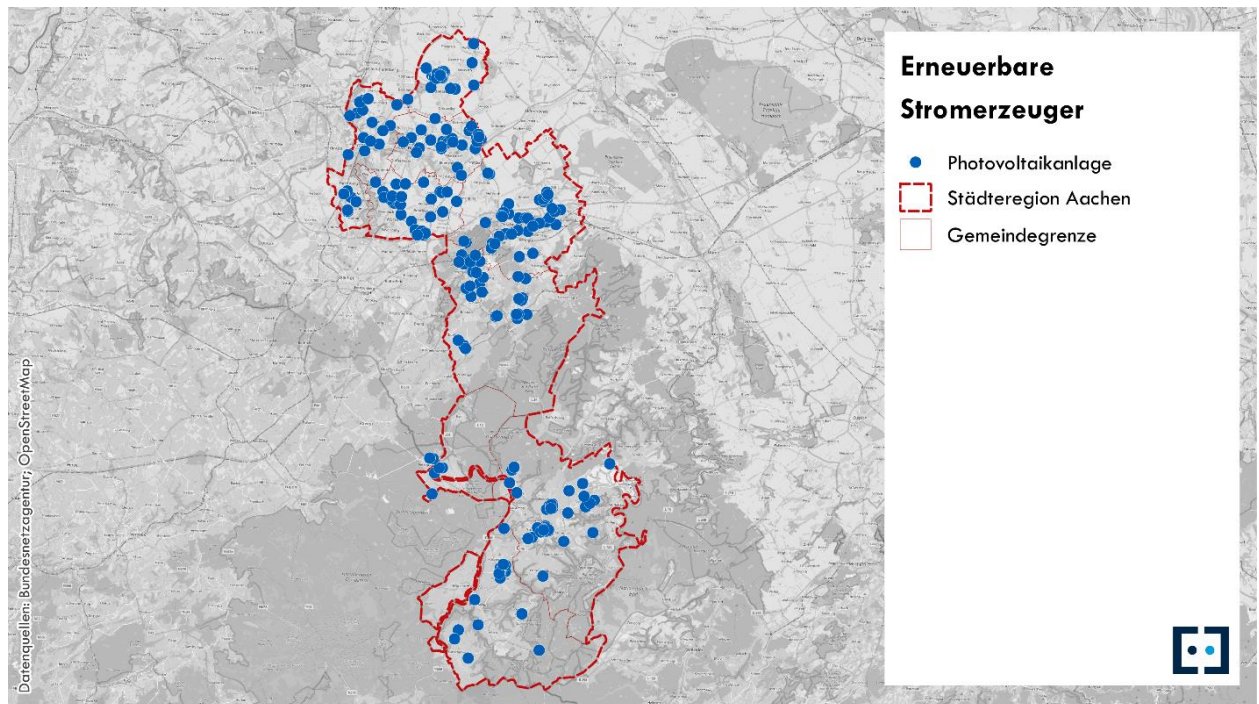


Abbildung 24: Räumliche Verteilung der Photovoltaikanlagen ab 30 kW im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023)

Potenziale und Projektion

Bei der Photovoltaik wird als Potenzial von einem kontinuierlichen Ausbau an den Gebäuden ausgegangen. Weiterhin wird 1 % der Städtereionsfläche für Freiflächen-PV genommen. Im Zielszenario beträgt die Ausbaurrate für PV an Gebäuden 20 %, bezogen auf den Bestand im Basisjahr 2021. Die Freiflächenanlagen werden bis zum Jahr 2030 gebaut. Zusammen beträgt das Ausbaupotenzial 675 GWh.

Windkraft

Bilanz und Entwicklung

Zum Basisjahr 2021 sind 91 Anlagen mit einer Leistung von 205 MW installiert (Bundesnetzagentur, 2023). Abbildung 26 zeigt die räumliche Verteilung der Anlagen in der StädteRegion. Diese lieferten im Basisjahr 451 GWh/a Elektrizität. Der Ausbau ist im Wesentlichen in zwei Schritten erfolgt, im Zeitraum 2002/2003 und 2016/2017 (Abbildung 25).

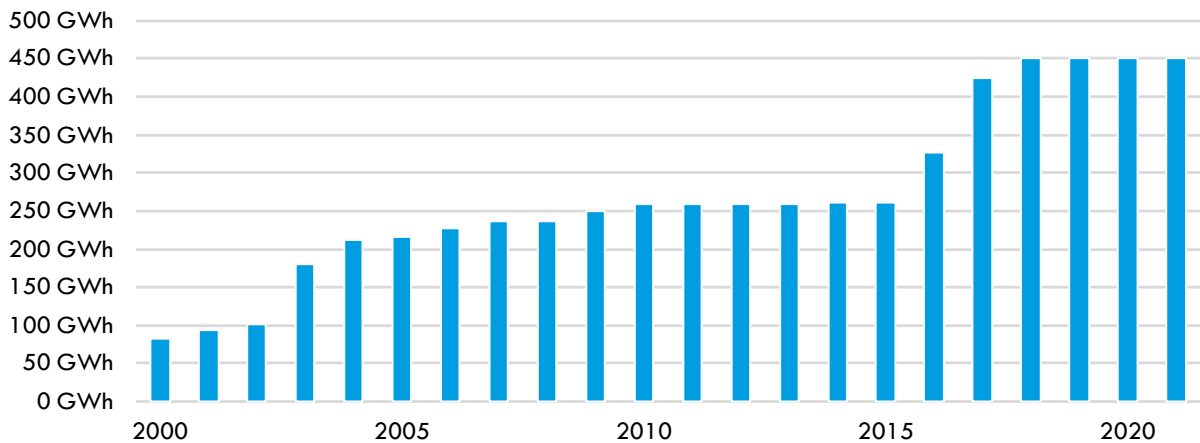


Abbildung 25: Entwicklung des Windkraftausbaus vom Jahr 2000 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023)

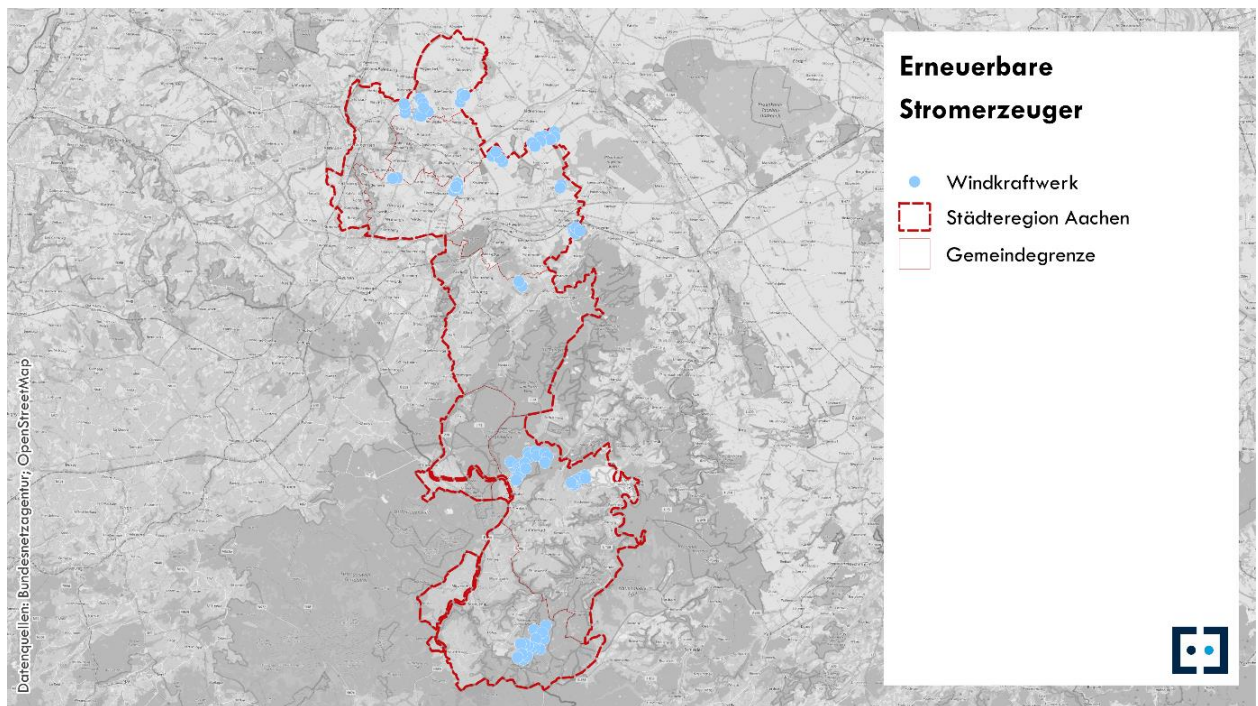


Abbildung 26: Räumliche Verteilung der Windkraftanlagen im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023)

Potenziale und Projektion

Vor dem Hintergrund des im Februar 2023 in kraftgetretenen Wind-an-Land-Gesetz (WaLG) ist Nordrhein-Westfalen zur Sicherung von rund 2 % der Landesfläche verpflichtet. Auf die StädteRegion bezogen entspricht das einer Fläche von 1.506 ha. Mit einem Rasterabstand von 300 m können 129 Anlagen gebaut werden. Bei einer mittleren Anlagengröße von 5 MW können potenziell rund 1.300 GWh im Jahr produziert werden. Bei der Berechnung der Szenarien wird das Potenzial bis 2040 vollständig ausgeschöpft.

Wasserkraft

In der StädteRegion sind sieben Wasserkraftanlage mit insgesamt 1.531 kW in Betrieb (Bundesnetzagentur, 2023). Diese erzeugen rund 10,7 GWh/a an elektrischer Energie. Es wird von keinem wesentlichen weiteren Wasserkraftpotenzial ausgegangen.

Biomasseanlagen

Nach den Daten des Marktstammregisters sind im Basisjahr 2021 12 Biomasseanlagen mit einer elektrischen Leistung von 5,0 MW installiert (Bundesnetzagentur, 2023). Die Anlagen liefern rund 20 GWh/a an Elektrizität, hauptsächlich von den Biogasanlagen (Abbildung 27).

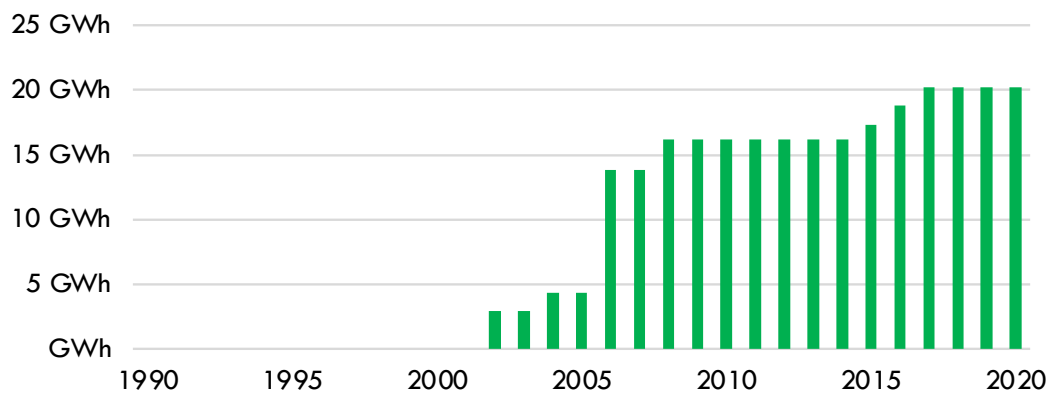


Abbildung 27: Entwicklung des Ausbaus von Biomasseanlagen vom Jahr 2002 bis 2020 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Quelle: Bundesnetzagentur)

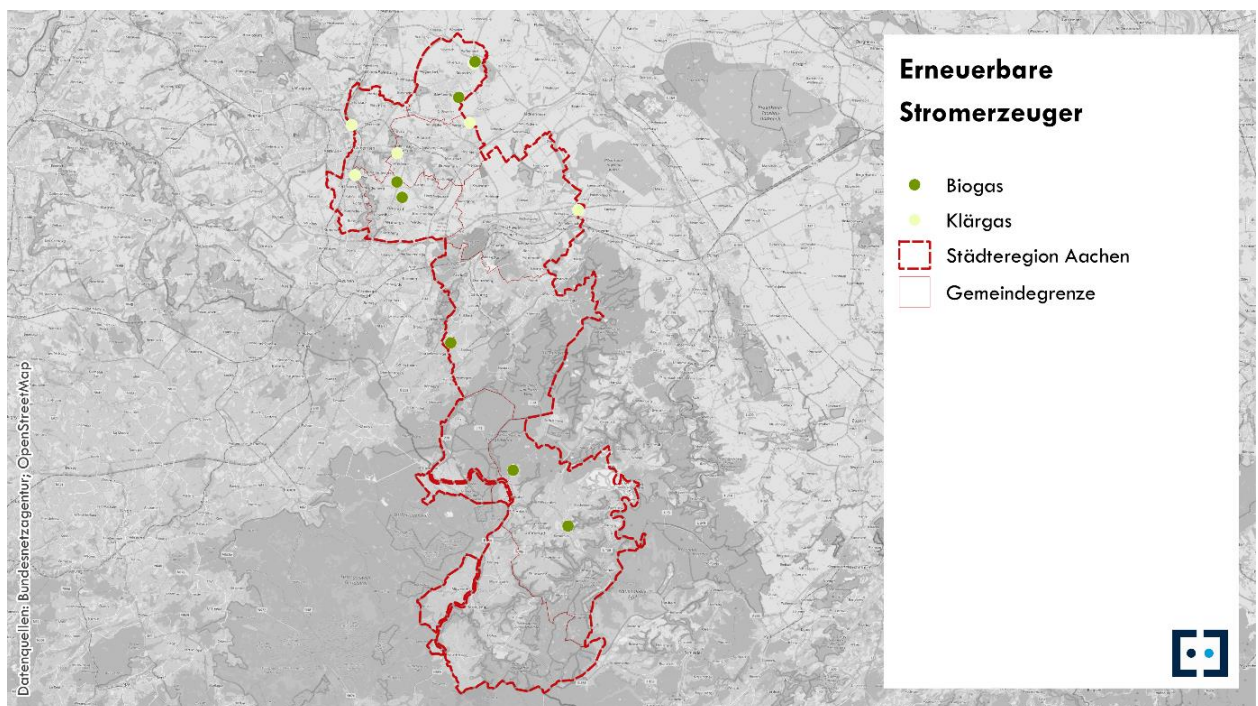


Abbildung 28: Räumliche Verteilung der Biogasanlagen im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023)

Potenziale und Projektion

Die biogenen Quellen für die Stromerzeugung werden für die Potenzialbetrachtung über zwei Konversionstechnologien in Elektrizität und Wärme umgewandelt: die Verbrennung in Heizkraftwerken und das Vergären über Biogasanlagen.

Betrachtet werden die anfallenden Fraktionen der Siedlungsabfälle wie Landschaftspflegeholz und Grünabfall. Waldholz wird nicht betrachtet, um über die Biomassebindung THG-Senken zu schaffen. Auch größere Abfallströme wie Industrierestholz werden nicht betrachtet, weil diese häufig überregional verbrannt werden. Der Biomüll wird nicht verbrannt, sondern vergärt oder pyrolysiert.

Die potenzielle Energie in den Rohstoffen beträgt für die Verbrennung 28 GWh pro Jahr. Würden größere Kraftwerkstechnologien dafür eingesetzt werden²⁵, könnten daraus rund 6 GWh/a an Elektrizität gewonnen werden. Wird von einer Wärmenutzung mit einem Wärmenetz ausgegangen, wird die Wärme hauptsächlich während der Heizperiode genutzt. Bei dem berechneten Potenzial würden rund 11 GWh/a an Wärme zur Verfügung stehen

Verbrennung	Einheit	Nutzungsgrad	Masse	Energie
Waldholz	17.926 ha	0%		
Landschaftspflegeholz	10 kg/EW	50%	1.515.480 kg	7 GWh/a
Grünabfall	40 kg/EW	50%	6.061.920 kg	22 GWh/a
Altholz	80 kg/EW	0%	24.247.680 kg	
Industrierestholz	15 kg/EW	0%		
Biomüll	0 kg/EW	0%		
Summe Energie in Rohstoffen				28 GWh/a
Umwandlung über Heizkraftwerk in Strom				6 GWh/a
Umwandlung über Heizkraftwerk in Wärme				11 GWh/a

Tabelle 7: Biogenes Potenzial zur Energieerzeugung in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)

Vergoren werden Rindergülle, Klärschlamm und Biomüll. Nachwachsende Rohstoffe und Grünschnitt werden bei der Potenzialanalyse nicht betrachtet. Die landwirtschaftlichen Flächen würden statt für Energiepflanzen für Lebensmittel, Wildacker oder als THG-Senke genutzt werden.

Der potenzielle Energieinhalt der Rohstoffe für die Vergärung beträgt 61 GWh pro Jahr. Das daraus erzeugte Biogas kann gut in Gasmotoren mit einem hohen elektrischen Wirkungsgrad verbrannt werden, sodass 12 GWh Elektrizität pro Jahr erzeugt werden können. An Wärme können 6 GWh/a gewonnen werden.

Würde aus den Rohstoffen Biomethan zum Einspeisen in das Gasnetz hergestellt, könnte mit dem Potenzial rund 33 GWh/a an Gas produziert werden.

²⁵ Thermodynamisch bedingt wird für einen guten elektrischen Wirkungsgrad eine größere Kraftwerkstechnologie ab ca. 20MWel benötigt.

Vergärung	Einheit	Nutzungsgrad	Gasertrag	Energie
Acker	19.004 ha	0%		
Grünland	8.600 ha	0%		
Rindergülle	7.690 GVE	50%	1.558.207 m ³	9 GWh/
Klärschlamm	40 kg/EW	100%	3.637.152 m ³	35 GWh/a
Biomüll	99 kg/EW	25%	750.163 m ³	17 GWh/a
Summe Energie in Rohstoffen				61 GWh/a
Umwandlung über Biogasanlage in Strom				12 GWh/a
Umwandlung über Biogasanlage in Wärme oder Biomethan				6 GWh/a 33 GWh/a

Tabelle 8: Biogenes Potenzial zur Vergärung in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)

Eine weitere Zukunftstechnologie zur Verarbeitung biogener Stoffströme ist die Pyrolyse. Die Pyrolyse eignet sich u.a. dazu, ein stabiles stoffliches Produkt als THG-Senke herzustellen. Über verschiedene Pyrolyseverfahren könnten Bioabfall, Klärschlamm, holzige und krautige Biomassen in Kombination mit der Trockenfermentation in Bio- und Pflanzenkohle umgewandelt werden (siehe Abbildung 29). Diese könnten als stabile THG-Senke im Gartenbau und in der Landwirtschaft verwendet werden. Dies kann über Biomassehöfe in der StädteRegion organisiert werden.

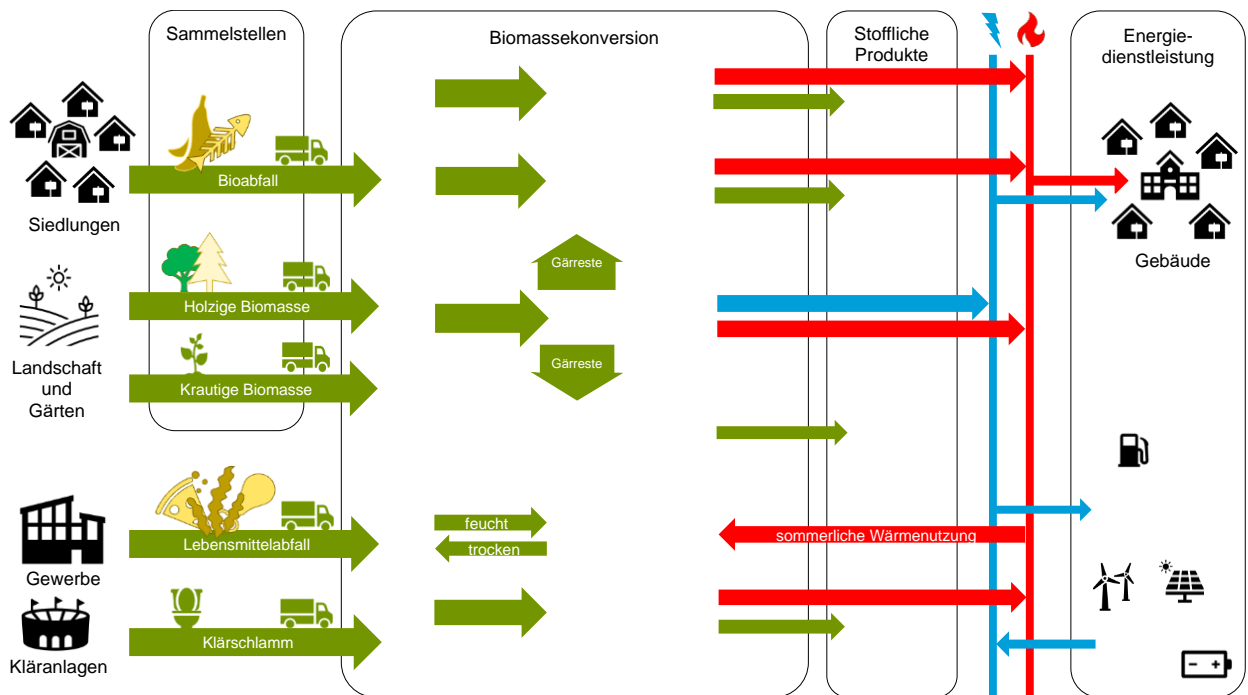


Abbildung 29: Möglichkeiten zur Verarbeitung biogener Siedlungsabfälle (KEEA GmbH, 2023)

Erdgraskraftwerke

Weitere Stromerzeuger produzieren Elektrizität aus Erdgas. In der StädteRegion sind 177 kleine BHKWs vorhanden, die hauptsächlich für die Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Mit einer elektrischen Nennleistung von 3,5 MW erzeugen diese wärmegeführt (4.500 Volllaststunden) rund 15,8 GWh/a an elektrischer Energie. Weiterhin sind 8 große BHKWs mit einer elektrischen Nennleistung von 413 MW installiert. Da über die Betriebsführung keine Daten vorliegen, sind diese Anlagen nicht mit betrachtet worden.

Mit dem Ziel CO₂-Neutralität 2030 oder 2040 wären alle erdgasbetriebenen BHKWs bis zu dem Zieljahr 2030 oder 2040 stillzulegen, damit keine fossilen Treibhausgase in der StädteRegion mehr emittiert werden.

Mineralölkraftwerke

Nach dem Marktstammdatenregister sind 27 stromerzeugende Anlagen mit einer Nettoleistung von 2.012 kW in Betrieb (Bundesnetzagentur, 2023). Bei den Anlagen handelt es sich überwiegend um heizölbetriebene Kleinanlagen mit einer elektrischen Nennleistung von rund 5 kW. Mehrere größere Anlagen bis 900 kW sind in den Marktstammdaten der Bundesnetzagentur u.a. als Notstromaggregate gekennzeichnet. Wegen den geringen Betriebszeiten werden die Anlagen nicht in die Bilanz übernommen. Auch diese müssten als fossil betriebene Anlagen bis 2030 oder 2040 stillgelegt werden.

Stromspeicher

In der StädteRegion sind 1.800 Speicher mit einer Nettoleistung von 10,19 MW installiert. Die Spanne reicht von kleinen Speichern in Haushalten bis zu großen Anlagen mit 6 MWh Kapazität (Bundesnetzagentur, 2023).

4.3.2 Stromnachfrage

Der Stromverbrauch basiert auf den Netzkonzessionsdaten und der Abschätzung für Mobilität und Wärme. Zusammen werden in der StädteRegion Aachen rund 1.105 GWh/a benötigt, der überwiegende Teil über die privaten Haushalte und die Unternehmen. Nach BSKO werden die THG-Emissionen beim Stromverbrauch mit einem bundesweit einheitlichen Faktor berechnet, im Basisjahr 2021 mit 0,351 kg/kWh. Daraus ergeben sich THG-Emissionen von rund 415.000 t/a.

Nachfrage	Endenergie	THG
Haushalte, Unternehmen, Infrastruktur	1.046.000 MWh/a	393.451 t/a
Strom für Wärme	19.550 MWh/a	7.351 t/a
Strom für Mobilität	39.001 MWh/a	14.664 t/a
Gesamte Stromnachfrage	1.104.551 MWh/a	415.466 t/a

Tabelle 9: Stromnachfrage in MWh/a und daraus resultierende THG-Emissionen in t/a im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)

4.3.3 Strompotenziale

Die Nachfrage nach elektrischer Energie beträgt rund 1.105 GWh/a (Abbildung 30). Der zweite Balken in Abbildung 30 zeigt die aktuelle Stromproduktion über erneuerbare Energien mit rund 555 GWh/a, überwiegend durch Windkraft, Photovoltaik und Biomasse.

Ein mögliches Reduktionspotenzial wäre eine Halbierung der bisherigen Nachfrage. Die Minderung ist in Abbildung 30 beim dritten Balken POT NACHFRAGE dargestellt. Für die Energiewende wird über Elektromobilität und der Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen zusätzliche Elektrizität benötigt. Der zusätzliche Strom für Wärmepumpen beträgt 110 GWh/a. Die Elektromobilität würde rund 486 GWh/a benötigen. Über die Reduktion bestehender Verbräuche und die neuen Verbräuche bei Wärme und Mobilität würde der Stromverbrauch potenziell rund 1.326 GWh/a betragen.

Dem gegenüber stehen deutliche Ausbaupotenziale für erneuerbare elektrische Energie, wie im vierten Balken der Abbildung 30 dargestellt. Das größte Potenzial entsteht über den Ausbau von Windenergie (1.292 GWh/a) und Photovoltaik (675 GWh/a).

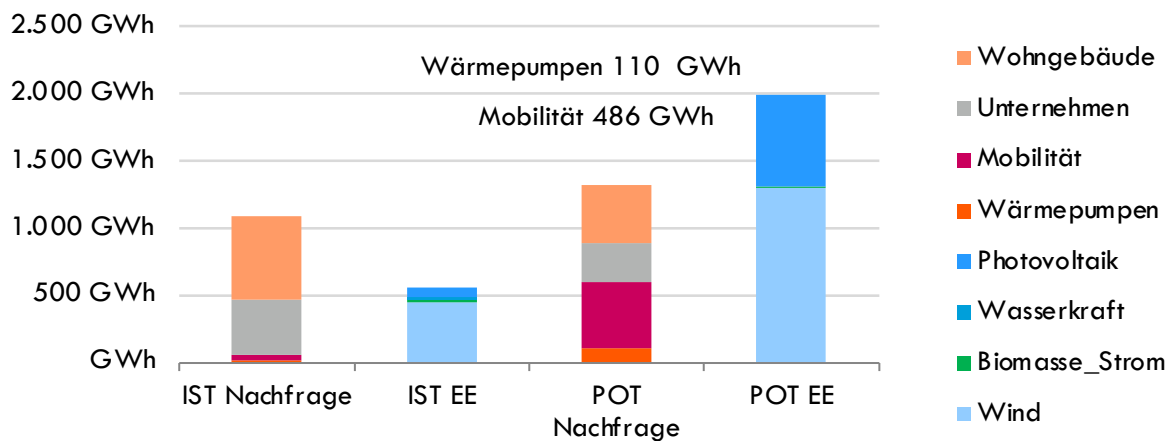


Abbildung 30: Potenziale im Bereich Strom (KEEA GmbH, 2023)

Wie in Abbildung 30 zu erkennen ist, wäre die potenzielle EE-basierte Stromproduktion höher als die lokale Stromnachfrage. Dies ist auch notwendig und sinnvoll, da der Agglomerationsraum der StädteRegion inkl. der Stadt Aachen weiteren Strombedarf haben wird, der nur gemeinsam gedeckt werden kann. Hier ist in der Stadt-Umland-Beziehung ein Ausgleich notwendig und birgt zugleich erhebliche Wertschöpfungspotenziale, wenn lokale Energieversorger bei der weiteren Stromwende involviert bleiben und werden.

4.3.4 Zusammenfassung Strom

Bilanz

Bei der Strombilanz werden im Basisjahr 2021 rund 1.105 GWh/a nachgefragt und rund 570 GWh/a produziert. Dadurch ergibt sich ein bilanzieller Energie-Import von rund 534 GWh/a.

Elektrische Energie	Endenergie	THG
Import	534 GWh/a	
Nachfrage	1.105 GWh/a	415.466 t/a
Wohnen	617 GWh/a	232.293 t/a
GHD	413 GWh/a	155.258 t/a
Industrie		
Öffentliche Einrichtungen	15,7 GWh/a	5.899 t/a
Wärme	19,5 GWh/a	7.351 t/a
Mobilität	39,0 GWh/a	14.664 t/a

Elektrische Energie	Endenergie	THG
Lokale Erzeugung	570,6 GWh/a	10.131 t/a
KWK-nichtregenerativ	15,0 GWh/a	747 t/a
EE-Strom	555,3 GWh/a	9.384 t/a
PV-Anlagen	78,0 GWh/a	3.121 t/a
Wasserkraft	6,2 GWh/a	19 t/a
Biomasse	15,3 GWh/a	1.488 t/a
Klärgas	4,9 GWh/a	248 t/a
Windkraft	450,9 GWh/a	4.509 t/a

Tabelle 10: Strombilanz im Jahr 2021 der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)

Wird die lokale erneuerbare Stromproduktion in Vergleich zum Verbrauch gesetzt, steigt der Anteil seit Einführung des EEG kontinuierlich an und liegt im Basisjahr 2021 bei 50 %.

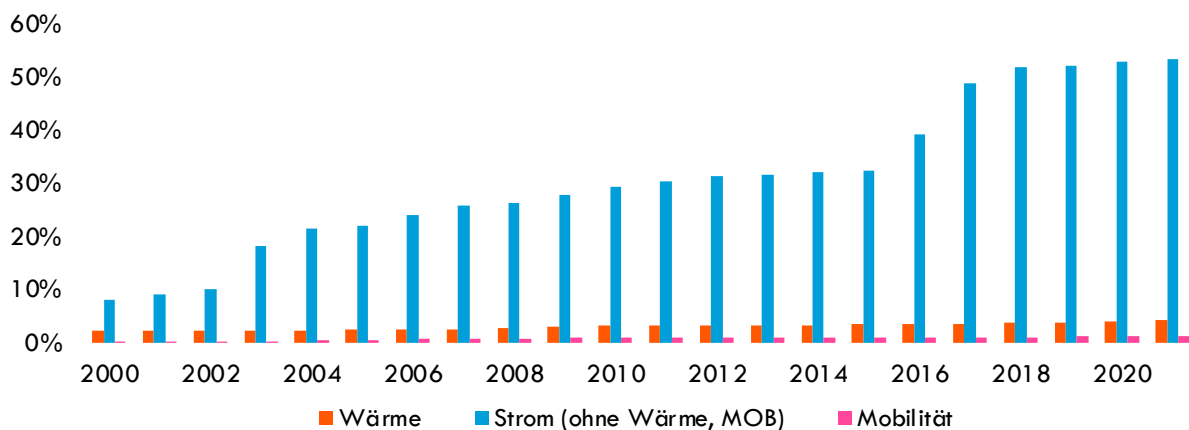


Abbildung 31: Erneuerbare Stromproduktion im Vergleich zur Stromnachfrage über den Zeitraum 2000 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)

4.4 Sektor Wärme

Die Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme und Kälte verursacht deutschlandweit rund 50 % des gesamten Endenergiebedarfs. Dieser Bedarf wird 2023 noch zu ca. 83 % mit fossilen Energieträgern gedeckt und birgt somit gewaltiges Potenzial, die THG-Emissionen durch die Erhöhung der Gebäudeenergieeffizienz und den Einsatz umweltverträglicher Energieträger zu reduzieren (BMW i, 2019). Maßgebend dafür sind die Verbesserung der Gebäudehüllen und der Ausbau von erneuerbarer Wärme.

4.4.1 Erneuerbare Wärmeproduktion

Die erneuerbare Wärmeproduktion ist geprägt von den biogenen Festbrennstoffen über die Verbrennung von Holz. Dazu kommen die solarthermischen Anlagen und die Nutzung der Umweltwärme über Wärmepumpen.

EE-Wärme	221.061 MWh/a	100 %	3.723 t/a
Holz	146.656 MWh/a	66 %	3.400 t/a
Solarthermie	8.197 MWh/a	4 %	190 t/a
Umweltwärme (WP)	58.649 MWh/a	27 %	
Wärmenetze	7.559 MWh/a	3 %	133 t/a

Tabelle 11: Erneuerbare Wärmeproduktion im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)

Solarthermie

Mittels Sonnenkollektoren wird bei der solarthermischen Nutzung der Sonnenenergie die solare Strahlung absorbiert, in Wärme umgewandelt und die Wärme an ein Wärmeträgermedium abgegeben. Dieses wird über ein Rohrsystem zu einem Speicher gepumpt, dort mit Hilfe eines Wärmetauschers an das Brauchwasser abgegeben und strömt abgekühlt zu den Kollektoren zurück. Solange nutzbare Wärme in den Kollektoren zur Verfügung steht, hält der Regler die Pumpe in Betrieb.

Entwicklung und Bilanz

Die Abbildung 32 zeigt die Entwicklung des Ertrags in der Städtereion. Der Ausbau der Solarthermie steigt moderat und kontinuierlich an. Diese produzieren im Basisjahr eine Wärmemenge von rund 8,2 GWh/a.

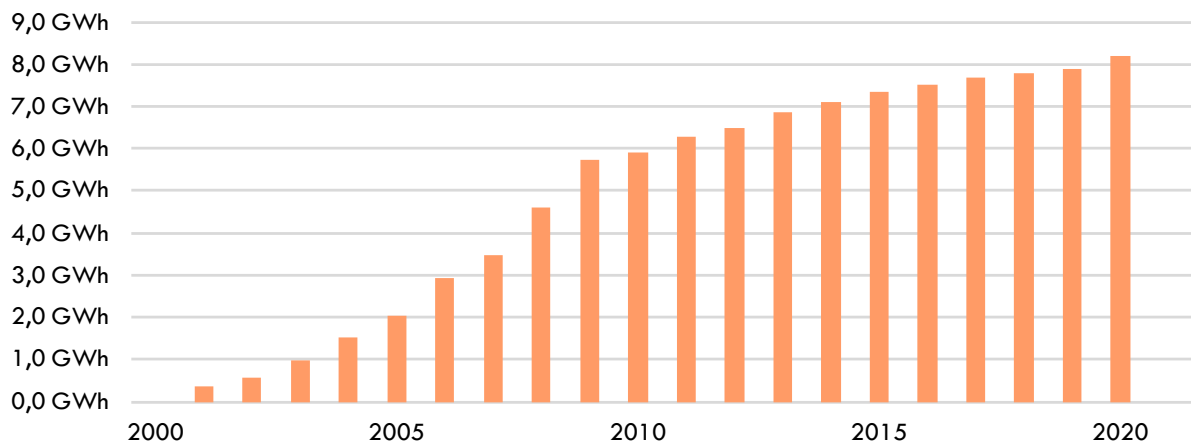


Abbildung 32: Entwicklung des Ausbaus von Solarthermieranlagen (Ertrag pro Jahr) über den Zeitraum 2001 bis 2020 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Solaratlas, 2023)

Potenziale und Projektion

Um die Warmwasserversorgung zu etwa 60 % zu decken, wird in Deutschland mit einer Kollektorfläche von 1 bis 1,5 m² pro Hausbewohner gerechnet. Eine größere Fläche würde außerhalb der Heizperiode eine Wärmeproduktion bedeuten, die eine normale Wärmenachfrage über Warmwasser deutlich übersteigt. Die Wärme könnte also gar nicht produktiv genutzt werden. Für die Potenzialabschätzung wird daher von einer Installation von 1,5 m² pro Einwohner ausgegangen, um das Potenzial für die Trinkwarmwasserbereitung abzuschätzen.

Weitere Potenziale wären thermische Großanlagen für Wärmenetze und industriell genutzte Prozesswärme. Da diese bei der Dimensionierung hauptsächlich von den weiteren technischen Rahmenbedingungen abhängen, wird deren Potenzial nicht betrachtet.

Dadurch ergibt sich für die StädteRegion Aachen eine potenzielle Fläche von rund 454.000 m². Bei einem durchschnittlichen Ertrag von 420 kWh/m² könnten rund 190 GWh/a an Wärme produziert werden.

Kleine Holzheizungen

Kesseltechnologien für Festbrennstoffe wie z.B. Holzpellets sind ausgereift und benötigen nur noch einen geringen Wartungsaufwand. Der Herstellermarkt bietet Kessel von einigen Kilowatt Leistung für Einfamilienhäuser bis hin zu Versorgung ganzer Stadtteile über ein Wärmenetz in Kraft-Wärme-Kopplung an. Begrenzt wird der Einsatz von der Ressource Holz. Je nach Vermarktungsweg findet die Aufbereitung lokal (Holzeinschlag im dörflichen Wald) oder global (z.B. Pellets aus sibirischen Wäldern) statt. Zunehmend mehr Baumärkte bieten Holz zur Wärmeerzeugung an. Holz wird als CO₂-neutral betrachtet, aber die bei der Verbrennung erfolgten THG-Emissionen müssen im Holzwachstum erstmal wieder gebunden werden. Je nach Holzart kann dies Jahrzehnte dauern und überschreitet daher den aktuellen Zielhorizont 2030 bis 2040.

Eine typische Anwendung ist eine Holzpellet- oder Stückholz-Heizung für ein Einfamilienhaus. Durch den sinnvollen Einsatz eines Pufferspeichers eignen sich Holzpellettheizungen sehr gut für eine Kombination mit solarthermischen Anlagen. Ziel soll es sein nur die Spitzenlasten über Holz abzudecken. Durch die Bereitstellung hoher Vorlauftemperaturen bietet diese Technik weiterhin Anwendungsfelder im Bereich der Altbausanierung bei verbleibenden alten Heizkörpern.

Entwicklung und Bilanz

Basierend auf den geförderten Anlagen nach BAFA sind 1.139 Biomassekessel mit einer Leistung von 17,6 MW in der StädteRegion Aachen installiert. Bei einer angenommenen Volllaststundenzahl von 1.800 h produzieren die Kessel rund 32 GWh/a Wärme.

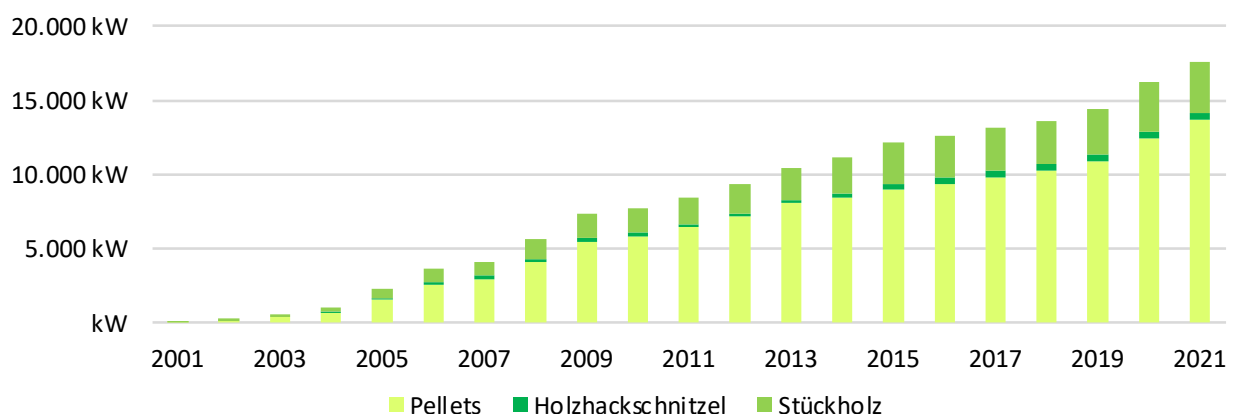


Abbildung 33: Entwicklung des Ausbaus von Biomassekesseln (Installierte Leistung pro Jahr) über den Zeitraum 2002 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Biomasseatlas, 2023)

Potenziale und Projektion

Um den Biomasseverbrauch für die Wärmeproduktion zu reduzieren, wird von keinem weiteren Ausbau ausgegangen. Über die Gebäudesanierung wird weiterhin der spezifische Verbrauch der bestehenden Anlagen reduziert. Veraltete oder defekte Anlagen werden durch einen anderen Energieträger ersetzt.

Da Holz einen „Romantikfaktor“ hat, bleibt für offenes Feuer ein Restpotenzial von rund 5 GWh/a. Dies sollte ausschließlich lokal und nachhaltig eingeschlagen werden.

Blockheizkraftwerke

Bilanz

Nach den Marktstammdaten sind im Jahr 2021 insgesamt 177 erdgasbetriebene Klein-Blockheizkraftwerke in der StädteRegion in Betrieb (Bundesnetzagentur, 2023). In den Marktstammdaten ist eine thermische Leistung von 5,6 MW angegeben. Wird von einem wärmegeführten Betrieb der Klein-BHKWs 4500 Volllaststunden ausgegangen, produzieren diese zusammen rund 25 GWh/a Wärme.

Weiterhin sind acht Erdgas-BHKWs mit einer elektrischen Leistung von über 500 kW in Betrieb. Da diese zum Teil in den Marktstammdaten als Notstromaggregate eingetragen sind, wird von keiner relevanten Wärmeproduktion im Verhältnis zur Gesamtwärmemenge der StädteRegion ausgegangen. Deshalb bleiben diese Anlagen unberücksichtigt.

Projektion

Bei dem Klimaschutzziel „CO₂-neutral 2040“ wird von einem weitgehenden Verzicht fossiler Energieträger ausgegangen. Daher würden die erdgasbefeuerten BHKWs nicht mehr weiter betrieben werden. Die Stromerzeugung würde überwiegend durch Windkraftanlagen und Photovoltaik realisiert werden, die Wärmeerzeugung weitgehend über Umweltwärme und unvermeidbare Abwärme. Neue Konversionsanlagen wie Elektrolyse oder große Transformatoren bieten zusätzliche Abwärmepotenziale. Die aus erneuerbarer Elektrizität gewonnenen flüssigen oder gasförmigen Energieträgern können in Kraft-Wärme-Kopplung wieder in Elektrizität und Wärme umgewandelt werden. Die gasförmigen (Power2Gas) oder flüssigen (Power2Liquid) Energieträger sind daher eher gespeicherte elektrische Energie, die über die Verbrennung in BHKWs wieder in Strom und Wärme umgewandelt werden. Dieser Weg hat zwar einen niedrigen Wirkungsgrad und auch weiterhin Treibhausgasemissionen, stellt aber eine derzeit diskutierte Energieversorgungs- und Speichertechnologie dar, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht.

Umweltwärme über Wärmepumpen

Die Wärme der Erde, der Umgebungsluft oder des Grund- und Abwassers kann über Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung und Raumwärmeerzeugung verwendet werden. Für die Nutzbarmachung der Umweltwärme wird für die Wärmepumpen generell elektrische Energie benötigt (es gibt einen kleinen Markt für erdgasbetriebene Wärmepumpen). Bei dem Einsatz einer Kilowattstunde Strom kann die Erdwärmepumpe etwa drei Kilowattstunden Umweltwärme bereitstellen. Es entstehen daraus dann 4 kWh Heizwärme für das Gebäude. Bei einem wegen der guten Systemintegration forcierten Zuwachs an Wärmepumpen werden jedes Jahr fossile Energieträger eingespart und durch elektrische Energie und Umweltwärme ersetzt. Wird der Strom regenerativ produziert, ergibt sich eine THG-arme Wärmeversorgung des Gebäudes.

Ein weiterer Aspekt ist die hohe Systemtemperatur der Wärmebereitstellung. Die Effizienz von Wärmepumpen, d.h. die Relation von elektrischer und Umweltenergie, wird umso besser, je geringer das gelieferte Temperaturniveau ist. Es ist sinnvoll, die Vorlauftemperatur der Heizung über entsprechende Wärmeübergabesysteme (Flächenheizungen) zu reduzieren. Auch die Warmwassertemperatur könnte auf rund 45 °C gesenkt werden, wenn entsprechende Technologien zur Hygienisierung wie Ultrafiltration zum Einsatz kommen. Dies reduziert den Einsatz von elektrischer Energie. Für den günstigen Einbau von Wärmepumpen ist es deshalb sinnvoll das gesamte Gebäude zu sanieren. So kann die Bautechnik in Kombination mit der Anlagentechnik den Einsatz von elektrischer Energie zur Wärmebereitstellung optimal reduzieren.

Entwicklung und Bilanz

Nach den Daten des Marktstammdatenregisters sind im Basisjahr 2021 insgesamt 1030 Wärmepumpen installiert, die rund 75 GWh/a an Wärme erzeugen (Bundesnetzagentur, 2023). Wird von einem Viertel Stromeinsatz ausgegangen, werden dafür 19 GWh/a an elektrischer Energie benötigt.

Potenziale und Projektion

Die jeweilige Energiemenge, welche an den Bohrungen entzogen werden kann, hängt vor Ort von einigen Faktoren ab. Zur Potenzialermittlung können diese jedoch nicht hinreichend hinzugezogen werden. Bei der Installation von gebäudeweise installierten Wärmepumpen wird von einem Potenzial von nahezu 100 % der Gebäude ausgegangen, wenn diese eine entsprechende Sanierungstiefe aufweisen. Die für die Szenarien verwendeten unterschiedlichen Installationsraten führen zu einem Mehrbedarf an elektrischer Energie nach Tabelle 12.

Szenarien	Trend	CO ₂ -neutral 2040
Installierte WP pro Jahr	550	14.700
Stromverbrauch in 2040	32 GWh/a	348 GWh/a
Umweltenergie in 2040	97 GWh/a	1.045 GWh/a

Tabelle 12: Entwicklung der Umweltenergie (KEEA GmbH, 2023)

4.4.2 Wärmenachfrage

Bilanz

In der StädteRegion Aachen stehen rund 81.186 Wohngebäude, davon sind der überwiegende Anteil Ein- und Zweifamilienhäuser. Die Wohngebäude haben zusammen eine Fläche von rund 13,8 Mio. m².

Die Endenergienachfrage im Sektor Wärme beträgt 5.117 GWh/a, davon überwiegend mit den fossilen Energieträgern. Die Energieträger für die Wärmebereitstellung emittieren rund 1.412.000 t/a THG.

Wärmedichte

Wird die Wärmenachfrage räumlich aufgelöst, bilden sich deutlich die Gebiete heraus, in denen eine hohe Wärmedichte vorliegt. Dies sind hauptsächlich die Städte Eschweiler, Baesweiler und Alsdorf im Norden der StädteRegion sowie Simmerath und Monschau im Süden. In den kommunalen Kurzberichten ist das Wärmekataster in kommunaler Auflösung dargestellt.

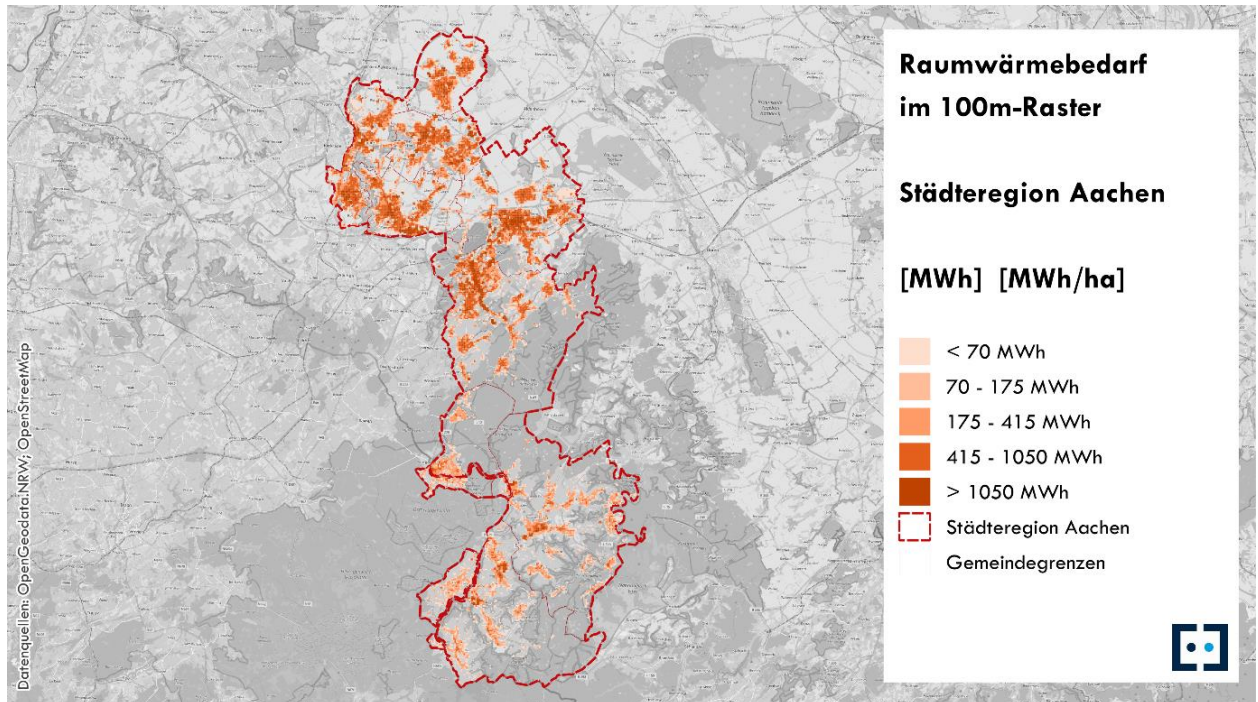


Abbildung 34: Wärmekataster der StädteRegion im Jahr 2021 (KEEA GmbH, 2023)

Potenziale und Projektion

Da es bei der Ausschöpfung der Energieeffizienzpotenziale im Heizwärmebereich im Grunde darum geht, die vorhandene Wärme im Gebäude zu lassen, sind technisch deutliche Einsparungen möglich. Bei der Annahme, dass alle Wohngebäude auf dem Stand vom GEG 2023 gedämmt und gedichtet werden, beträgt das Einsparpotenzial 71 %. Ein deutlich höheres Einsparpotenzial ergibt sich bei einem Passivhausstandard. Hier beträgt die Einsparung sogar 89 % (Abbildung 35). Ähnlich verhält es sich bei den Nichtwohngebäuden.

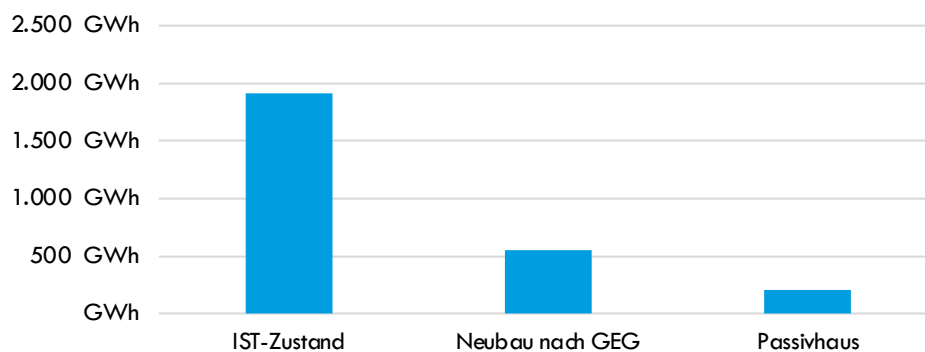


Abbildung 35: Potenziale zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs über die Gebäudehülle (KEEA GmbH, 2023)

Das höchste energetische Potenzial kann durch Dämmen und Dichten des Gebäudebestands erreicht werden. Es wird angenommen, dass ab einem definierten Jahr eine mittlere konstante Sanierungsrate pro Szenario erreicht wird (Tabelle 13). Ein gleichbleibender Anteil der Gebäude wird jedes Jahr saniert, spart Energie und reduziert die CO₂-Emissionen für die Folgejahre. Bei einer angenommenen Sanierungsrate von 6 % würden schon nach dem zweiten Jahr 12 % der Gebäude bei verdoppelter CO₂-Reduktion saniert sein, im dritten Jahr verdreifacht und so weiter. Dadurch ergeben sich die hohen Reduktionspotenziale über den Betrachtungszeitraum der Szenarien.

Szenarien	Trend	CO ₂ -neutral 2030	CO ₂ -neutral 2040
Sanierungsrate [%]	0,5%	10 %	6 %
Anzahl sanierter Wohngebäude pro Jahr	406	8.120	4.870
Fläche pro Jahr	69.000 m ²	1.378.000 m ²	827.000 m ²
Anteil saniert im Zieljahr	10 %	62 %	97 %

Tabelle 13: Szenarien zur Energieeffizienz im Wohngebäudebereich in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

Im Zielszenario 2040 werden bei einer Sanierungsrate von 6 % rund 4.870 Wohngebäude pro Jahr saniert. Ein Teil der Gebäude bleibt aus verschiedenen Gründen unsaniert, u.a. zu aufwendig, Denkmalschutz, kein Wunsch der Eigentümer usw. Entsprechend den Wohngebäuden werden auch die Nichtwohngebäude energetisch saniert.

4.4.3 Wärmepotenziale Produktion und Nachfrage

Die Gebäude benötigen rund 5.200 GWh/a an Endenergie für Wärme (Abbildung 36: IST-Balken). Für einen differenzierten Zugang zu den Potenzialen der Wärmewende werden folgende Bereiche betrachtet:

- Verbesserung der Gebäudehülle (Gebäude),
- Anlagentechnik (Anlagentechnik TGA, Heizung),
- Erneuerbare Energien (EE).

Würden die Gebäude in der ersten Näherung zur Potenzialschöpfung (Endenergieeinsparung) rein physikalisch betrachtet, könnte mit einer ausgezeichneten Dämmung aller Gebäudehüllen der Wärmebedarf um den Faktor 8 reduziert werden. In der Praxis verringert sich das Potenzial über Aspekte wie Baukultur, Investitionskosten, zur Verfügung stehende Handwerker und die aktuelle Sicht der Gebäudeeigentümer zur Sanierung. Durch die gemischt geprägte Gebäudetypologie mit einem Mix aus dörflichen Einfamilienhäusern und städtischen Gebäuden können über das Dämmen und Dichten der Gebäudehülle die Wärmeverluste um knapp zwei Drittel reduziert werden. In der Abbildung 36 ist dieses Potenzial über den zweiten Balken dargestellt. Die potenzielle Endenergiemenge reduziert sich auf rund 2.500 GWh/a.

Ein weiteres verlustreduzierendes Element ist die Wärmeerzeugung, -verteilung, und -übergabe an den Raum (Technische Gebäudeausrüstung, TGA). Über Kesseltausch, Dämmung der Rohrleitung und bessere Heizkörper oder Flächenheizungen wird nochmals die Endenergienachfrage reduziert. Zusammen mit einer verbesserten Warmwasserbereitung wird hier nochmals der Energieverlust auf rund 1.280 GWh/a reduziert. Dieses Reduktionspotenzial ist in der Abbildung 36 über den dritten Balken TGA dargestellt.

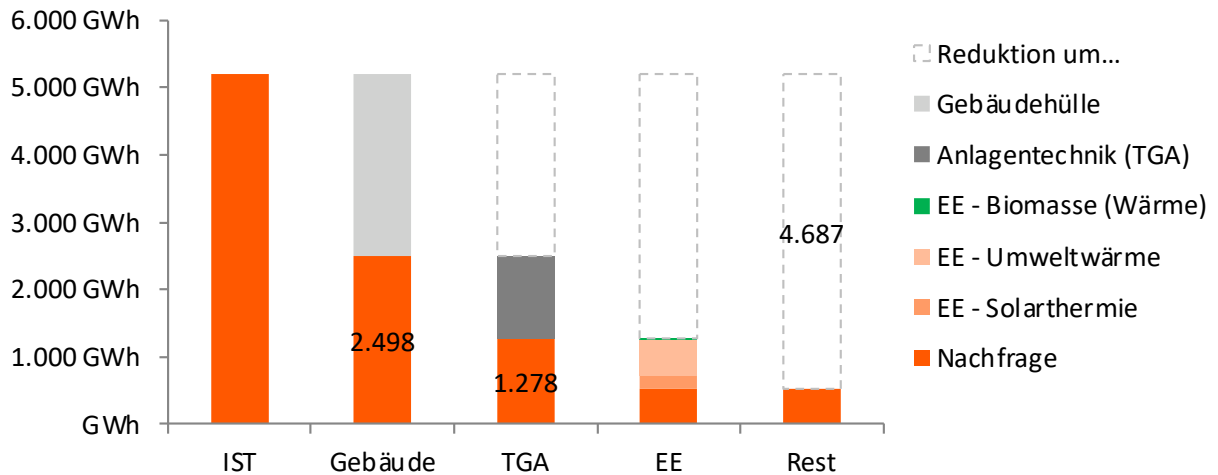


Abbildung 36: Minderungspotenziale im Bereich der Wärmenachfrage und der EE-Wärmeproduktion in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

Der Endenergiebedarf könnte also bau- und anlagentechnisch optimiert auf rund 1.280 GWh/a reduziert werden. Dies würde aber bedeuten, dass ab sofort alle Gebäude nur noch vollständig auf höchstem Niveau saniert werden und bis 2030 oder 2040 der gesamte Gebäudebestand saniert ist. Diese physikalischen Potenziale können durch die Suffizienzpotenziale (Nutzerverhalten) ergänzt werden.

Die Reduktion der Treibhausgase erfolgt über die Reduktion der Endenergie und durch einen veränderten Energiemix. Energieträger mit hohen THG-Emissionen, wie Heizöl und Erdgas, werden durch THG-arme Energieträger ersetzt. Der 4. Balken (EE) in Abbildung 36 zeigt das Potenzial an erneuerbarer Wärmeerzeugung auf der Basis von Biomasse, Umweltwärme (über Wärmepumpen) und Solarthermie²⁶. Biomasse sollte in Zukunft nur noch wenig für die Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Holzige Biomasse wird für Aufgaben wie Konstruktionsholz, THG-Senke (Waldaufwuchs und Holznutzung im Pyrolyseverfahren), zur Steigerung der Wasserspeicherfähigkeit der Böden und für die Biodiversität benötigt. In der Biomassevergärung sollte zukünftig der Einsatz von Energiepflanzen stark reduziert werden. Nur biogene Reststoffe wie Wirtschaftsdünger und Bioabfall sollten vornehmlich zur Wärmeerzeugung beitragen. Solarthermie kann auch weiterhin eingesetzt werden, aber die Wärmeerzeugung mit Wärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik würde die Dächer flexibler nutzen. Bei hohen Sanierungstiefen können die Wärmepumpen auch mit einer guten Jahresarbeitszahl betrieben werden. Dies reduziert nochmals den Stromeinsatz für die Wärmebereitstellung.

Der 5. Balken „Rest“ ist die Unterdeckung und müsste außerhalb der StädteRegion produziert werden. Wichtig zu verstehen ist dabei die hohe Reduktionsrate von jetzt über 5.000 GWh auf unter 1.000 GWh. Dies könnten Überschüsse der Nachbarregionen sein, Offshoreproduktion an direkter elektrischer Energie oder indirekt über Wasserstoff oder weitere technologieoffene Energieträgerlieferungen für Wärmedienstleistungen.

Die Potenziale basieren auf einer hohen Sanierungstiefe der Gebäude. Werden diese mit hohen Sanierungsraten kombiniert, würde das zu einer deutlichen Reduktion der Endenergienachfrage im Wärmesektor führen. Dies hat weitere Vorteile:

²⁶ Abwärmepotenziale aus Industrie und Abfallwirtschaft (z.B. Müllverbrennungsanlage Weisweiler) sind im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung, tiefergreifende Quartierskonzepte sowie über Erschließungsfahrpläne im Detail zu betrachten.

- Zuerst die Reduktion der Endenergiemenge pro Jahr. Es muss nicht mehr so viel Endenergie für den Sektor Wärme bereitgestellt werden.
- Mit der hohen Sanierungstiefe reduziert sich auch die Heizlast. Die für die Heizlast oder Heizleistung notwendige Wärmeversorgungsinfrastruktur innerhalb und außerhalb des Gebäudes kann kleiner dimensioniert werden.
- Es muss auch weniger erneuerbare Energie produziert und für die Heizperiode gespeichert werden. Je nach Wärmeversorgungstechnologie werden dafür Flächen für Windkraft, für Photovoltaik, für saisonale Speicher und für Leitungswege innerhalb der StädteRegion benötigt.
- Je geringer der Energiebedarf in allen Sektoren, umso kleiner wird die öffentliche Energieversorgungsinfrastruktur, deren Planung, Bau und Finanzierung.

4.5 Sektor Mobilität

Der Nachfragesektor Mobilität ist über die bundesweiten Verkehrserhebungen „Mobilität in Deutschland (MiD)“ ermittelt worden (BMDV, 2018). Grundlage bildet hier der MiD-Typ ‚ländlicher Raum‘. Hier wird im Personenverkehr die Anzahl der Personenkilometer (Pkm) und im Güterverkehr die Anzahl der Fahrzeugkilometer (Fzkm) bzw. der bewegten Tonnagen-Kilometer (tkm) angegeben. Die Auswertung erfolgt nach der Verursacherbilanz, weil für eine Territorialbilanz keine ausreichenden Daten für das Bilanzjahr vorliegen. Weiterhin wird nur der tatsächlich vorhandene ÖPNV berücksichtigt, der Flugverkehr wird nicht berücksichtigt.

4.5.1 Verkehrsleistung

Entwicklung und Bilanz

Die gesamte Verkehrsleistung beträgt für das Basisjahr 2021 beim Personenverkehr insgesamt 3.430 Mio. Pkm pro Jahr. Davon entfallen 77 % auf den motorisierten Individualverkehr. Die öffentlichen Verkehrsmittel haben gemäß MiD-Datengrundlage einen Anteil von 16 %, zu Fuß gehen und Rad fahren hat einen Anteil von 8 %. Die Nutzfahrzeuge auf der Straße fahren rund 395 Mio. Fzkm. Der Schienen- und Schiffsgüterverkehr transportiert rund 729 Mio. tkm.

Potenziale und Projektion

Die Strategie für die Mobilitätswende besteht in der folgenden Zielhierarchie:

- Verkehrsvermeidung über die Reduktion der Personenkilometer
- Verkehrsverlagerung auf energieeffizientere Verkehrsmittel (z.B. Fahrrad) und Bündelung von Verkehrsmitteln (z.B. über Bus, Bahn und Fahrgemeinschaften)
- Verbesserung der Antriebstechnologie, d.h. Reduktion des Energieverbrauchs von Verkehrsmitteln über die Fahrzeugeffizienz sowie Antriebsarten wie die Elektromobilität und erneuerbare Treibstoffe²⁷ (z.B. Wasserstoff)

²⁷ Die THG-Emissionen von Elektrizität und Methan (CNG) und zukünftig E-Fuels sind stark abhängig von dem EE-Anteil, also EE-Stromeinspeisung und Biomethaneinspeisung.

Die Vermeidung von Personenverkehr ist der effektivste Weg, die Endenergie und THG-Emissionen zu reduzieren. Eine Verkehrsvermeidung bedeutet:

- Den Weg nicht anzutreten, indem zum Beispiel der Film in der Wohnung statt im Kino geschaut wird oder die Arbeit im Homeoffice.
- Die Strecke zu verkürzen, in der Fachsprache als „Reduktion der Entfernung zur Wohnfolgeeinrichtung“ bezeichnet. Dies wird durch wohnortnahe Infrastruktur und guten Städtebau und Regionalplanung ermöglicht.

Für den Bereich der Verkehrsvermeidung wird von einem deutlichen Rückgang der Personenverkehrsmenge (von 3.500 auf 2.800 Mio. Pkm/a) ausgegangen (Abbildung 37). Der Rückgang setzt sich zusammen:

- aus einem Trend weniger Fahrten anzutreten und kürzere Wege zurückzulegen. Die demographische Entwicklung (keine beruflichen Fahrten in der Rentenzeit) und die Erfahrungen der Pandemie (u.a. Homeoffice) trägt zu dem Trend bei.
- eine deutliche Optimierung der Erreichbarkeit der Wohnfolgeeinrichtungen über einen guten Ausbau der Infrastruktur.

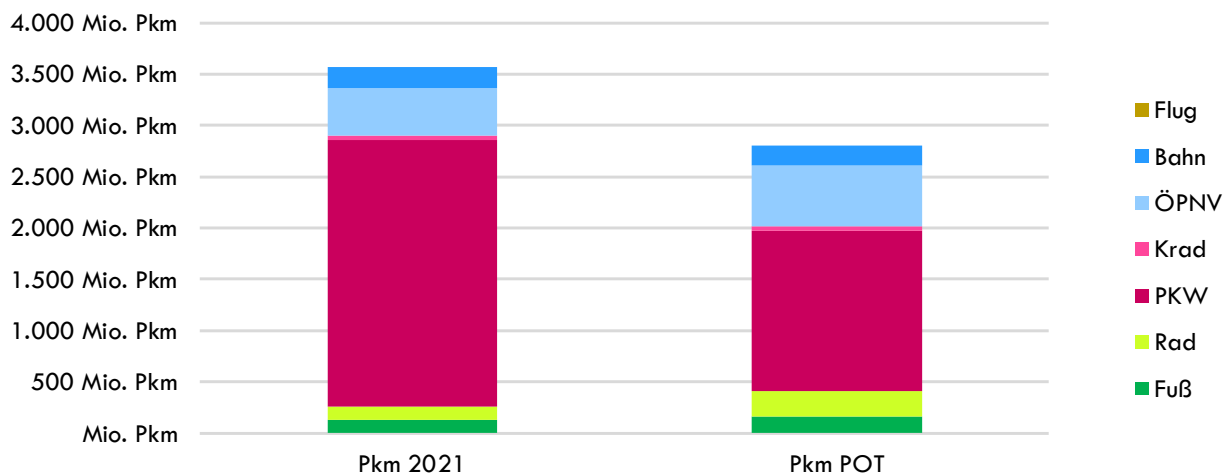


Abbildung 37: Potenziale zur Reduzierung der Verkehrsleistung in Personenkilometern (Pkm) in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

Gleichzeitig wird von einer deutlichen Verlagerung der Wege auf den Fuß- und Radverkehr ausgegangen, welche durch die Verkürzung der Wege zu Wohnfolgeeinrichtungen ermöglicht wird. Bei der Verkehrsverlagerung vom Pkw auf den Fuß- und Radverkehr und den öffentlichen Verkehr wird von einem Potenzial von 45 % ausgegangen. Auf den Fußverkehr wird 5 % verlagert. Mit 20 % Verlagerung auf den Radverkehr wird dieser deutlich gestärkt. Über die aktuelle Entwicklung wird von einem E-Bike Anteil von 50 % ausgegangen. E-Bikes benötigen im Vergleich zum Pkw kaum Energie. Weitere Potenziale bestehen über den Ausbau des ÖV zur Bündelung von Mobilitätsbedarfen. Hier wird von einem Verlagerungspotenzial von 20 % ausgegangen.

Das dritte Potenzial ist die Verbesserung der Antriebstechnologie. Die zukünftige Fahrzeugtechnologie mit Elektroantrieben und hocheffizienten Verbrennungsmotoren bietet weitere Möglichkeiten, den Energieverbrauch und die THG-Emissionen zu reduzieren. Hierfür werden die spezifischen THG-Emissionen berücksichtigt, die sich kontinuierlich über die Verbesserung der Fahrzeugtechnik und die Erhöhung des Anteils an

erneuerbaren Energien im Treibstoff verringern. So reduziert sich zum Beispiel der spezifische Emissionsfaktor der Treibhausgase für Elektro-Pkw zu einem Teil über einen verbesserten Antrieb, überwiegend aber über das Absenken der spezifischen Emissionen vom Strom-Mix durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien. Deshalb sind die Emissionen von Elektro-Pkw aktuell noch nahe bei den fossil betriebenen Pkw, würden in der Zukunft bei einem angenommenen bundesweiten 100 % EE-Ausbau bei rund 30 bis 50 g/kWh liegen. Das effizienteste Kraftfahrzeug ist das E-Bike. Mit 3 g/Pkm ist es deutlich besser als Benzinfahrzeuge mit 116 g/Pkm.

4.5.2 Endenergie

Entwicklung und Bilanz

Personen- und Güterverkehr benötigen rund 1.844 GWh/a an Endenergie. Ein Großteil davon ist mit 922 GWh/a auf den Personenverkehr zurückzuführen. Davon haben die Pkw mit 854 GWh/a den größten Anteil. Der öffentliche Verkehr hat mit rund 15 GWh/a einen geringen Anteil an der Endenergie. Der Fußverkehr benötigt bilanziell keine Energie, beim Radverkehr ist der Stromverbrauch der E-Bikes mit eingerechnet. Dieser beträgt rund 0,12 GWh/a. Fahrräder und E-Bikes sind damit zusammen mit dem Fußverkehr die energieeffizientesten Verkehrsmittel. Der Güterverkehr benötigt 922 GWh/a. Die überwiegende Energiemenge wird für den Straßengüterverkehr benötigt.

Potenziale und Projektion

Über die Potenziale Vermeidung, Verlagerung, und verbesserte Technologie kann die Energienachfrage für Mobilitätsbedürfnisse von 1.844 GWh/a auf 662 GWh/a reduziert werden (Abbildung 38). Dies setzt aber einen konsequenten Sinnes-, Verhaltens- und Technologiewandel voraus. Über eine starke Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf den ÖPNV könnten viele Personenverkehrsströme gebündelt werden. Um dieses Verlagerungspotenzial zu erschließen, wäre ein Ausbau des ÖPNV mit einer Erhöhung der Bedienungs- und Erschließungsqualität erforderlich.

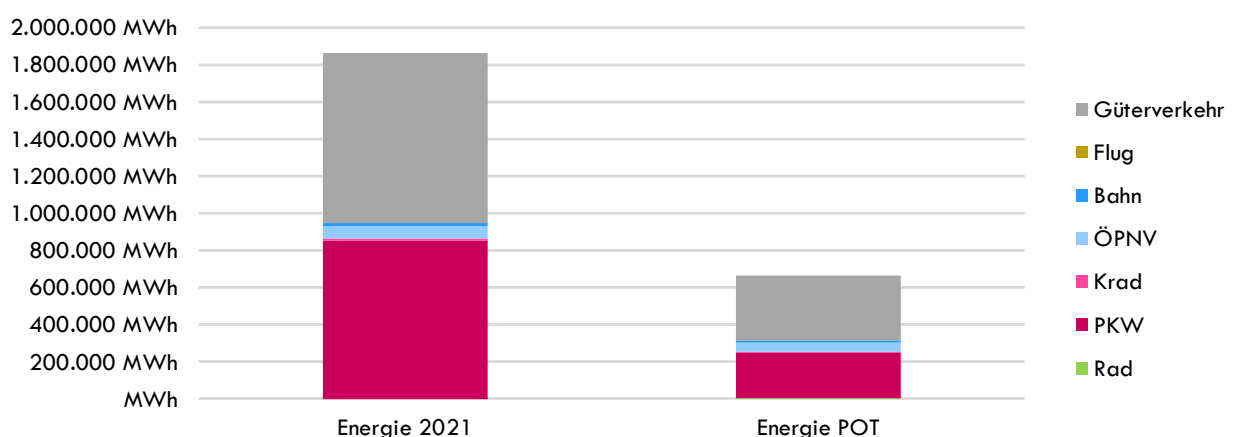


Abbildung 38: Potenziale zur Reduzierung der Verkehrsleistung in MWh in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

Der Radverkehr müsste zur Erreichung der Klimaschutzziele im Mobilitätssektor eine deutlich größere Rolle einnehmen. Insbesondere Leichtfahrzeuge wie S-Pedelecs (bis 45 km/h) könnten durch gut ausgebaute regionale Radrouten mehr eingesetzt werden und so den Pkw-Verkehr ersetzen.

Dies gilt ebenso für den Güterverkehr. Über die Reduktion der Güterverkehrsmenge und bessere Antriebstechnologien würde sich der Energieeinsatz von 922 GWh/a auf rund 349 GWh/a reduzieren.

4.5.3 Treibhausgase

Entwicklung und Bilanz

Durch die Mobilität werden rund 564.000 t/a an Treibhausgasen erzeugt. Davon ist mit rund 258.000 t/a der überwiegende Teil dem Pkw-Verkehr zuzurechnen, gefolgt durch den Straßengüterverkehr mit rund 271.000 t/a. Der öffentliche Verkehr (ÖPNV und Bahn) erzeugt rund 23.000 t/a THG, der Schienen- und Schiffsgüterverkehr rund 10.000 t/a THG.

Potenziale und Projektion

Zusätzlich zur Reduktion der Endenergie können die Treibhausgase über einen höheren Anteil erneuerbarer Energien pro Energieträger reduziert werden. Deshalb sind der Ausbau von Erneuerbaren Energien und die Elektrifizierung des Personen- und Güterverkehrs zwei der bedeutendsten technischen Maßnahmen. Insgesamt können die Treibhausgase potenziell auf rund 88.000 t/a reduziert werden.

4.6 Zusammengefasste Ergebnisse (Bilanzen, Potenziale und Szenarien)

4.6.1 Energie- und Treibhausgasbilanz 2021

	Endenergie	Treibhausgase
Summe	8.484 GWh/a	2.466.048 t/a
Wohnen	3.721 GWh/a	1.125.163 t/a
Wärme	3.103 GWh/a	892.870 t/a
Strom (ohne Wärme)	618 GWh/a	232.293 t/a
Unternehmen	2.338 GWh/a	658.612 t/a
Wärme	1.925 GWh/a	503.354 t/a
Strom (ohne Wärme)	413 GWh/a	155.258 t/a
Öffentliche Einrichtungen (ÖE)	193 GWh/a	21.754 t/a
Wärme	177 GWh/a	15.855 t/a
Strom (ohne Wärme)	16 GWh/a	5.899 t/a
Industrie	365 GWh/a	90.727 t/a
Gasnetz	365 GWh/a	90.727 t/a
Mobilität	1.867 GWh/a	569.792 t/a
Personenverkehr	945 GWh/a	287.539 t/a
Güterverkehr	922 GWh/a	282.253 t/a

Tabelle 14: Nachfrage nach Energie, Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

Bilanz nach BSKO. Ausnahme: Die Basisdaten für die Mobilität gehen nach der Verursacherbilanz ein, weil zum Zeitpunkt der Berechnung keine Daten für 2021 vorlagen. Der Flugverkehr ist nicht mit betrachtet worden. Im Basisjahr 2021 wird rund 8.484 GWh/a an Endenergie benötigt.

Endenergiebilanz nach Sektoren

Größter Verbrauchssektor ist der Sektor Wohnen / Private Haushalte. Die Unternehmen und die Mobilität benötigen jeweils rund ein Viertel des Gesamtverbrauchs.

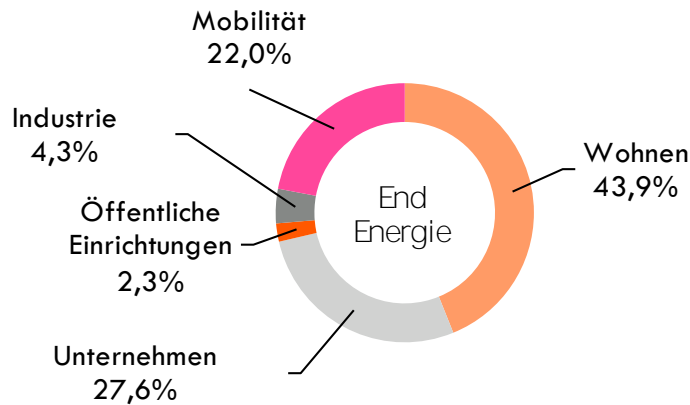


Abbildung 39: Energienachfrage aufgeteilt nach Sektoren im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

Erneuerbare Energien

Die Produktion erneuerbarer Energien beträgt 776 GWh/a. Die Elektrizität hat davon einen Anteil von 555 GWh/a. Erneuerbare Wärme wird überwiegend durch die Verbrennung von Holz erzeugt. Da erneuerbare Energien auch Treibhausgase verursachen, werden rund 13.000 t/a an THG erzeugt.

	Leistung	Energie	Anteil	THG
EE-Wärme		221.061 MWh/a	100%	3.723 t/a
Holz		146.656 MWh/a	66%	3.400 t/a
Solarthermie		8.197 MWh/a	4%	190 t/a
Umweltwärme (WP)		58.649 MWh/a	27%	t/a
Wärmenetze		7.559 MWh/a	3%	133 t/a
EE-Strom	304.359 kW	559.878 MWh/a	100%	9.398 t/a
PV-Anlagen	91.784 kW	78.016 MWh/a	14%	3.121 t/a
Wasserkraft	1.351 kW	10.804 MWh/a	2%	32 t/a
Biomasse	5.668 kW	15.338 MWh/a	3%	1.488 t/a
Klärgas	624 kW	4.867 MWh/a	1%	248 t/a
Windkraft	204.933 kW	450.853 MWh/a	81%	4.509 t/a
EE gesamt		780.939 MWh/a		13.120 t/a

Tabelle 15: Erneuerbare Energieerzeugung und deren THG-Emissionen in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

Wird die EE-Produktion in Bezug zur Nachfrage gesetzt, beträgt der lokale EE-Anteil bei der Elektrizität rund 53 %, bei der Wärme 4 %, bei der Mobilität über den lokalen EE-Anteil am Kraftstoff kleiner 1 %. Über alle Nachfragesektoren Wärme, Elektrizität und Mobilität betrachtet beträgt der EE-Anteil 10 % (Abbildung 40).

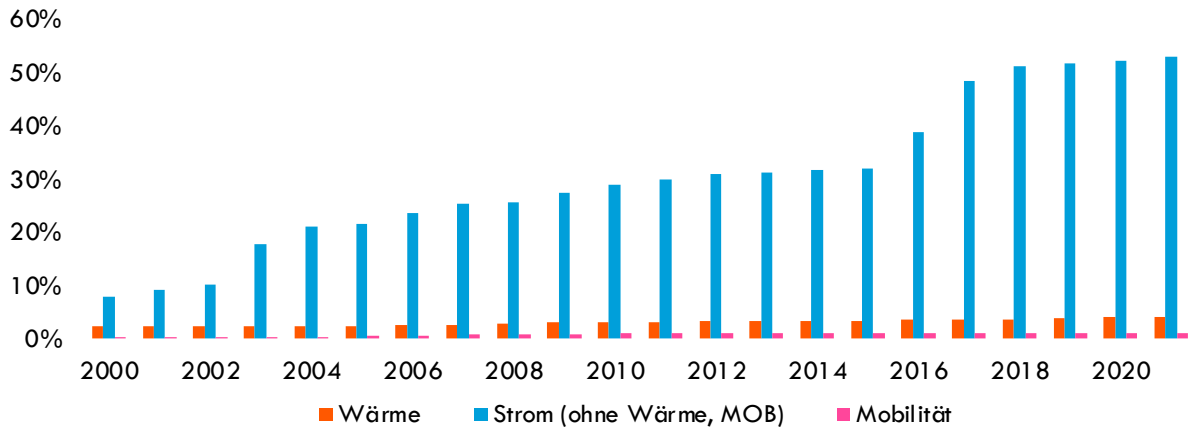


Abbildung 40: Anteil erneuerbarer Energieerzeugung am Verbrauchssektor über den Zeitraum 2000 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

Treibhausgasbilanz nach Sektoren

Die einzelnen Energieträger verursachen unterschiedliche THG-Emissionen pro Energieeinheit – zum Beispiel Erdgas etwa 250 g/kWh und Strom etwa 400 g/kWh. Dadurch unterscheiden sich die Relationen der Treibhausgase vom Endenergieverbrauch. Im Vergleich verteilen sich die THG-Emissionen ähnlich wie die Endenergie. Den größten Emissionsanteil hat der Sektor Wohnen. Insgesamt werden rund 2,46 Mio. t/a an Treibhausgasen emittiert.

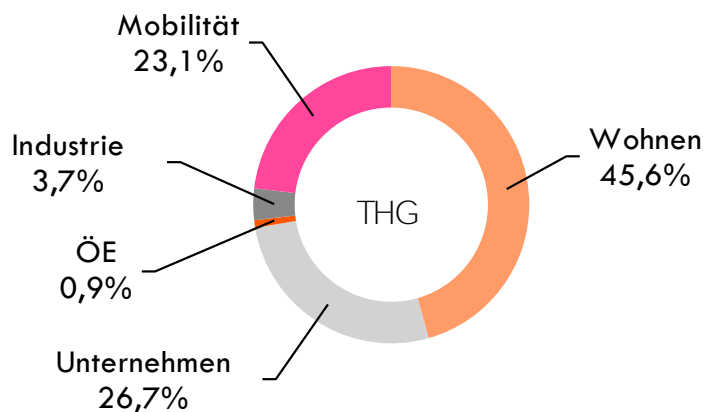


Abbildung 41: THG-Emissionen aufgeteilt nach Sektoren im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)

4.6.2 Potenziale

Wie sehen die Potenziale aus, um die Energie- und Klimaschutzziele zu erreichen? Die Potenziale bestehen grundsätzlich aus drei Handlungsbereichen:

- der Reduktion des Endenergieverbrauchs,
- der Steigerung der Effizienz bei den Energieumwandlungssystemen und
- der Steigerung des Ausbaus der erneuerbaren Energien.

Die StädteRegion Aachen importiert für die Energieversorgung überwiegend fossile Energieträger (z.B. Heizöl, Erdgas, Treibstoffe, etc.).

- Dieser Import lässt sich über energieeinsparende Maßnahmen reduzieren, indem z.B. die Gebäude saniert werden.
- Der nächste Schritt ist die Steigerung der Energieeffizienz bei den Konversionstechnologien über den Austausch von Wärmeerzeugern, stromeffizienten Haushaltsgeräten oder effizienter Mobilität. Bei einer Steigerung der Effizienz werden die Umwandlungs-, Speicher- und Transportverluste minimiert. Neue Wärmeerzeuger arbeiten effizienter als alte aus den 70er Jahren, ein Tablet benötigt weniger Energie als ein alter Desktop PC, ein Elektrofahrzeug ist effizienter als ein Verbrennungskraftfahrzeug usw.
- Weitere fossile Energie-Importströme können durch die Nutzung lokaler erneuerbarer Energieträger reduziert werden. Im Wärmebereich bestehen Ausbaupotenziale hauptsächlich bei Umweltenergie (Wärmepumpen) und Solarthermie durch die Nutzung unvermeidbarer Abwärme und Wärmeauskopplungen bei neuen Energietechnologien wie Elektrolyse und Pyrolyse.
- Kern lokaler Energieproduktion ist grundsätzlich die Elektrizität. Da diese nicht so einfach speicherbar ist wie feste, flüssige oder gasförmige Energieträger, sind in Zukunft saisonale Speicherkapazitäten sinnvoll. Über die grundsätzliche Dekarbonisierungsstrategie der Energiewende sollen kohlenstoffbasierte Energieträger nur noch die kleinstmögliche Rolle einnehmen. Power2Gas mit dem ersten Umwandlungsschritt Wasserstoff ist die derzeit priorisierte saisonale Speichertechnologie. Daraus kann wiederum Ammoniak hergestellt werden, der noch besser speicherbar ist. Alle stofflichen und energetischen Umwandlungsprozesse bringen stets Verluste mit sich. Dementsprechend sind höhere EE-Strom-Erzeugerkapazitäten notwendig, um die Nachfrage nach den jeweils aktuellen Energiedienstleistungen wie Wärme, Arbeit, Licht und Mobilität zu decken.

Die einzelnen sektoralen Potenziale sind schon erläutert, deshalb werden hier einige integrierte physikalisch-technische Schlüsselaspekte qualitativ näher erläutert.

Technologiepfade zur Steigerung der Prozess- und Flächeneffizienz

Einer der relevantesten räumlich-technischen Aspekte ist der Abgleich der lokal vorhandenen Energieversorgungspotenziale. Im Idealfall sollte die Deckung der überwiegenden Energienachfrage über die lokale und regionale Energieproduktion erfolgen. Dies ist mit verschiedenen technologischen Energieversorgungspfaden möglich. Einige Technologiepfade sind in Abbildung 42 dargestellt. Kern der Aussage sind die sehr unterschiedlichen Gesamtwirkungsgrade verschiedener Wärmeversorgungsmöglichkeiten.

Zum Beispiel hat die Wärmeversorgung mit einer Wärmepumpe bei einer Jahresarbeitszahl von 3 einen Gesamtwirkungsgrad von rund 300 % Wärme aus 100 % EE-Strom. Der Strom würde mit Photovoltaik oder

Windkraft erzeugt werden. Würde stattdessen beispielsweise mit Wasserstoff (H2) geheizt werden, betrüge der Wirkungsgrad beim Heizen mit einer H2-Brennwertheizung 64 %, oder mit einer Brennstoffzelle rund 57 %, weil der „grüne“ Wasserstoff über den verlustreichen Umwandlungsprozess der Elektrolyse aus erneuerbarem Strom hergestellt werden würde. Der Unterschied zur Wärmepumpe beträgt Faktor 5 bis 6. Im Bezug zur eingesetzten Solarenergie haben Biogasanlagen mit 0,5 % den geringsten Wirkungsgrad, weil die Photosynthese (Solarenergie zu in der Biomasse gespeicherte Energie) nur 1 bis 2 % Wirkungsgrad hat.

Ähnliche Effizienzgrade gibt es bei der Mobilität. Das heute übliche Verbrennungskraftfahrzeug hat einen Wirkungsgrad von rund 30 %, ein batterieelektrisches KFZ nutzt rund 77 % des EE-Stroms. Deutlich geringere Wirkungsgrade haben Wasserstofffahrzeuge mit rund 34 % oder E-Fuels mit weniger als 15 % Wirkungsgrad.

		Solar-Energie	EE-Strom	Elektrolyse	PtX	Produkt	Speicher	Wärme	Strom	Traktion	Gesamt-Wirkungsgrad	well2 wheel
Wärme	Elektrische Wärmepumpe	667%	100%			100%		300%			300%	
	Elektro-Kessel/ Heizstab	667%	100%								95%	
	H2-Brennstoffzelle	667%	100%	67%		67%		45%	45%		57%	
	H2-Brennwertheizung	667%	100%	67%		67%		95%			64%	
	CH4-Brennwertheizung	667%	100%	67%	95%	54%		95%			51%	
	Biogas-KWK	10000%						50%	38%			0,5%
Mobilität	Fossil-Verbrennung					100%				30%	30%	
	Batterie-Elektro	667%	100%			100%	90%			85%	77%	77%
	H2-Elektro	667%	100%	67%		67%					51%	34%
	PtX-Verbrennung	667%	100%	67%	70%	47%				30%	30%	14%

Abbildung 42: Effizienz der Technologiepfade aus erneuerbarem Strom für Wärme und Mobilität (KEEA GmbH, 2023)

Was drücken die unterschiedlichen Effizienzpfade im Bereich Gebäudewärme und Mobilität aus? Im Umkehrschluss müssen bei geringen Effizienzgraden deutlich mehr Windkraft- und PV-Anlagen gebaut werden. Würden im Extremfall alle Gebäude mit wasserstoffbetriebenen Heizungen betrieben werden statt mit Wärmepumpen, müsste rund das Fünf- bis Sechsfache an erneuerbarem Strom aus Wind- und Sonnenenergie produziert werden. Dementsprechend höher wäre auch die Flächen-Inanspruchnahme für Windkraft- und PV-Anlagen. Bei einer Biogasanlage bräuchte die Anbaubiomasse sogar das 40-Fache an Fläche. Die höchste Flächeneffizienz zur EE-Produktion hat daher bei Gebäudewärme die Wärmepumpe. Ein EH55-Gebäude (Neubaustandard nach GEG-2023) benötigt pro Quadratmeter Gebäudefläche rund 0,29 m² an PV-Freifläche, 0,2 m² an Windparkfläche. Wird aus dem Windparkstrom Wasserstoff und daraus Methan hergestellt, werden 1,19 bzw. 1,48 m² pro m² Gebäudefläche benötigt. Bei einer NaWaRo-Biogasanlage mit Mais sind es 8 m² für den Maisanbau. Die Maisfläche müsste als das 40-Fache vom Windkraftpark betragen. Diese Flächen müssten entsprechend zur erneuerbaren Energieproduktion zur Verfügung gestellt werden (Abbildung 43).

Ähnlich verhält es sich in der Mobilität. Kraftfahrzeuge mit Wasserstoffspeicher²⁸ benötigen ein Vielfaches an erneuerbarem Strom gegenüber batterieelektrisch betriebenen Kraftfahrzeugen. Sie benötigen dementsprechend mehr Fläche für die Stromproduktion durch Windkraft- und PV-Anlagen. Die höchste Flächeneffizienz bei der Erzeugung von Gebäudewärme hat die Wärmepumpe, bei Mobilität der batterieelektrische Antrieb. Das E-Bike dabei nochmals deutlich besser als der elektrisch betriebene Pkw.

²⁸ Wasserstofffahrzeuge sind auch Elektrofahrzeuge. Die elektrische Energie wird über eine H2-betriebene Brennstoffzelle erzeugt, statt mit einer Batterie. Deshalb ist der Wirkungsgrad von H2-Fahrzeugen auch deutlich schlechter.

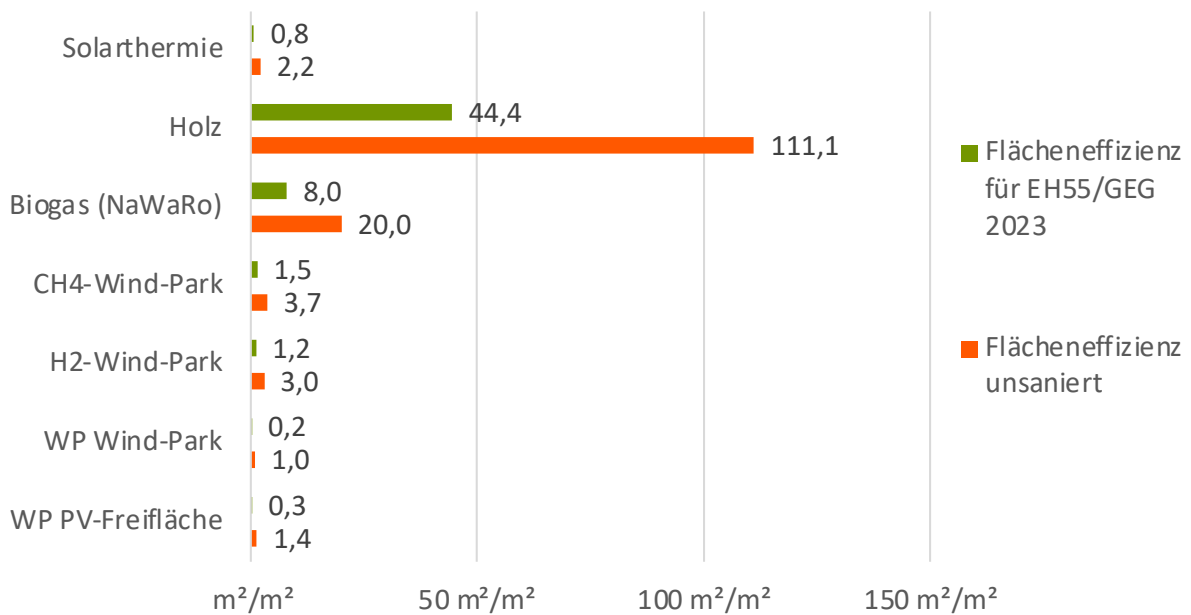


Abbildung 43: Flächenintensität für EE-Produktion pro Quadratmeter Gebäudefläche bei Wohngebäuden (WP = Wärmepumpe, H2 = Wasserstoff)

Die Abbildung 44 und Abbildung 45 zeigen den räumlichen Zusammenhang verschiedener Technologiepfade im Bezug zum Gebäudebestand. Würden alle Gebäude vollsaniert werden (EH 55-Standard), wäre die Wärmeversorgung über Wärmepumpen mit elektrischer Energie aus Windkraft die flächeneffektivste Form der Wärmeversorgung. Der Umweg über Wasserstoff bräuchte rund das fünffache an Fläche für Windkraft und PV. Biogene Wärmeversorgungen über Biogas mit Anbaubiomasse²⁹ (u.a. Mais) würde nochmal ein Mehrfaches an Fläche beanspruchen. Eine energetische Nutzung von Holz sollte sich aufgrund der hohen Flächenintensität zukünftig auf die Deckung der Spitzenlast begrenzen. Da Fläche wie bei allen Kommunen ein knappes Gut ist, sollte ein Technologiepfad bevorzugt werden, der möglichst wenig kommunale Fläche in Anspruch nimmt.

²⁹ Bei der Betrachtung des Flächenverbrauchs zu Biomasse wird die Fläche für den Anbau von Energiepflanzen betrachtet. Biogene Reststoffe werden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

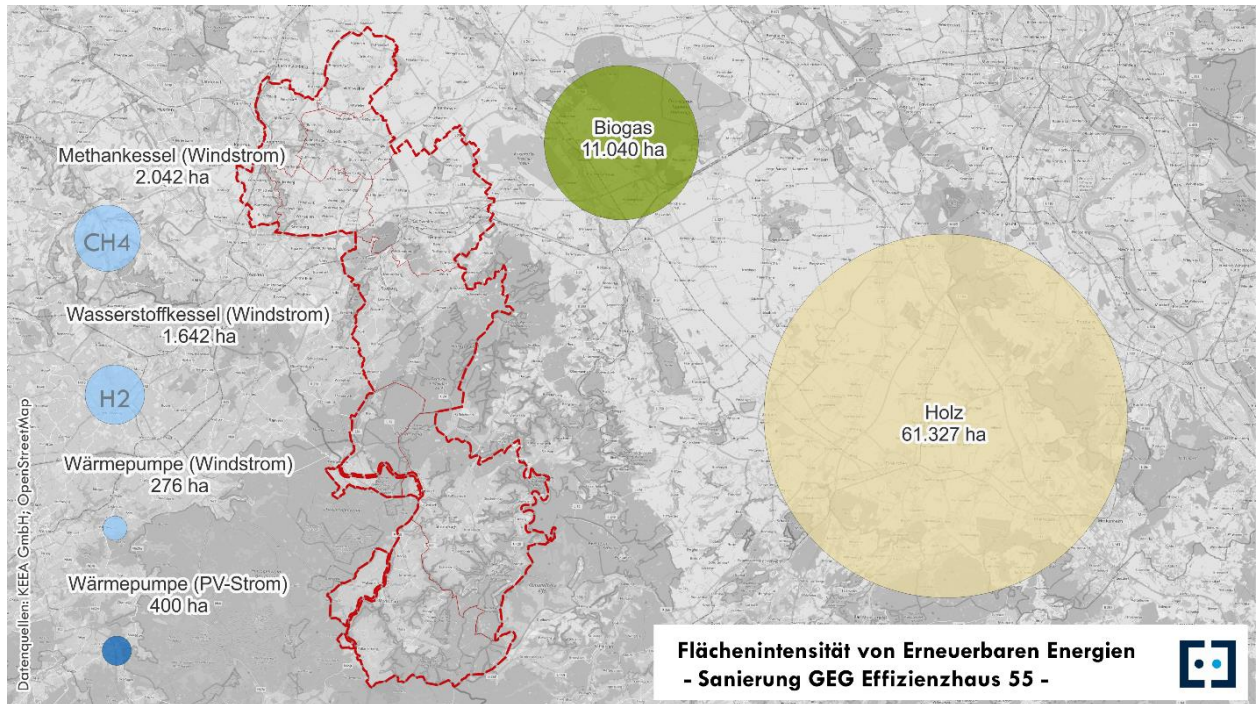


Abbildung 44: Räumlicher Zusammenhang der Prozesseffizienz: So viel Fläche würde benötigt, wenn der Gebäudebestand vollsanziert (EH55-Standard) wäre und mit erneuerbaren Energien versorgt würde (KEEA GmbH, 2023)

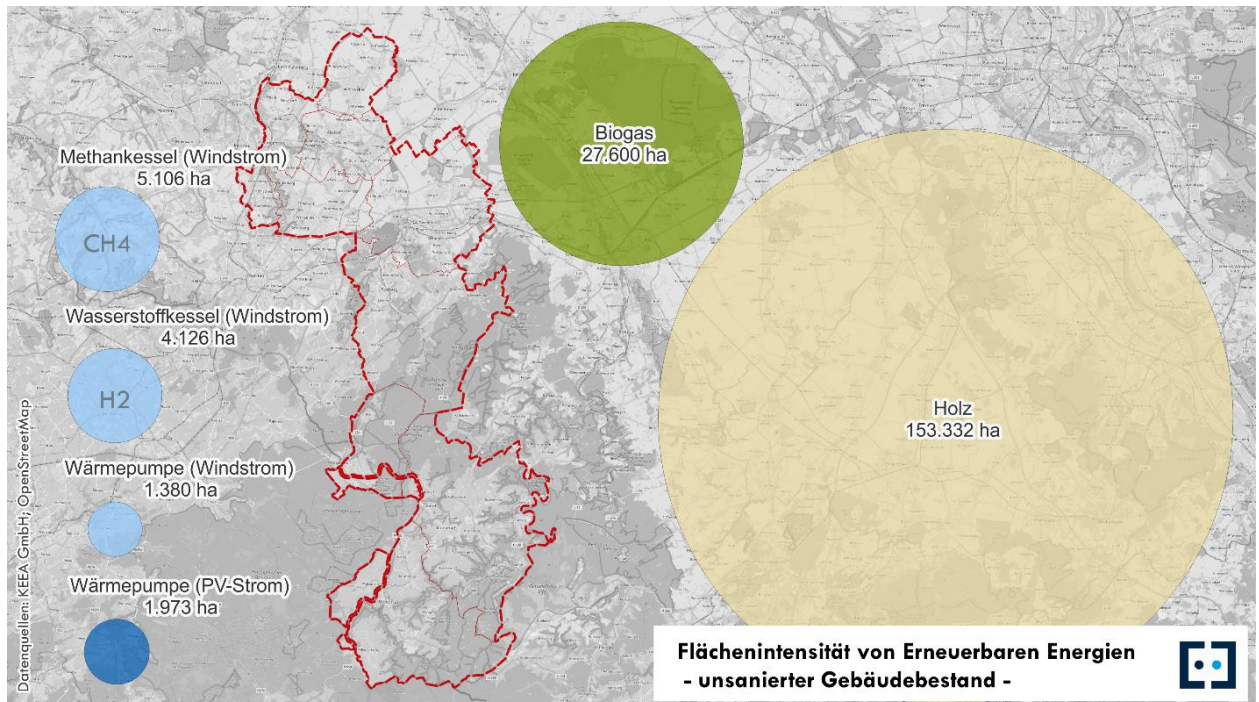


Abbildung 45: Räumlicher Zusammenhang der Prozesseffizienz: So viel Fläche würde benötigt, wenn der Gebäudebestand unsaniert bliebe und mit Erneuerbaren Energien versorgt würde (KEEA GmbH, 2023)

Reduktion der Energienachfrage über einen guten Gebäudestandard

Voraussetzung für die Reduktion der Energieverbräuche im Gebäudebereich sind eine gute Wärmedämmung und die Verringerung der Lüftungswärmeverluste. Die Senkung des Wärmeenergiebedarfs über Gebäudesanierung hat absolute Priorität. In der Folge würden keine flächenintensiven Produktionsanlagen benötigt werden, die Heizlasten werden reduziert, die Wärmeversorgungs- und Speichertechnik kann kleiner dimensioniert werden. Gebäude mit einem geringen Wärmebedarf sind die Grundlage für die Wärmewende.

Ein Beispiel im Neubaubereich ist die Passivhaus-Bauweise, durch die – im Vergleich zum Baustandard nach GEG – der Heizwärmebedarf nochmals reduziert wird. Die Kompaktheit der Gebäude – ein günstiges A/V-Verhältnis – begünstigt einen niedrigen Energieverbrauch und vereinfacht die Planung energieeffizienter Gebäude. Eine Bauform ohne komplexe Geometrien wie Dachgauben, Erker usw. kann den Heizwärmebedarf deutlich senken. Die Effizienzstrategie ist als wichtigste Maßnahme der Wärmeplanung inzwischen etabliert und wird daher nicht weiter ausgeführt.

Absenkung der technischen Temperaturen

Ein wesentlicher Aspekt zur Optimierung der Anlagentechnik ist die Absenkung der Temperaturen für Heizung und Warmwasserbereitung. Die Verbrennung von fossilen Energieträgern erfolgt bei rund 1.000 °C. Bei alten Heizsystemen ist daraus eine Heizkreistemperatur von 80 °C erzeugt worden. Die hohen Temperaturen waren nötig, um die benötigte Heizleistung über die Heizkörper auf die schlecht gedämmten Räume übertragen zu können. Dazu kommt die Notwendigkeit der thermischen Desinfektion des Warmwassers mit einem Temperaturbereich von über 55 °C.

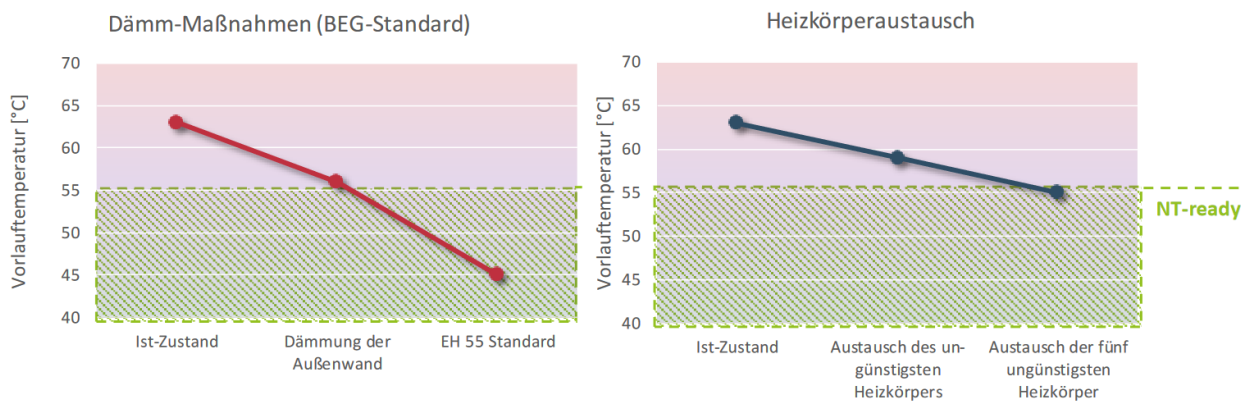


Abbildung 46: Beispielhafte Darstellung der benötigten Vorlauftemperatur zur Raumerwärmung in Abhängigkeit verschiedener Sanierungsmaßnahmen (ifeu, 2021)

Dem gegenüber steht die tatsächliche Nutzung von Raumtemperaturen um die 20 °C und Warmwassertemperaturen von rund 40 °C. Je näher das Temperaturniveau der Anlagentechnik an den genutzten Temperaturen liegt, umso günstiger können erneuerbare Energien in die Wärmeerzeugung eingebunden werden.

Ein Beispiel ist die im Gebäude integrierte Wärmepumpe. Die für Gebäude üblicherweise konstruierte Wärmepumpe liefert eine maximale Temperatur von etwa 53 °C. Eine höhere Temperatur wird bei Bedarf über einen Heizstab erzeugt, der direkt mit Elektrizität betrieben wird. Dies führt in der Praxis häufig zu einem 50/50-Verhältnis, also eine Hälfte Elektrizität als Wärmepumpenstrom, die andere Hälfte Elektrizität für den

Heizstab zum Nachheizen. Wäre das erforderliche Temperaturniveau kleiner als 53 °C, könnte über die Wärmepumpe die gesamte Wärmeerzeugung erfolgen und der Elektrizitätsbedarf für den Heizstab fiel nicht mehr an.

Bei einer Wärmeversorgung über Wärmenetze gilt das ebenso. Sind die Gebäude in der Lage, über eine geringe Vorlauftemperatur versorgt zu werden, kann die Wärme deutlich effizienter über Wärmepumpen, Solarthermie usw. erzeugt werden.

Eine weitere zu lösende Aufgabe ist die Trinkwasserhygiene. Bei größeren Wohneinheiten muss zur normativen Sicherstellung einer hygienisch einwandfreien Wasserqualität das Wasser regelmäßig auf 65 °C erwärmt werden, um mögliche Keime und evtl. vorhandene Legionellen abzutöten. Alternativ gibt es das Verfahren der Ultrafiltration, bei dem eine unzulässige Vermehrung von Keimen auf rein mechanische Weise dauerhaft und sicher verhindert wird. Mit Ausnahmegenehmigungen des Gesundheitsamts können Ultrafiltrationsanlagen für die Trinkwasserhygiene eingesetzt werden. Dies hat den Vorteil, dass niedrigere Temperaturen bei der Warmwasserbereitung ausreichen. Dadurch können Energieverluste reduziert werden und Wärmepumpen und Solarthermie mit einem besseren Wirkungsgrad laufen.

Wärmenetze und Kraft-Wärme-Koppelprozesse

Gemeinsame Versorgungslösungen sind eine Möglichkeit, Gebäude mit Wärme zu versorgen. Hierfür wird üblicherweise Wasser bei Temperaturen bis ca. 130 °C über ein Rohrsystem zu den Gebäuden gepumpt. Die Wärmeübergabe an die Haustechnik erfolgt entweder direkt oder über einen Wärmetauscher. Energetisch betrachtet wird mit dem Wärmenetz eine weitere Verlustkomponente hinzugefügt. Diese Verluste müssen vom Wärmeerzeuger zusätzlich produziert werden.

Wärmenetze mit zentralen Wärmeerzeugern können also erst dann energetisch günstiger sein, wenn der Gesamtwirkungsgrad besser ist als die gebäudeweise Wärmeversorgung. Bei dezentralen (gebäudeweisen) Technologien wie Gasbrennwertthermen, die auch bei sehr kleinen Leistungen einen Wirkungsgrad nahe 100 % haben, müssen also weitere Komponenten mit betrachtet werden, damit ein Wärmenetz die günstigere Wärmeversorgungsvariante ist.

Eine Komponente ist der Einsatz von biogenen Festbrennstoffen. Größere Kesseleinheiten in Bereichen ab etwa 0,5 MW können Biomassefraktionen wie Hackgut oder holzige Biomasse aus dem Kommunalchnitt deutlich besser verarbeiten. Je nach Anlagenkonfiguration kann die gemeinsame Versorgungslösung mit Holz als Brennstoff günstiger als die gebäudeweisen Einzelfeuerstätten sein. Da Holz ein knappes Gut ist, sollte sich die energetische Nutzung auf das lokale Potenzial beschränken.

Eine weitere Komponente ist die Kraft-Wärme-Kopplung. Eine Schwierigkeit für die Vergleichbarkeit von Koppelprozessen ist die Verwendung unterschiedlicher Primärenergie- und THG-Emissionsfaktoren bei KWK-Technologien. Bei Wärmenetzen wird oft ein Primärenergiefaktor kleiner 1 (teilweise 0,0) ausgewiesen, der aber keinerlei Aussage über die CO₂-Emissionen der Energieversorgung ermöglicht. Die Berechnung des Primärenergiefaktors von gekoppelten Systemen (Nah-/ Fernwärmesysteme mit und ohne Kraft-Wärme-Kopplung) erfolgt in der Regel auf Basis des Arbeitsblatts FW 309 Teil 1 vom Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW).

Eine einfache Grundlage ist der Bezug auf die Physik und Thermodynamik. Bei einem Heizkraftwerk wird vor Ort Elektrizität und Wärme produziert. Bei einer einfachen Bilanz kann die Brennstoffmenge als Endenergie

genommen werden und über die Faktoren die Primärenergie und THG-Emissionen berechnet werden. Werden die Faktoren aus GEMIS³⁰ genommen, würde bei einer kWh Erdgas eine Wirkung von 0,25 kg CO_{2aeq} und 1,15 kWh Primärenergie induziert werden. Der Nachteil der einfachen Bilanz ist die nicht erfolgte Aufteilung nach den Verbrauchssektoren Elektrizität und Wärme. Hierfür sind exergetische Allokationsmethoden hilfreich, um die Verteilung der Primärenergie und THG-Emissionen zu regeln.

Ein Beispiel: Wasser mit 20 °C kann im Winter als Heizungswasser die Raumtemperatur nicht auf 20 °C bringen. Heizungswasser benötigt immer eine höhere Temperatur als die gewünschte Rauminnentemperatur. Je höher die Temperaturdifferenz zwischen Heizungswasser und Raumluft ist, desto höher ist die Wärmeübertragungsleistung. Wasser mit 50 °C hat also eine größere Qualität bei der Verrichtung von Energiedienstleistungen und damit auch eine größere Exergie. Wasserdampf mit 400 °C hat eine noch höhere Exergie, weil damit Turbinen angetrieben und Elektrizität produziert werden kann. Bezogen auf Kraft-Wärme-Kopplung bedeutet es zusammengefasst, die Verteilung der Primärenergie und der THG-Emissionen sind abhängig von der Wassertemperatur im Wärmenetz.

Das Bilanzierungssystem Kommunal (BISKO) beschreibt eine exergetische Allokation. Abbildung 47 zeigt orientierend die Faktoren für Primärenergie und THG. Bei einem typischen Erdgas-BHKW-Nahwärmenetz mit Temperaturen von 90 °C im Vorlauf und 70 °C im Rücklauf betragen die Primärenergiefaktoren für Wärme 0,55 kWh/kWh und für Elektrizität 2,75 kWh/kWh. Bei den THG-Emissionen ist der Faktor für Wärme 0,121 kgCO_{2aeq}/kWh und für Elektrizität 0,604 kgCO_{2aeq}/kWh. Die Elektrizität wird also mit höheren Emissionen produziert als beim aktuellen bundesdeutschen Kraftwerksmix. Dafür wird die Wärme mit niedrigeren Emissionen produziert als im Vergleich zu einem Erdgas-Brennwertkessel.

Die zweite wichtige Erkenntnis ist, dass bei niedrigen Vor- und Rücklauftemperaturen die Spanne zwischen den elektrischen und thermischen Faktoren größer wird. LowEx-Netze, die mit KWK betrieben werden, haben niedrige Faktoren bei der Wärme und hohe Faktoren bei der Elektrizität. Die Primärenergie und THG-Emissionen gehen nicht verloren, sondern werden je nach Temperatur des Wärmenetzes nur anders verteilt.

Die dritte wichtige Erkenntnis ist die Berücksichtigung der Stromproduktion. Ist ein BHKW im Versorgungsgebiet vorhanden, wird die Elektrizität genauso wie die Photovoltaik als Energiequelle betrachtet und mit entsprechenden Faktoren in die Energie- und THG-Bilanz eingebunden. Dies ist auch bei den Potenzialanalysen zu berücksichtigen, besonders wenn nur der Sektor Wärme bei Wärmeplanungen betrachtet wird. Wird über die Potenzialanalyse ein Wärmenetz mit Kraft-Wärme-Kopplung geplant, sind bei den Potenzial- und Szenarioberechnungen die hohen Primärenergie- und THG-Faktoren der Stromproduktion ebenso zu berücksichtigen wie niedrigen Primärenergie- und THG-Faktoren der Wärmeproduktion.

³⁰ GEMIS: Gesamtemissionssystem integrierter Systeme

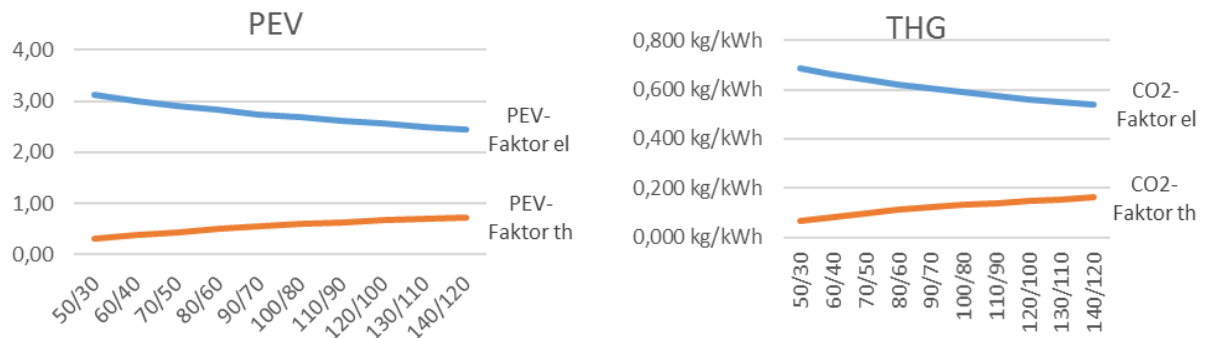


Abbildung 47: Primärenergie (PEV)- und Treibhausgasfaktoren (THG), abhängig von der Temperatur des Wärmenetzes (KEEA GmbH, 2023)

Mit den aktuell stärkeren Rückbaupfaden bei fossilen Energieträgern wird sich auch das Wärmeerzeugungspotenzial für die Einspeisung in ein Wärmenetz ändern. Diese werden sich in Zukunft eher an den lokalen erneuerbaren Potenzialen und an der unvermeidbaren Abwärme orientieren. Sollen Wärmenetze nach der grundsätzlichen Direktive der Dekarbonisierung betrieben werden, fallen alle kohlenstoffbasierten Energieträger weg (fossile, biogene usw.). Übrig bleiben u.a. Wasserstoff und die Stickstoffbasierten (wie Ammoniak) als chemische Energieträger, die Umweltwärme (mit Wärmepumpe) und die unvermeidbare Abwärme.

Hieraus ergibt sich eine neue Betrachtungsweise für die Projektierung von Wärmenetzen. War bisher die Abnahmedichte als MWh/ha Siedlungsfläche oder die Wärmeliniedichte als MWh/m Leitungslänge eines der wesentlichen Entscheidungskriterien, sind es jetzt eher die ortsscharfe Verfügbarkeit von Energie/Wärme und deren Verteilmöglichkeit. Diese Veränderung der Entscheidungsparameter sind einer der wesentlichen Aspekte für die Ausweisung von Vorranggebieten für Wärmenetze. Wenn keine Wärme zu verteilen ist, ist der Bau von einem Wärmenetz auch nicht sinnvoll. Relevante Wärmequellen als "Heatspots" sind u.a.:

- Unvermeidbare Abwärme aus der Industrie, die langfristig zu Verfügung steht.
- Weitere neue Wärmequellen wie Rechenzentren, Wärmeauskopplung der Elektrolyse und Pyrolyse, größere Frequenz- und Spannungswandler im Hochspannungsbereich und Abwasserkanäle, deren Abwärme genutzt werden kann.
- Mitteltiefe und tiefe Geothermie mit einer entsprechenden Leistung, die ohne oder mit Wärmepumpen über ein Wärmenetz verteilt werden kann.
- Kombinationen verschiedener Wärmeerzeugungs- und Speichertechnologien wie Solarthermiefelder, Wasser-/Eisspeicher und weitere Wärmequellen, die den Lastanforderungen des Wärmenetzes entsprechen.
- Alle Technologien der neuen "Heatspots" benötigen Platz, der sich durchaus um den Faktor 40 unterscheiden kann. Besonders bei größeren Wärmenetzen ist dieser Platzbedarf zu berücksichtigen und entsprechend stadt- und regionalplanerisch zu verankern.

THG-arme Baustoffe

Für die Inanspruchnahme vom KfW Kredit EH40 Neubau (Stand Sommer 2023) wird ein Qualitätssiegel nachhaltiges Gebäude (QNG) benötigt. Bestandteil des Siegels ist die lebenszyklusweite Bilanzierung der Treibhausgasemissionen. Diese sind nach den Rechenregeln für das Siegel QNG-Plus auf 24 kg/m² und bei QNG-Premium auf 20 kg/m² begrenzt. Damit stehen genormte Rechenregeln zur Verfügung, die für Neubau aber auch für die Gebäudesanierung verwendet werden können.

Hintergrund: Aus der Sicht der Baustoffkunde kann eine Stadt oder Region in eine Ansammlung von Baustoffen zerlegt und neu sortiert werden. Sämtliche Materialien für Hoch- und Tiefbauten könnten anhand ihrer Materialität neu sortiert und hinsichtlich ihrer Masse bewertet werden. Nach dem Cradle2Cradle-Prinzip³¹ werden die Baustoffe der Natur entnommen, für ihren Zweck aufbereitet, transportiert und eingebaut, genutzt und wieder entsorgt. Für diese Prozesskette wird Material und Energie benötigt sowie Treibhausgase emittiert.

Ebenso wie die „Grauen Energien“ bilden die verbauten Stoffmengen einen Grundstock, der zusammen mit dem Energie- und Sanierungsbedarf während der Nutzungszeit und dem Aufwand für den Rückbau den lebenszyklusweiten stofflichen Aufwand für die Dienstleistung „Wohnen“ darstellen. Werden die akkumulierte Materialintensität von Gebäuden vom Erstbezug und nach 80 Jahren miteinander verglichen, steigen die Bereiche mit niedrigen Lebenszyklen wie Malerarbeiten, Installationen und der Austausch von Bauelementen wie Fenster und Türen in der Gesamtbilanz von der Hälfte beim Erstbezug auf etwa Dreiviertel nach 80 Jahren an. Der Anteil des Rohbaus verringert sich entsprechend auf ein Viertel (Abbildung 48). Deshalb ist es wichtig, bei der Ersterstellung des Gebäudes und bei den Sanierungszyklen die verwendeten Baustoffe zu berücksichtigen.

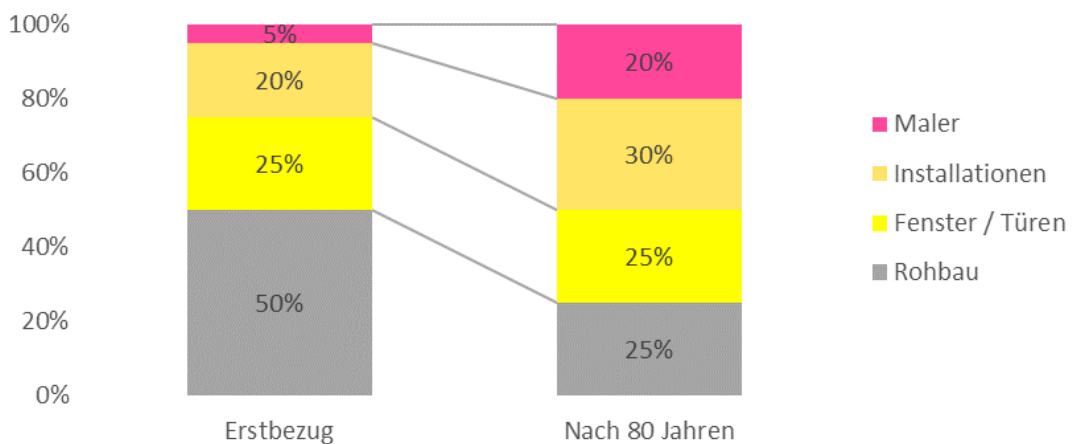


Abbildung 48: Kumulierte abiotische Materialintensität (MI) von Gebäuden über ihren Lebenszyklus (KEEA GmbH, 2023)

Grundprinzip eines nachhaltigen Bauens wäre die baumassenminimierte Bauweise. Holzbauten bieten sich dafür an.

³¹ engl. „von Wiege zu Wiege“, sinngemäß „vom Ursprung zum Ursprung“

Soziokulturelle Aspekte

Die bisher dargestellten physikalisch-technischen Aspekte bilden die Grundlage, wie die Wärmewende gelingen kann. Dies ist in den vorherigen Kapiteln aufgezeigt worden. Der zweite wichtige Aspekt ist die Akzeptanz der am Prozess beteiligten Personen, der Unternehmen, der Politik und Kommunalverwaltung.

Die Spanne der Möglichkeiten zwischen Technik und Kultur bewegt sich von rein technischen, wie „Gebäudedämmung“, bis hin zu Möglichkeiten im soziokulturellen Bereich über die Suffizienz. Die physikalisch-technische Form des Klimaschutzes ist zum Beispiel ein möglichst geringer Transmissionswärmeverlust über die Gebäudehülle. Ein suffizientes Verhalten bedeutet, das Gebäude sehr sparsam und gezielt zu beheizen. Durch die im Mittel der Heizperiode deutlich geringeren Raumtemperaturen wird der Transmissionswärmeverlust ebenfalls reduziert.



Abbildung 49: Für die energetische Transformation des Quartiers ist es wichtig, die technischen und soziokulturellen Potenziale zu nutzen (KEEA GmbH, 2023)

Sinnvoll ist es, eine gute Kombination aus technischen und soziokulturellen Maßnahmen zu finden und zu aktivieren. Abbildung 50 zeigt graphisch einen typischen Verlauf eines „Change-Management“ Prozesses. Es ist davon auszugehen, dass nicht jeder die CO₂-neutrale Energiewende sofort mit Begeisterung begrüßen wird. Deshalb sollte es das Anliegen einer guten energiepolitischen Strategie sein, die lokalen Akteure weiter zu begleiten, also die Begeisterten zu unterstützen, die Bedenken mit guten Argumenten zu klären und die passiven Bürger zu aktivieren.

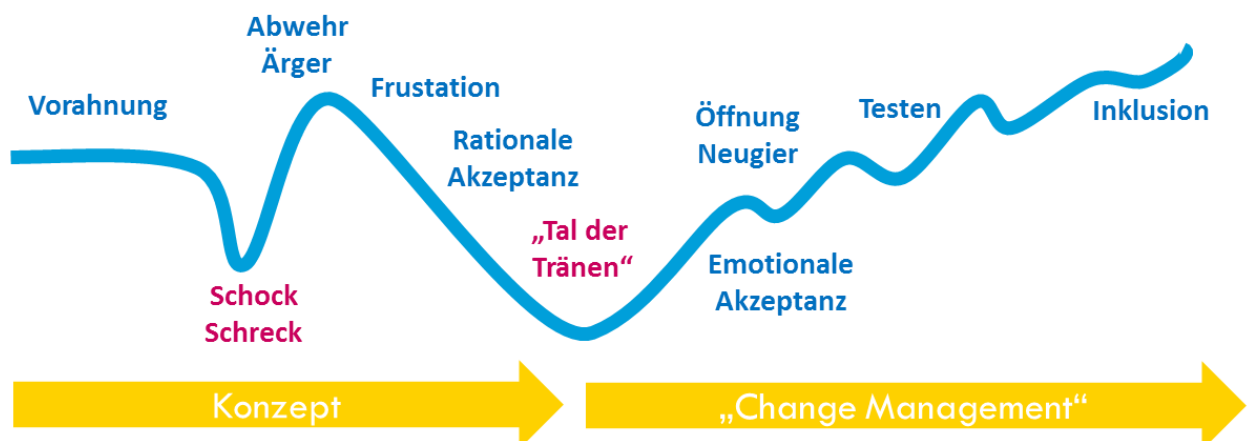


Abbildung 50: Vom Konzept zum „Change Management“ (KEEA GmbH, 2023)

4.6.3 Szenarien

Grundlage für die Szenarien ist das Basisszenario „Trend“. Dieses basiert auf der Energie- und THG-Bilanz für das Basisjahr. Das Basisszenario läuft als Modellrechnung von 1990 bis 2050 und bildet für die StädteRegion den Trend ab. Als Basisjahr ist das Jahr 2021 gewählt worden, weil für dieses Jahr die beste Datengrundlage zur Verfügung stand. Darauf basierend sind zwei Szenarien „CO₂-neutral“ als Modellrechnung gemäß der Berechnungsvorgaben so angelegt, dass die Energie- und Klimaschutzziele weitgehend erreicht werden.

- Das Szenario „Trend“ bildet den bundesweiten Trend nach. Dieses Szenario bildet die Basis für die weiteren Modellrechnungen.
- Das Szenario „CO₂-neutral 2040“ verfolgt die Zielstellung „netto-Null“ THG. Hier sind die notwendigen städtereigenen Aktivitäten eingeflossen.
- Das Szenario „CO₂-neutral 2030“ arbeitet mit deutlich gesteigerten Sanierungs- und Ausbauraten, damit das Ziel schon 2030 erreicht werden kann.

Bei der Berechnung der Endenergie wird in den Nachfragesektoren zum Beispiel über Gebäudesanierung und Reduktion des Flottenverbrauchs der Endenergieverbrauch reduziert.

Über die Wirkungsabschätzung der einzelnen Energieträger in der gesamten Zeitreihe werden die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die THG werden über einen geringeren Endenergieverbrauch, den Einsatz von THG-reduzierten Energieträgern (z.B. Erneuerbare Energien) und die Optimierung der Energieumwandlungstechnologien verringert.

Endenergie

In Abbildung 51 ist der Entwicklungspfad für die StädteRegion Aachen mit dem Ziel 2040 dargestellt. Das Szenario beinhaltet Maßnahmen zur Reduktion der Endenergienachfrage in allen Verbrauchssektoren, u.a. durch Gebäudesanierung, eine deutliche Verringerung der Nachfrage nach Elektrizität und eine Optimierung der Mobilität. Im Zielszenario sinkt die Endenergienachfrage auf 51 % im Vergleich zur Nachfrage von 2021.

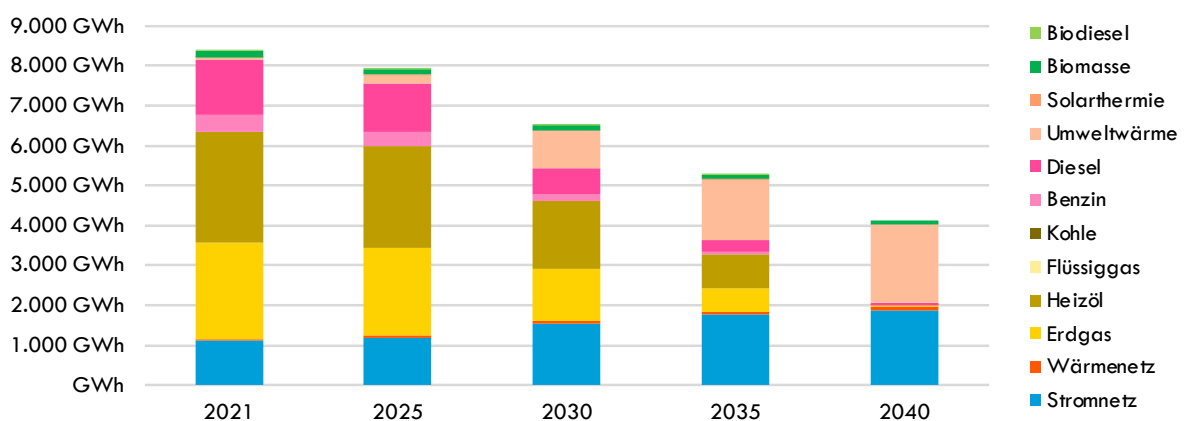


Abbildung 51: Entwicklung der Endenergienachfrage in der StädteRegion Aachen für das Zielszenario 2040 (KEEA GmbH, 2023)

Im Szenario 2030 wird mit den gleichen Potenzialen gearbeitet, u.a. mit identischen Sanierungstiefen bei der Gebäudesanierung, damit die erreichte Gebäudequalität dem langfristigen Gesamtziel entspricht. Im Wesentlichen unterscheiden sich die Szenarien durch höhere Sanierungsraten der Gebäudehülle, einen

stärkeren Austausch der Wärmeerzeuger und eine deutlich höhere Elektrifizierung der Mobilität bei gleichzeitiger Reduktion des Pkw-Verkehrs.

	Trend	2030	2040
Gebäude			
Sanierungsrate Wohngebäude	0,5%	10,0%	6,0%
Sanierungsrate Nicht-Wohngebäude	0,5%	10,0%	2,5%
Stromeinsparung Wohngebäude	0,0%	-5,0%	-1,9%
Stromeinsparung Nicht-Wohngebäude	0,0%	-5,0%	-1,9%
Mobilität			
Verkehrsvermeidung			
MIV		-123.790.922 Pkm	-46.421.596 Pkm
Verkehrsverlagerung			
MIV auf Fußverkehr		-5.000.478 Pkm	-5.000.478 Pkm
MIV auf Radverkehr		-20.001.911 Pkm	-20.001.911 Pkm
MIV auf ÖPNVV		-20.001.911 Pkm	-20.001.911 Pkm
Modal Split			
Fuß	3,7%	5,8%	7,6%
Rad	3,5%	8,7%	15,9%
Pkw	72,6%	55,9%	39,4%
Krad	1,2%	1,5%	1,5%
ÖPNV	13,4%	21,1%	28,5%
Bahn	5,6%	7,0%	7,1%

Tabelle 52: Auszug aus den Annahmen für die Sanierungsraten der Gebäude und die Reduktion der elektrischen Energie (KEEA GmbH, 2023)

Hieraus ergibt sich eine stärkere Reduktion des Endenergieverbrauchs und Wechsel der Energieträger in der StädteRegion bis zum Jahr 2030.

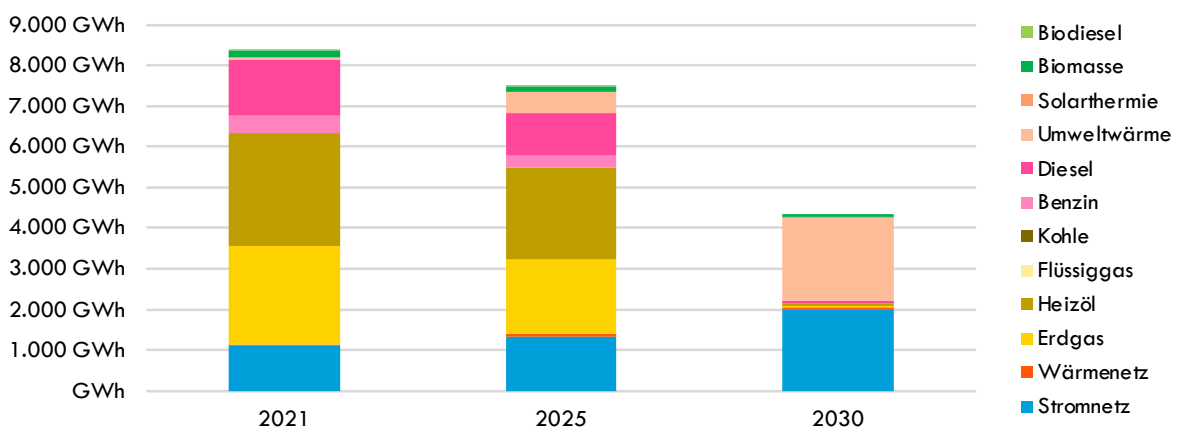


Abbildung 53: Entwicklung der Endenergienachfrage in der StädteRegion Aachen für das Zielszenario 2030 (KEEA GmbH, 2023)

Bei beiden Szenarien können folgende Entwicklungspfade aufgezeigt werden:

- Deutlich zu erkennen ist die absolute Reduktion der Endenergiemengen.
- Zweite grundsätzliche Veränderung ist die Reduktion der fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas, Benzin und Diesel. Diese werden überwiegend durch Elektrizität und die Nutzung der Umweltwärme (über Wärmepumpen) ersetzt.
- Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass das Gasnetz nicht vollständig abgeschaltet wird, sondern ein gasförmiger Energieträger weiterhin für einen Teil der Gebäude zur Verfügung steht. Power2Gas würden den Gas-Mix verändern. Der Rückbau von einem Teil des Gasnetzes und der teilweise Umbau zu einem reinen Wasserstoffnetz sind dafür zu klärende Aufgaben.
- Die Elektrizitätsnachfrage erhöht sich, da neue Nachfragen wie Wärmepumpen oder Elektromobilität hinzukommen.
- Fossiler Dieselmotorkraftstoff oder E-Fuels werden im Güterverkehr, in der Landwirtschaft und bei Baumaschinen noch einen kleinen Anteil haben.

Treibhausgase

Über die Wirkungsabschätzung der einzelnen Energieträger werden die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die THG werden über einen geringeren Endenergieverbrauch, den Einsatz von THG-reduzierten Energieträgern (z.B. Erneuerbare Energien) und durch die Optimierung der Energieumwandlungstechnologien verringert. In Abbildung 54 ist der Reduktionspfad der THG-Emissionen bis 2040 dargestellt.

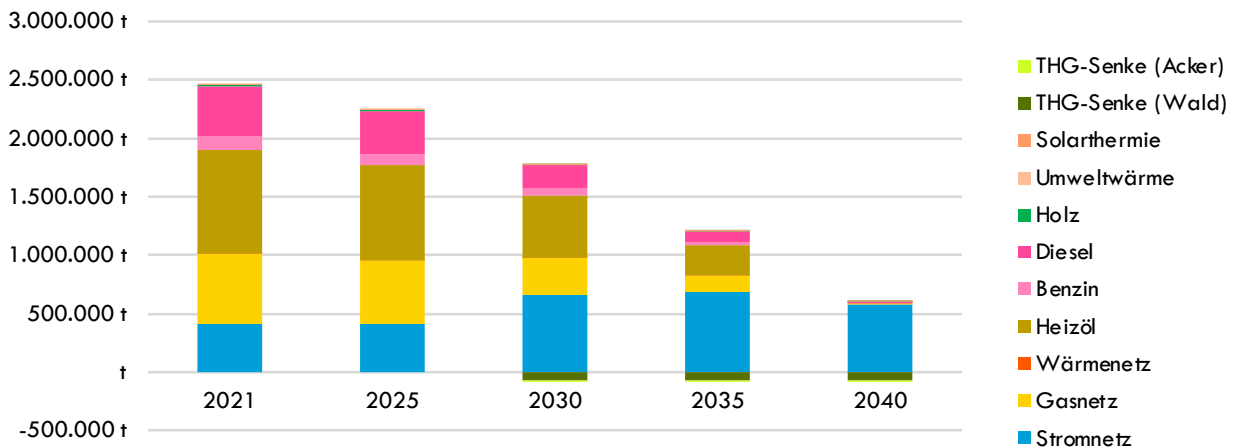


Abbildung 54: THG-Szenario bis 2040 mit bundesweiten Treibhausgasemissionen im Strommix von 151 g/kWh (KEEA GmbH, 2023)

Bei der Betrachtung der Energieträger werden die THG-Emissionen deutlich über die Reduktion der Endenergienachfrage reduziert. Zweiter Aspekt ist die Reduktion fossiler Energieträger. Die restlichen Emissionen im Jahr 2040 entstehen hauptsächlich über den bundesweiten Strommix. Weiterhin ist die orientierend berechnete THG-Senke der Land- und Forstwirtschaft als negativer Wert mit dargestellt. Dies erfordert jedoch - wie bei der Energiewende – eine Agrarwende, damit Kohlenstoff³² dauerhaft über Biomassebindung und Einlagerung im Boden gespeichert werden kann. Neben Land- und Forstwirtschaft ist die Wiedervernässung

³² Die Nutzung von Pflanzenkohle (aus der Pyrolyse) in der Landwirtschaft bietet weitere Potenziale zur Bindung von Kohlenstoff

trockengelegter Moore ein wichtiger Baustein in der Minderung nicht-energetischer THG-Quellen und kann langfristig als THG-Senke fungieren. Eine klimafreundliche Bewirtschaftung nasser Moore könnte über Paludikulturen³³ und Wasserbüffelhaltung erfolgen.

Im Szenario 2030 sind die Emissionen im Jahr 2030 ebenso vom bundesweiten Strommix geprägt. Da dieser nach dem Technikkatalog von Baden-Württemberg³⁴ rund 270 g/kWh beträgt, sind die Emissionen entsprechend hoch.

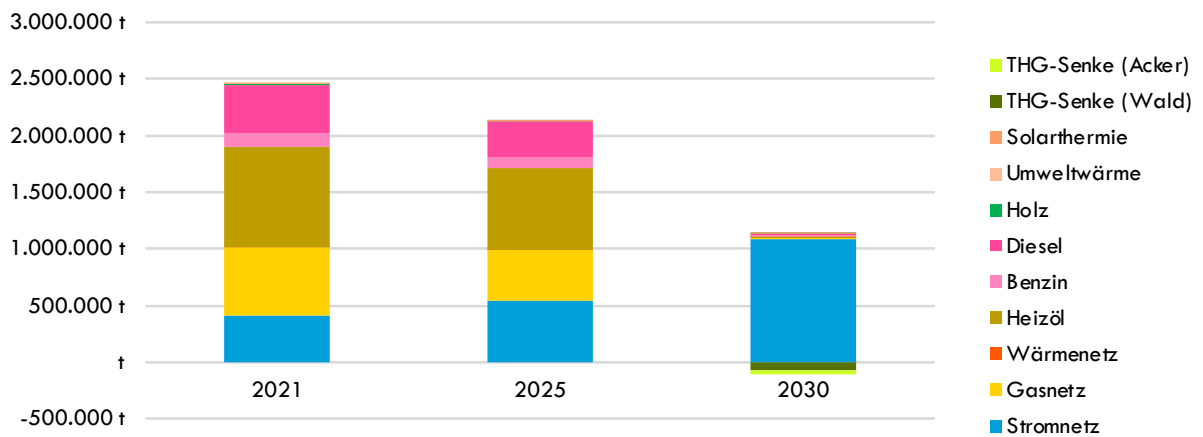


Abbildung 55: Szenario 2030 bundesweiten Treibhausgasemissionen im Strommix von 270 g/kWh (KEEA GmbH, 2023)

Abweichend von der BSKO-Methodik kann die THG-Berechnung auch mit dem regionalen Strommix erfolgen. Durch den Ausbau von Windkraft und Photovoltaik würde der spezifische städtereionsweite THG-Faktor bei elektrischer Energie im Jahr 2030 etwa 47 g/kWh betragen. Dies würde die THG-Emissionen im Jahr 2030 nochmals deutlich reduzieren. (Abbildung 56).

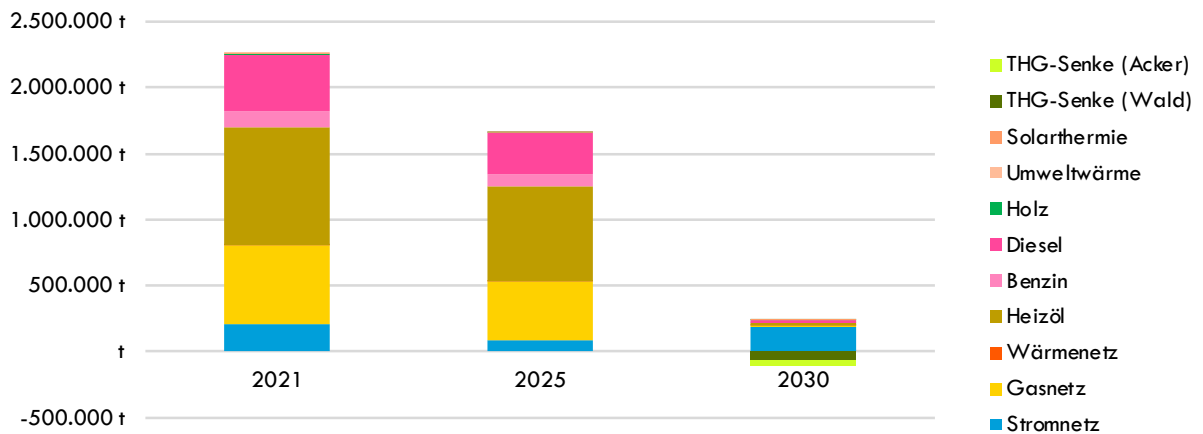


Abbildung 56: THG-Emissionen mit städtereionsweitem Strommix (KEEA GmbH, 2023)

Bei der Verwendung des regionalen Strommix ist bei einer jahresweiten Bilanz zu beachten, dass die in der StädteRegion produzierte erneuerbare Elektrizität oft geringer ist als die Nachfrage. Besonders im Winter bei wenig Sonne und Wind und einer hohen Nachfrage nach Wärmepumpenstrom kann davon ausgegangen

³³ Paludikultur („palus“ – lat. „Sumpf, Morast“) ist die land- und forstwirtschaftliche Nutzung nasser Hoch- und Niedermoore. Ein traditionelles Beispiel dafür ist der Anbau von Schilf für Dachreet.

³⁴ <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>

werden, dass die Elektrizitätsmenge nicht gedeckt werden kann. Es muss Strom in die StädteRegion importiert werden. Die sich im Jahr 2030 einstellenden THG-Emissionen würden dann zwischen beiden Berechnungsergebnissen liegen.

Für einen hohen energetischen Selbstversorgungsgrad mit niedrigen THG-Emissionen sind saisonale Speichertechnologien notwendig. Wie hoch die saisonalen energetischen Speicherkapazitäten in der StädteRegion ausgebaut werden müssen und sollten ist daher eine der Schlüsselstrategien als Erkenntnis aus der Berechnung der Szenarien.

THG-Budget

Die aktuellen Berechnungen des IPCC weisen bei einem Temperaturanstieg von unter 2 °C (1,75 °C) ein Budget von 700 Gt aus (IPCC, 2023). Um das Ziel für Deutschland noch zu erreichen, beträgt das Budget ab 2020 noch 7,5 Gt CO₂. Für jeden Bundesbürger stehen also noch rund 90 t CO₂ zur Verfügung. Im 6. IPCC-Bericht werden nur die CO₂-Emissionen berücksichtigt. Weitere Treibhausgase würden aktuell das Budget um 200 Gt vergrößern oder verkleinern. Für eine grundsätzliche Aussage bleibt diese Unsicherheit erstmal unberücksichtigt.

Die im Basisjahr emittierte Menge beträgt rund 3 Mt CO₂. Wird das bundesweite Budget von 4,3 Gt CO₂ über die Bevölkerungszahl auf die StädteRegion übertragen, beträgt das regionsweite Budget rund 15,6 Mt. CO₂. Die zur Verfügung stehende Menge wäre bei gleichbleibenden Emissionen also im Jahr 2025 verbraucht.

Durch eine Reduktion der jährlichen Emissionen, wie in den Szenarien dargestellt, kann das Budget auf über 10 Jahre gestreckt werden. Eine optimale Ausnutzung des Budgets wäre eine möglichst rasche Reduktion der CO₂-Emissionen, wie in Abbildung 57 dargestellt. Die beiden unten dargestellten Emissionspfade sind dabei „Paris“-kompatibel, wobei der links-unten dargestellte grün gestrichelte Pfad das Budget bis 2045 / 2050 verlängern würde. Deshalb ist es so wichtig, so früh wie möglich die Treibhausgase zu reduzieren.

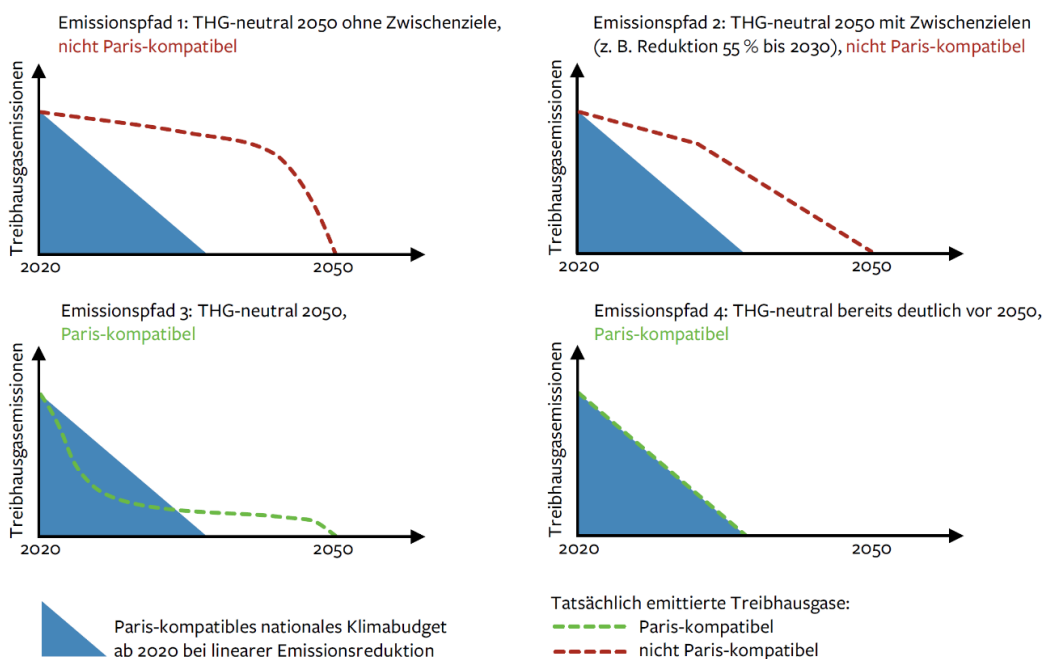


Abbildung 57: Mögliche Emissionspfade (SRU, 2020).

5 FAZIT

Kernaussagen für den Entwicklungsprozess im Klimaschutz sind:

- Gebäude und Wärmewende
 - Gebäudebestand mit einer hohen Sanierungstiefe sanieren.
 - Neue Gebäude auf hohem Niveau erstellen. Empfohlen wird die Passivhausbauweise.
 - Die Temperatur zur Wärmeversorgung sollte möglichst unter 55 °C liegen, besser unter 50 °C. Neue Wärmenetze auch mit diesen niedrigen Temperaturniveau bauen. Das erleichtert die Einbindung von erneuerbaren Energien.
 - Heizlast der Gebäude deutlich verringern, das reduziert die technische Dimensionierung der Wärmeversorgungsinfrastruktur (inkl. Stromnetz für Wärmepumpen).
 - Wärmeversorgung weitgehend über Wärmepumpen, auch bei Wärmenetzen. Bei einer guten Auslegung können diese viel Umweltenergie (aus Luft, Erdreich, Wasser) einsammeln.
 - Kein weiterer Ausbau der Wärmeerzeugung über Biomasse. Dieser wird als Rohstoff zum Bauen, als Ersatzstoff für Kunststoffe usw. benötigt.
 - Umbau der Biomassevergärungsanlagen zur Nutzung biogener Reststoffe (Wirtschaftsdünger und Biomüll) und Rückbau von Anlagen mit reiner Energiepflanzennutzung.
 - Unvermeidbare Abwärme der Industrie und neuer technischer Anlagen (Rechenzentren, Elektrolyse) für Wärmenetze nutzen. Bei Standortdiskussionen neuer technischer Infrastrukturen die evtl. mögliche Wärmeauskopplung berücksichtigen.
 - Hohe lokale Installation von PV als Stromerzeuger an den Gebäuden und den angrenzenden Freiräumen (Parkplätze, Spielplätze).
 - Elektrische Speicher als tageweise Speicher für die Stromanwendungen.
- Mobilität und Verkehrswende
 - Instrumente der Raumordnung nutzen, Polyzentralität, regionale Entwicklungsachsen, Reduktion der Entfernung zu den Wohnfolgeeinrichtungen
 - Nahmobilität aller Bevölkerungsgruppen fördern
 - Radschnellwege interkommunal ausbauen
 - Hohe Erschließungs- und Bedienungsqualität des ÖPNV gestalten
 - Elektrifizierung aller Verkehrsmittel

Energieversorgungsinfrastruktur

- Stromproduktion über Wind und PV, möglichst wenig über Biomasse
- Saisonale Energiespeicherung über Power2Gas oder andere chemische Speicher, von der Kapazität so klein wie notwendig auslegen, da diese Systeme einen schlechten Wirkungsgrad aufweisen

- Strategische Planung der Kommunen und der StädteRegion
 - Gesamtstrategische integrierte Planung – vom Gebäude über das Quartier/Stadt bis zur Region
 - Nutzung der Förderkulisse, u. a. Förderungen des Landes und des Bundes
 - Festlegungsmöglichkeiten in den formalen und informellen Planungsprozessen nutzen
 - Dialogische konsistente Prozesse starten, Menschen sensibilisieren
 - Neben der Energiewende die Land- und Forstwirtschaftliche Wende einleiten, um auch deren THG-Minderungs- und Senkenpotenzial nutzen zu können.
 - Gesamtintegriert Planen und Entwickeln: Klimawandel einbeziehen, Wassermanagement, Biodiversität, Nahrungsmittelproduktion und lebenswerte StädteRegion Aachen

Verzeichnisse

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Leitprojekte inkl. Zeitplan der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (grau = Projektverstetigung/Fortschreibung).....	6
Tabelle 2: Bevölkerungszahlen, Fläche (km ²) und Bevölkerungsdichte (EW/km ²) der Kommunen der StädteRegion Aachen für das Jahr 2021, Datenquelle: (Statistisches Bundesamt, 2023)	12
Tabelle 3: abgestimmte Definition und Zielsetzung der Leitprojekte der StädteRegion Aachen	21
Tabelle 4: Leitprojekte inkl. Zeitplan der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (grau = Projektverstetigung/Fortschreibung).....	59
Tabelle 5: Treibhausgaspotenziale einzelner Stoffeinträge in die Atmosphäre (IPCC, 2013) (* Die Zahl (GWP 20) beschreibt die Betrachtungszeit in Jahren. Methan hat zum Beispiel die 25-fache Wirkung gegenüber Kohlendioxid über einen betrachteten Zeitraum von 100 Jahren).....	67
Tabelle 6: Stromproduktion in GWh/a in der StädteRegion Aachen im Jahr 2021 (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023).....	73
Tabelle 7: Biogenes Potenzial zur Energieerzeugung in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)	77
Tabelle 8: Biogenes Potenzial zur Vergärung in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023).....	78
Tabelle 9: Stromnachfrage in MWh/a und daraus resultierende THG-Emissionen in t/a im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)	79
Tabelle 10: Strombilanz im Jahr 2021 der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023).....	81
Tabelle 11: Erneuerbare Wärmeproduktion im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023).....	82
Tabelle 12: Entwicklung der Umweltenergie (KEEA GmbH, 2023)	85
Tabelle 13: Szenarien zur Energieeffizienz im Wohngebäudebereich in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023).....	87
Tabelle 14: Nachfrage nach Energie, Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)	92
Tabelle 15: Erneuerbare Energieerzeugung und deren THG-Emissionen in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)	93

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Handlungsfelder der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (B.A.U.M. Consult, 2023)	5
Abbildung 2: Verteilung der Endenergie auf die Verbrauchssektoren	7

Abbildung 3: Endenergieszenario (GWh/a) bis zum Jahr 2040 für die StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)	8
Abbildung 4: Treibhausgasszenarien (t/a) bis zum Jahr 2040 für die StädteRegion (KEEA GmbH, 2023)	8
Abbildung 5: Klimaschutzaktivitäten der StädteRegion Aachen der letzten Jahre (Auszug)	9
Abbildung 6: Strukturen der Klimastrategie (B.A.U.M. Consult, 2023)	10
Abbildung 7: Arbeitsprozess der Klimastrategie (B.A.U.M. Consult, 2023)	11
Abbildung 8: Bevölkerungsveränderung von 2009 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (Statistisches Bundesamt, 2023)	13
Abbildung 9: Anteil der Flächennutzungen in Prozent im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (Gesamtfläche einschl. der Stadt Aachen: 706,9 km ²) (Statistisches Bundesamt, 2023)	14
Abbildung 10: Anteil der Flächennutzungen in km ² im Jahr 2021 in den regionsangehörigen Kommunen (Statistisches Bundesamt, 2023)	14
Abbildung 11: Wohngebäudebestand und Wohnungen innerhalb der StädteRegion Aachen (einschl. Stadt Aachen) nach Baualtersklassen im Jahr 2021 (Statistisches Bundesamt, 2023)	15
Abbildung 12: Wohngebäude nach Heizungsart im Jahr 2011 in der StädteRegion Aachen (Gesamtanzahl der Wohngebäude einschl. Stadt Aachen: 116.641) (Statistisches Bundesamt, 2023)	15
Abbildung 13: Regionale Bedienungachsen in der StädteRegion Aachen (Aachener Verkehrsverbund, 2015)	16
Abbildung 14: Ergebnisse der SWOT-Analyse im Bereich Klimaschutz der StädteRegion Aachen (B.A.U.M. Consult, 2023)	18
Abbildung 15: Handlungsfelder der Klimastrategie der StädteRegion Aachen (B.A.U.M. Consult, 2023)	20
Abbildung 16: Der Ablauf eines typischen Energie- und Klimaschutzmanagementsystems nach PDCA-Zyklus (B.A.U.M. Consult, 2023)	58
Abbildung 17: Priorisierung der Leitprojekte durch die regionsangehörigen Kommunen in den Handlungsfeldern Energieversorgung (E), Gebäudesektor (G), Mobilitätswende (M) und Organisations- und Kommunikationsstrukturen (OK) (ohne die Leitprojekte E3 und G3) (Kommunal Workshop 10.03.2023)	58
Abbildung 18: Methodik der Bilanz (KEEA GmbH, 2023)	64
Abbildung 19: Sektoren des Bilanzraums (KEEA GmbH, 2023)	65
Abbildung 20: THG pro Kopf in Deutschland nach Konsumbereichen im Jahr 2017 (Umweltbundesamt, 2017)	67
Abbildung 21: Das nutzbare Potenzial ergibt sich aus der Verschneidung und Nutzung sozialer, technischer und wirtschaftlicher Aspekte (KEEA GmbH, 2023)	69
Abbildung 22: Strukturierung der Maßnahmen und Instrumente (KEEA GmbH, 2023)	71
Abbildung 23: Beispielhafte Ableitung von Maßnahmen im Bereich Wohnen (TGA = Technische Gebäudeausrüstung)	72
Abbildung 24: Räumliche Verteilung der Photovoltaikanlagen ab 30 kW im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023)	74

Abbildung 25: Entwicklung des Windkraftausbaus vom Jahr 2000 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023)	75
Abbildung 26: Räumliche Verteilung der Windkraftanlagen im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023)	75
Abbildung 27: Entwicklung des Ausbaus von Biomasseanlagen vom Jahr 2002 bis 2020 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Quelle: Bundesnetzagentur)	76
Abbildung 28: Räumliche Verteilung der Biogasanlagen im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Bundesnetzagentur, 2023).....	76
Abbildung 29: Möglichkeiten zur Verarbeitung biogener Siedlungsabfälle (KEEA GmbH, 2023)	78
Abbildung 30: Potenziale im Bereich Strom (KEEA GmbH, 2023)	80
Abbildung 31: Erneuerbare Stromproduktion im Vergleich zur Stromnachfrage über den Zeitraum 2000 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (KEEA GmbH, 2023)	81
Abbildung 32: Entwicklung des Ausbaus von Solarthermieanlagen (Ertrag pro Jahr) über den Zeitraum 2001 bis 2020 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Solaratlas, 2023)	82
Abbildung 33: Entwicklung des Ausbaus von Biomassekesseln (Installierte Leistung pro Jahr) über den Zeitraum 2002 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (ohne Stadt Aachen) (Biomasseatlas, 2023).....	83
Abbildung 34: Wärmekataster der StädteRegion im Jahr 2021 (KEEA GmbH, 2023)	86
Abbildung 35: Potenziale zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs über die Gebäudehülle (KEEA GmbH, 2023)	86
Abbildung 36: Minderungspotenziale im Bereich der Wärmenachfrage und der EE-Wärmeproduktion in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023).....	88
Abbildung 37: Potenziale zur Reduzierung der Verkehrsleistung in Personenkilometern (Pkm) in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023).....	90
Abbildung 38: Potenziale zur Reduzierung der Verkehrsleistung in MWh in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)	91
Abbildung 39: Energienachfrage aufgeteilt nach Sektoren im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)	93
Abbildung 40: Anteil erneuerbarer Energieerzeugung am Verbrauchssektor über den Zeitraum 2000 bis 2021 in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)	94
Abbildung 41: THG-Emissionen aufgeteilt nach Sektoren im Jahr 2021 in der StädteRegion Aachen (KEEA GmbH, 2023)	94
Abbildung 42: Effizienz der Technologiepfade aus erneuerbarem Strom für Wärme und Mobilität (KEEA GmbH, 2023)	96
Abbildung 43: Flächenintensität für EE-Produktion pro Quadratmeter Gebäudefläche bei Wohngebäuden (WP = Wärmepumpe, H2 = Wasserstoff)	97
Abbildung 44: Räumlicher Zusammenhang der Prozesseffizienz: So viel Fläche würde benötigt, wenn der Gebäudebestand vollsaniert (EH55-Standard) wäre und mit erneuerbaren Energien versorgt würde (KEEA GmbH, 2023)	98

Abbildung 45: Räumlicher Zusammenhang der Prozesseffizienz: So viel Fläche würde benötigt, wenn der Gebäudebestand unsaniert bliebe und mit Erneuerbaren Energien versorgt würde (KEEA GmbH, 2023).....	98
Abbildung 46: Beispielhafte Darstellung der benötigten Vorlauftemperatur zur Raumerwärmung in Abhängigkeit verschiedener Sanierungsmaßnahmen (ifeu, 2021)	99
Abbildung 47: Primärenergie (PEV)- und Treibhausgasfaktoren (THG), abhängig von der Temperatur des Wärmenetzes (KEEA GmbH, 2023).....	102
Abbildung 48: Kumulierte abiotische Materialintensität (MI) von Gebäuden über ihren Lebenszyklus (KEEA GmbH, 2023)	103
Abbildung 49: Für die energetische Transformation des Quartiers ist es wichtig, die technischen und soziokulturellen Potenziale zu nutzen (KEEA GmbH, 2023).....	104
Abbildung 50: Vom Konzept zum „Change Management“ (KEEA GmbH, 2023)	104
Abbildung 51: Entwicklung der Endenergienachfrage in der StädteRegion Aachen für das Zielszenario 2040 (KEEA GmbH, 2023).....	105
Tabelle 52: Auszug aus den Annahmen für die Sanierungsraten der Gebäude und die Reduktion der elektrischen Energie (KEEA GmbH, 2023)	106
Abbildung 53: Entwicklung der Endenergienachfrage in der StädteRegion Aachen für das Zielszenario 2030 (KEEA GmbH, 2023).....	106
Abbildung 54: THG-Szenario bis 2040 mit bundesweiten Treibhausgasemissionen im Strommix von 151 g/kWh (KEEA GmbH, 2023)	107
Abbildung 55: Szenario 2030 bundesweiten Treibhausgasemissionen im Strommix von 270 g/kWh (KEEA GmbH, 2023)	108
Abbildung 56: THG-Emissionen mit städtereigenem Strommix (KEEA GmbH, 2023)	108
Abbildung 57: Mögliche Emissionspfade (SRU, 2020).....	109

Literaturverzeichnis

- Aachener Verkehrsverbund. (2015). Von <https://epaper.staedteregion-aachen.de/nahverkehrsplan-staedteregion-aachen-2016-2020/56778306> abgerufen
- B.A.U.M. Consult. (2023). eigene Darstellung.
- Biomasseatlas. (2023). *Biomasseatlas - Der Vertriebskompass für die Biomassebranche*. Von <https://www.biomasseatlas.de/> abgerufen
- BMDV. (2018). *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur*. Von Mobilität in Deutschland - MiD: Ergebnisbericht: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-ergebnisbericht.pdf?__blob=publicationFile abgerufen
- BMWi. (2019). *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie*. Von Energieeffizienz in Zahlen - Entwicklungen und Trends in Deutschland 2019:

- https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=56 abgerufen
- Bundesnetzagentur. (2023). *Marktstammdatenregister*. Von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR> abgerufen
- ifeu. (2021). *Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im Gebäudebereich*. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. Abgerufen am 9. Dezember 2022 von https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf
- IPCC. (2023). *Intergovernmental panel on climate change*. Von *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf abgerufen
- KEEA GmbH. (2023). eigene Darstellung. Klima und Energieeffizienz Agentur GmbH.
- Kraftfahrtbundesamt. (2023). *Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Gemeinden*. Kiel.
- Regionetz, 2023. (kein Datum). Von <https://www.regionetz.de/ueber-uns/ueber-uns-1/> abgerufen
- Solaratlas. (2023). *Solaratlas - Der Vertriebskompass für die Solarbranche*. Von <http://www.solaratlas.de> abgerufen
- SRU. (2020).
- StädteRegion Aachen. (2023). Von <https://www.staedteregion-aachen.de/de/navigation/staedteregion/wirtschaft> abgerufen
- Statistisches Bundesamt. (2023). *Statistische Ämter des Bundes und der Länder*. Von https://www.destatis.de/DE/Home/_inhalt.html abgerufen
- Umweltbundesamt. (2017). *Treibhausgasausstoß pro Kopf in Deutschland nach Konsumbereichen*. Von <https://www.umweltbundesamt.de/bild/treibhausgas-ausstoss-pro-kopf-in-deutschland-nach> abgerufen
- Umweltbundesamt. (2020). *Weiterentwicklung des kommunalen Bilanzierungsstandards für THG-Emissionen*. Von *Bilanzierungssystematik kommunal - BSKO Abschlussbericht*: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_19-2020_endbericht_sv-gutachten_bisko.pdf abgerufen

StädteRegion Aachen

Der Städteregionsrat
Postanschrift
StädteRegion Aachen
52090 Aachen

Telefon + 49 241 5198 0
E-Mail info@staedteregion-aachen.de
Internet staedteregion-aachen.de

Mehr von uns auf

