



MASTERPLAN KLIMASCHUTZ **2.0**

Autoren:

Arbeitsgruppe Sektorenkopplung

Gerrit Lammerding · Lisa-Christin Tischler · Jonas Scholz

Christian Heinrich · Simon Nießen · Maximilian Hart

Dr.-Ing. Elmar Brüggling · Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

FH Münster

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt

Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt

Im Auftrag von:

Amt für Klimaschutz und Nachhaltigkeit Kreis Steinfurt

energieland2050 e.V.

Verantwortlich:

Silke Wesselmann · Claudia França Machado · Sara Vollrodt

Stand: Dezember 2020



INHALT

VORWORT	5
1 Klimaschutz im Kreis Steinfurt	8
2 Darstellung der Ausgangssituation	12
2.1 Räumliche und demografische Ausgangssituation	12
2.2 Energetische Ausgangssituation	14
2.3 Einfluss der EEG-Förderung auf die energetische Ausgangssituation	18
3 Methodische Vorgehensweise	24
4 Szenarien-Entwicklung für die Jahre 2050 · 2040 · 2030	28
4.1 Szenario I - THG- Neutralität bis 2050	33
4.2 Szenario II - THG-Neutralität bis 2040	44
4.3 Szenario III - THG-Neutralität bis 2030	54
5 Empfehlungen & Priorisierung	66
6 Verzeichnisse	72
7 Anhang	80



VORWORT

Der Kreis Steinfurt hat bereits vor mehr als 20 Jahren die Weichen für eine nachhaltige Entwicklung gestellt und schon 2010 politisch beschlossen, bis 2050 energieautark zu werden.

Mit dem – bundesweit in dieser Form einzigartigen - Amt für Klimaschutz und Nachhaltigkeit sowie dem 2017 gegründeten energieland2050 e.V. hat der Kreis im breiten politischen Konsens seine Absicht untermauert, Vorreiter für Klimaschutz und Nachhaltigkeit zu bleiben und besonders ambitionierte Aktivitäten anzustoßen.

2012 gewann der Kreis Steinfurt Anerkennung als Exzellenz-Kommune „Masterplan 100 % Klimaschutz“ des Bundesumweltministeriums. Damit verpflichtete sich der Kreis, bis 2050 die Treibhausgasemissionen um 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren und den Endenergiebedarf zu halbieren.

Nun gehen wir den nächsten Schritt! Im Kontext zum aktuellen öffentlichen Diskurs über die Klimanotstand-Thematik hat der Kreis 2019 das „Klimaschutzbündnis für den Kreis Steinfurt“ gegründet und machte damit deutlich, dass er dem Klimaschutz und der Eindämmung der Erderwärmung höchste Priorität einräumt. Dafür muss und wird der Kreis seine Maßnahmen und Aktivitäten gemeinsam mit den 24 kreisangehörigen Kommunen noch einmal intensivieren und weiter ausbauen. Die Politik erteilte folgerichtig den Auftrag zur Prüfung: Können wir unsere Ziele schneller erreichen? Mit welchen Maßnahmen gelingt dies hinsichtlich Wirkung, Kosten, Umsetzbarkeit und ihres Beitrags zur regionalen Wertschöpfung? Wie sind diese zu priorisieren?

Der vorliegende „Masterplan Klimaschutz 2.0“ gibt Antworten auf diese Fragen und legt damit entscheidende Empfehlungen für eine weitere erfolgreiche Klimaschutzarbeit des Kreises Steinfurt vor.

1 Klimaschutz im Kreis Steinfurt

1 Klimaschutz im Kreis Steinfurt

Ziel ist die Reduktion der THG-Emissionen um 95 %



Die Bundesregierung Deutschlands verfolgt das Ziel der weitgehenden Treibhausgas-Neutralität (THG-Neutralität) bis zum Zieljahr 2050. Der Begriff der **THG-Neutralität** ist in diesem Zusammenhang als Absenken der THG-Emissionen¹ um 95 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 definiert [1]. Verankert ist dieses Ziel in dem im November 2016 durch die Bundesregierung verabschiedeten Klimaschutzplan 2050 [1]. Die deutsche Bundesregierung hat mit diesem Klimaschutzplan die nationalen Klimaschutzziele präzisiert und als eines der ersten Länder die im Pariser Abkommen geforderte Klimaschutzlangfriststrategie erstellt. Das 95 %-Ziel ist erforderlich, um nachhaltig das globale Ziel des Pariser Abkommens, in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts weltweite Treibhausgasneutralität zu erreichen und die Erderwärmung auf 1,5 Grad Celsius bzw. deutlich unter 2 Grad Celsius zu begrenzen [1]. Zudem bildet das 95 %-Ziel die Basis für die Vorgaben des Green Deals der Europäischen Union (EU) eines klimaneutralen Kontinents bis zum Jahr 2050 [2].

Das Ziel der Reduktion der THG-Emissionen um 95 % gilt somit auch verbindlich für den Kreis Steinfurt im Rahmen des „**Masterplan Klimaschutz 2.0**“ und wird in das Zentrum dieser Analyse gestellt.

Für den Kreis Steinfurt bedeutet das 95 %-Ziel ab 2050 eine maximal erlaubte jährliche Nettoemission von 123.149,77 t CO₂e/a. **Der Masterplan Klimaschutz 2.0 hat das Ziel, die bisherige Entwicklung im Kreis Steinfurt zu bewerten und die Agenda für die Klimaschutzaktivitäten bis zum Jahr 2050 mit Hinblick auf das 95 %-Ziel zu fokussieren.** Bereits im Zeitraum von 2013, dem Jahr der Veröffentlichung des Masterplans 100 % Klimaschutz, bis zum Jahr 2020 konnten eine Vielzahl an Klimaschutz-Maßnahmen umgesetzt werden. Deshalb gilt es im vorliegenden Masterplan Klimaschutz 2.0 , die aktuelle Ausgangssituation darzustellen und die bisherige Entwicklung der Parameter THG-Emissionen sowie Endenergiebedarf auszuwerten.

Ziel dieser Auswertung ist die Schaffung einer Basis für die Prognose der THG-Entwicklung in den Jahren 2030/2040/2050, die im Kapitel 4 - Szenarien-Entwicklung erfolgt. Dabei sind die zentralen Fragestellungen:

Auf welchem Weg befinden wir uns und können wir die formulierten Klimaschutzziele in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität in den Jahren 2030, 2040 oder 2050 erreichen?



Die Inhalte des Masterplans Klimaschutz 2.0 gliedern sich dabei in folgende Teile:

1. Darstellung der Ist-Situation:

- ▼ Welche Ergebnisse konnten mit den bisherigen Klimaschutzzielen, gemessen am THG-Ausstoß, erzielt werden. Welche Änderungen ergeben sich im Vergleich zur letzten Untersuchung?
- ▼ Zur ausführlichen Beurteilung der aktuellen energetischen Situation werden die relevanten Bedarfs- und Erzeugungsdaten aufbereitet und dargestellt.

2. Definition von Maßnahmen und Aktivitäten

- ▼ Zur Erreichung der Klima-Ziele sind weitere Aktivitäten und Maßnahmen in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität sowie den Handlungsfeldern Energiebedarf und Effizienz erforderlich. Die Maßnahmen werden in diesem Kapitel definiert und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit sowie des Potentials zur Treibhausgasminderung bewertet.

3. Szenarien-Entwicklung 2030/2040/2050

- ▼ Aus den zuvor definierten Maßnahmen werden in einem nächsten Schritt konkrete Szenarien zur Zielerreichung definiert. Dabei lassen sich die drei entwickelten Szenarien hinsichtlich ihres Zieljahres zur Erreichung der Treibhausgasneutralität differenzieren. Es werden Szenarien für die Jahre 2030, 2040 und 2050 definiert. Außerdem wird ein weiteres Szenario betrachtet, welches die aktuelle Entwicklung der letzten Jahre aufnimmt und auf die oben genannte Zieljahre projiziert.

4. Ökonomische Bewertung

- ▼ Mit der Umsetzung der aufgezeigten Maßnahmen ergeben sich positive Effekte für die lokale Wirtschaft und ermöglichen regionale Wertschöpfungseffekte. Diese regionalen Wertschöpfungseffekte werden daher für jede Maßnahme ausgewiesen und die insgesamt geschaffenen Beschäftigungsverhältnisse (Vollzeitäquivalente) genannt.

2 **Darstellung der Ausgangssituation**

2.1 Räumliche und demografische Ausgangssituation

2.2 Energetische Ausgangssituation

**2.3 Einfluss der EEG-Förderung auf die energetische
Ausgangssituation**

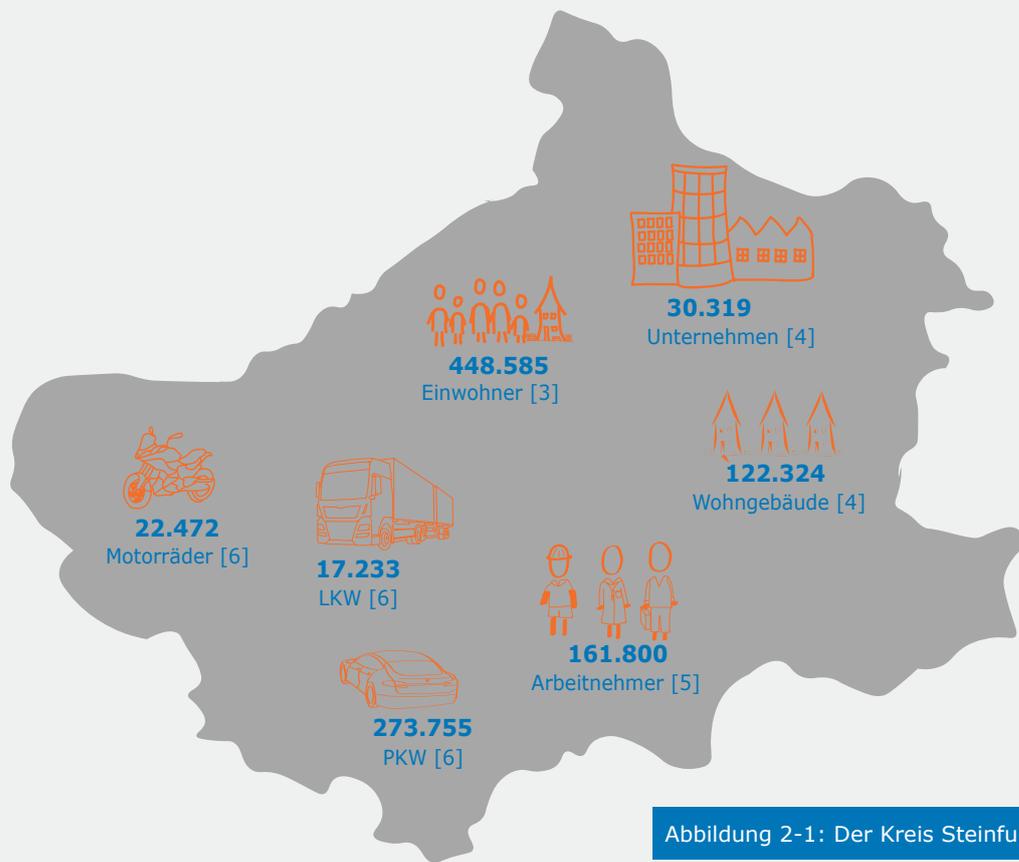


Abbildung 2-1: Der Kreis Steinfurt in Zahlen

2 Darstellung der Ausgangssituation

Basierend auf dem vorherigen Masterplan, berücksichtigt auch der Masterplan Klimaschutz 2.0 das besondere Profil des Kreises Steinfurt und bildet die umfangreichen Aktivitäten in den Bereichen Klimaschutz, Nachhaltigkeit und erneuerbare Energien ab. Die Analyse der Ausgangssituation bietet in diesem Zusammenhang die Grundlage zur Betrachtung dieser Aktivitäten im Sinne einer Gesamtstrategie und zur Feststellung des bisherigen Fortschritts. Abbildung 2-1 dient vor diesem Hintergrund der anschaulichen Darstellung der Ausgangssituation im Kreis Steinfurt anhand von Zahlen.

2.1 Räumliche und demografische Ausgangssituation

Im Kreis Steinfurt leben aktuell 448.585 Einwohner (Stand 13.12.2020) [3] in 24 kreisangehörigen Städten und Gemeinden [4]. Die Bevölkerungsentwicklung der vergangenen Jahre ist in der Abbildung 2-2 dargestellt. Die sinkende Einwohnerzahl im Jahr 2011 ist auf den Zensus zurückzuführen [7, 8]. Die Bevölkerungsentwicklung im Zeitraum bis 2040 entspricht einer Prognose des Landesbetriebes Information und Technik Nordrhein-Westfalen für die Jahre 2018 bis 2040 [9]. Demnach erreicht die Bevölkerung im Jahr 2035 ihr Maximum mit über 454.500 Einwohnern und sinkt anschließend auf 452.000 Einwohner.

Mit einer Fläche von rund 1.800 km² ist der Kreis Steinfurt die zweitgrößte Verwaltungseinheit des Landes Nordrhein-Westfalen. Fast zwei Drittel (64,6 %) dieser Fläche werden dabei landwirtschaftlich genutzt [4]. Die bewaldeten Flächen fallen hingegen mit etwa 14,0 % insbesondere im nordrhein-westfälischen Vergleich deutlich geringer aus [4].

Die Wirtschaftsstruktur des Kreises wird zu 96,8 % durch kleine und mittelständische Betriebe geprägt. So beschäftigten 2016 96 % der Betriebe im Kreis Steinfurt jeweils weniger als 50 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte. Die Arbeitslosenquote im Kreis Steinfurt fällt im Vergleich zum Bundes- und Landesdurchschnitt geringer aus und beläuft sich laut Statistiken für das Jahr 2019 auf 4,0 %, der Landesdurchschnitt liegt bei ca. 6,5 % [13].

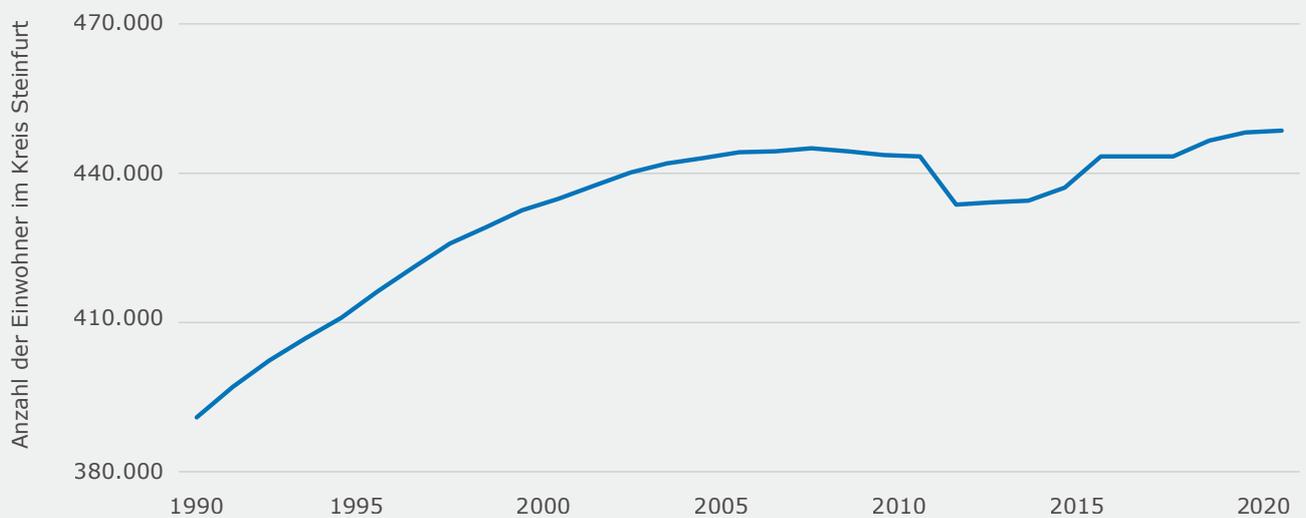


Abbildung 2-2: Bevölkerungsentwicklung im Kreis Steinfurt im Zeitraum 1990 - 2020 [3, 7, 8]

2.2 Energetische Ausgangssituation

Der Endenergiebedarf und die THG-Emissionen des Kreises Steinfurt werden durch die Bilanzierungs-Software ECOSPEED Region vom Kreis Steinfurt ausgewertet. Die THG-Emissionen in ECOSPEED Region berücksichtigen die Kohlenstoffdioxid-Äquivalente (CO₂-Äquivalente) mit deren Vorketten. Die Reduktion der THG-Emissionen dient als zentraler Leitindikator des Masterplans Klimaschutz 2.0. So sollen die THG-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 bis 2050 um 95 % reduziert werden. Der Referenzwert für das Jahr 1990 beträgt dabei 2.462.995 t CO₂e/a, der Zielwert für das Jahr 2050 beträgt 123.149 t CO₂e/a [14].

Als Bilanzjahr für die akuten THG-Emissionen und den Endenergiebedarf wurde das Jahr 2017 gewählt, da für dieses Jahr eine hohe bzw. vollständige Datenqualität für die THG-Emissionen und den Endenergiebedarf des Kreises Steinfurt vorlag. Für die Stromerzeugung auf dem Kreisgebiet ist die aktuelle vollständige Datenqualität aus dem Jahr 2019.

Der Kreis Steinfurt weist bei gering verändertem Endenergiebedarf sinkende THG-Emissionen über den betrachteten Zeitraum von 1990 bis 2017 auf. In Abbildung 2-3 ist zu erkennen, dass der Endenergiebedarf von 1990 bis 2011 von 11.453.314 MWh/a auf 13.528.579 MWh/a gestiegen ist, sich seit 2011 jedoch gering rückläufig entwickelt. Im gleichen Zeitraum reduzierten sich die THG Emissionen insbesondere ab 2011, von über 2.462.995 t CO₂e/a im Jahr 1990 auf ca. 2.210.872 t CO₂e/a im Jahr 2017 [14].

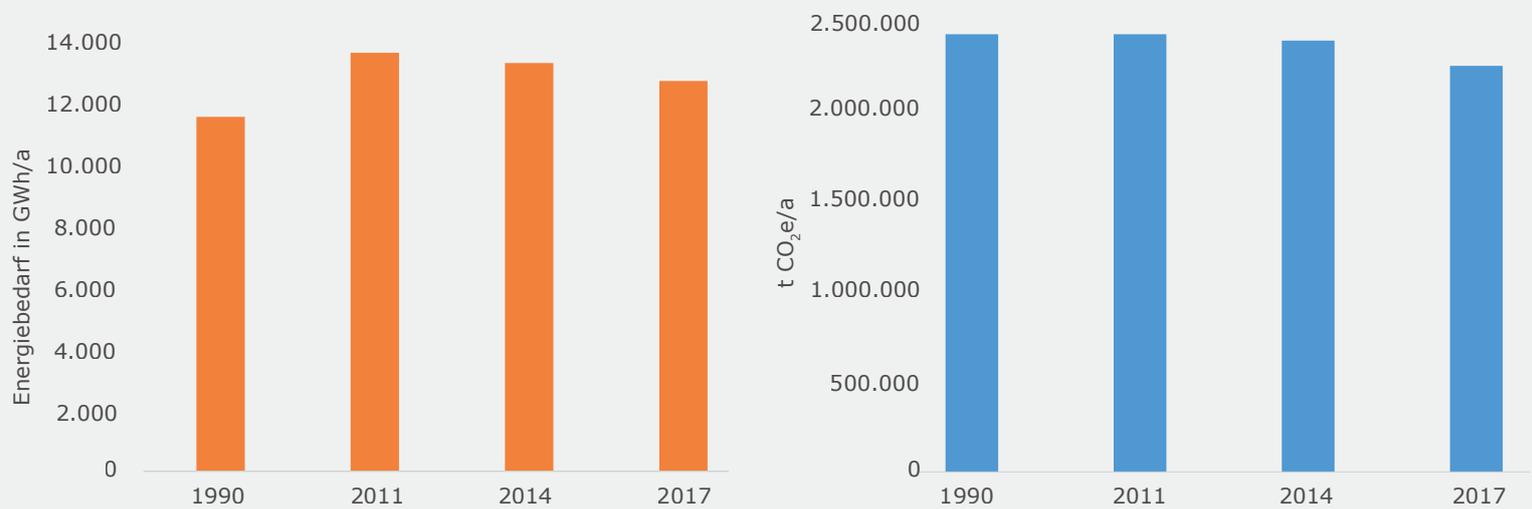


Abbildung 2-3: Endenergiebedarf und Treibhausgas-Emissionen für den Kreis Steinfurt für die Jahre 1990, 2011, 2014 und 2017 [14]

Die Analyse mit der Software ECOSPEED Region erlaubt zudem eine Einteilung in die Kategorien Industrie, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Haushalte, Kommunale Verwaltung, Motorisierter Individualverkehr, Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV), Güterverkehr sowie Flug- und Schiffsverkehr.

Der Endenergiebedarf innerhalb dieser Kategorien im Referenzjahr 1990 sowie die Entwicklung der Jahre seit dem Masterplan aus dem Jahr 2013 (2014 bis 2017) sind in der Abbildung 2-4 dargestellt. Bei der Betrachtung der Entwicklung von 1990 zu 2011 ist ein starker Rückgang insbesondere des Endenergiebedarfs in der Industrie zu erkennen. Im Gegenzug ist der Endenergiebedarf der Haushalte, des Sektors Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und im Bereich des ÖPNV angestiegen. Der Endenergiebedarf des motorisierten Individualverkehrs verhält sich nahezu konstant. In den Jahren 2011 bis 2017 bleiben die Verhältnisse der oben genannten Kategorien zueinander annähernd konstant, bei einem leichten Rückgang des gesamten Endenergiebedarfs.



Ein starker Rückgang des Endenergiebedarfs ist im Sektor Industrie erkennbar. Im Gegenzug ist der Endenergiebedarf im Sektor GHD und im ÖPNV angestiegen.

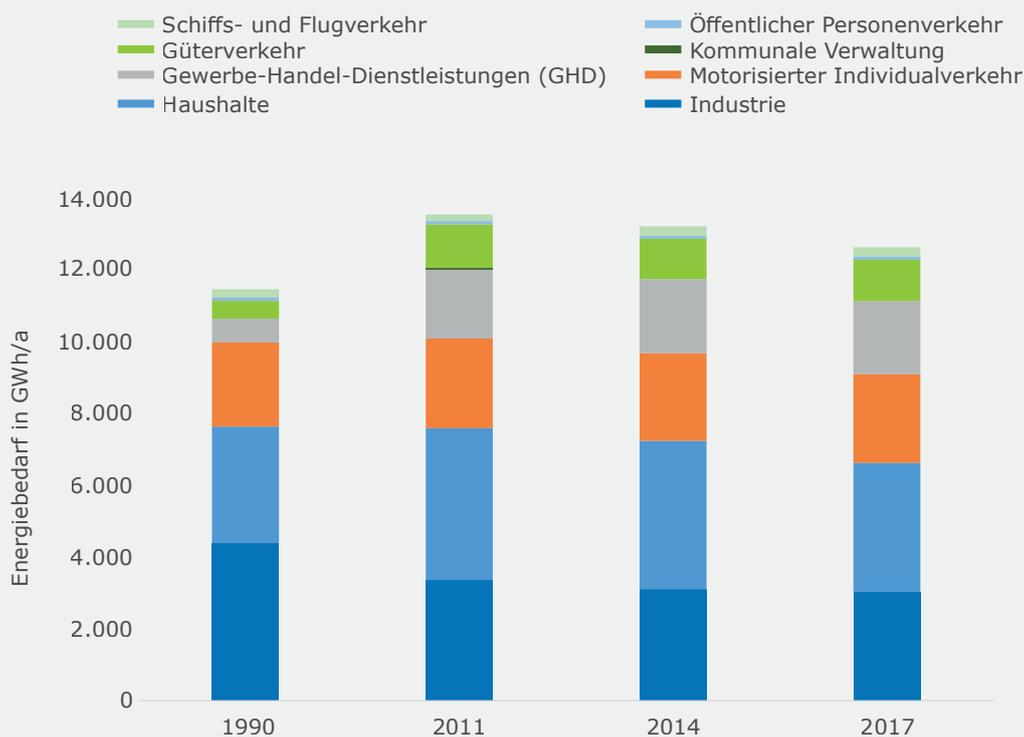


Abbildung 2-4: Endenergiebedarf nach Sektoren im Kreis Steinfurt für die Jahre 1990, 2011, 2014 und 2017 [14]

Die Abbildung 2-5 zeigt die Entwicklung der THG-Emissionen in den zuvor genannten Kategorien im Referenzjahr 1990 und die Entwicklung in den Jahren 2011 bis 2017 im Kreis Steinfurt. Es ist ersichtlich, dass die Reduktion seit 1990 insbesondere auf den starken Rückgang der Emissionen in der Industrie und einen geringfügigen Rückgang in den Haushalten zurückzuführen ist, während im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen die Emissionen zugenommen haben.

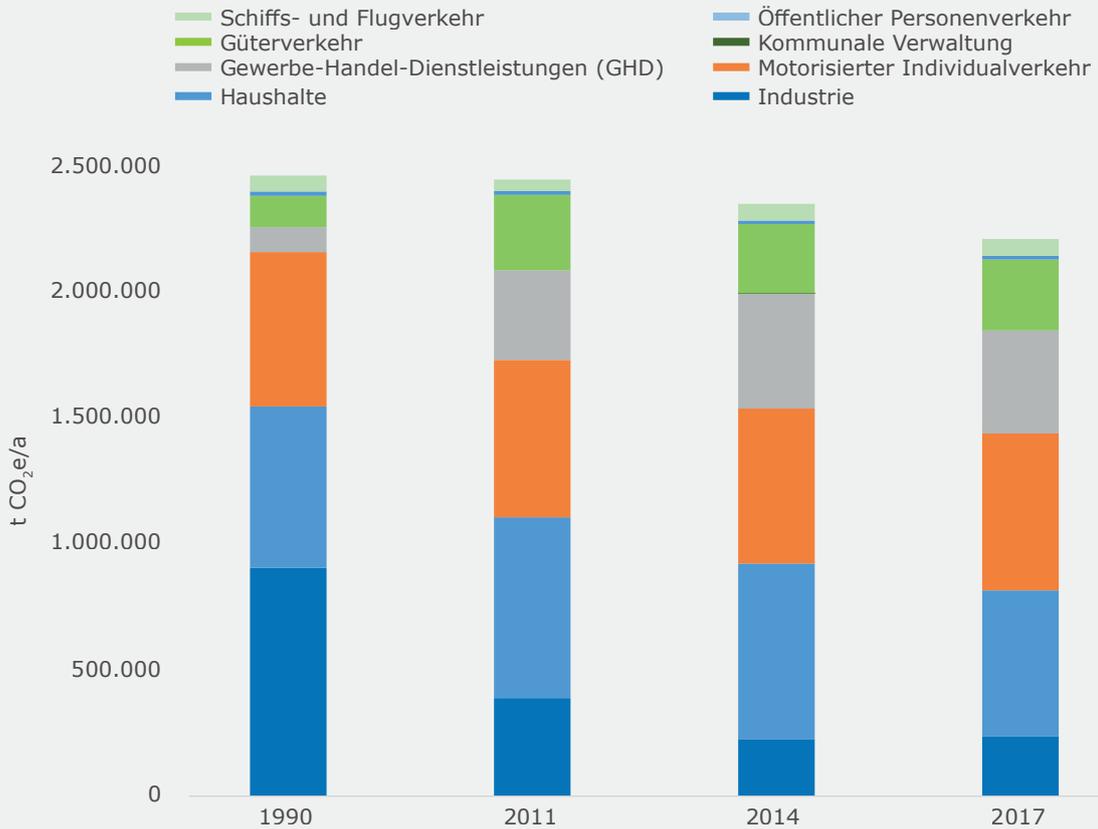


Abbildung 2-5: Jährliche Treibhausgas-Emissionen im Kreis Steinfurt nach Sektoren [14]



Tabelle 2-1: Installierte Leistung und Stromertrag aus erneuerbaren Energien (EE) im Kreis Steinfurt im Referenzjahr 2019 [15]

	Anlagenanzahl	Installierte Leistung (MW _{el})	Jahresarbeit (MWh/a)
Windenergie	283	516,79	930.735
Photovoltaik	16.994	352,62	322.644
Biomasse und Deponiegas	144	57,75	461.992
Summe erneuerbare Energien	17.421	927,15	1.715.371
Strombedarf 2019			2.673.661
Versorgung durch Stromimporte			-958.290

In der Tabelle 2-1 wird die Anlagenanzahl, die installierte Leistung und die Jahresarbeit der auf dem Kreisgebiet installierten erneuerbare Energien-Anlagen (EE-Anlagen) ausgewiesen. Die Daten beziehen sich auf das Basisjahr 2019. Ebenso wird der resultierende Strombedarf als Stromimport (dt. Strommix) dargestellt. Der Kreis Steinfurt konnte im Jahr 2019 den Bruttostrombedarf zu 64,16 % aus erneuerbaren Energien decken. Der Windenergie-Anteil beträgt 34,81 % [15]. Zum Vergleich: Der Windenergie-Anteil am deutschen Strommix im Jahr 2019 betrug 20,9 % [16]. Die Biomasse und Deponiegasanlagen weisen auf dem Kreisgebiet einen Anteil von 17,28 % auf. Im deutschlandweiten Vergleich liegt der Anteil bei 7,8 %. Der Anteil an Strom aus Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) beträgt 12,07 % im Kreis Steinfurt, der Anteil von PV-Strom am gesamten deutschen Strommix lediglich 7,4 % [15, 16].

Die Anteile der EE an der Stromerzeugung liegen auf dem Kreisgebiet mit 64,16 % somit über dem deutschen Bundesdurchschnitt. Zur Veranschaulichung der Werte aus Tabelle 2-1 ist die Menge an produziertem EE-Strom auf dem Kreisgebiet neben dem benötigten Strombedarf aus konventionellen Energieträgern zudem in Abbildung 2-6 anhand eines Säulendiagramms dargestellt. Der resultierende Strombedarf aus konventionellen Energien entspricht der Menge, die für eine Vollversorgung des Sektors Strom mit EE zukünftig noch zusätzlich regenerativ erzeugt werden muss.

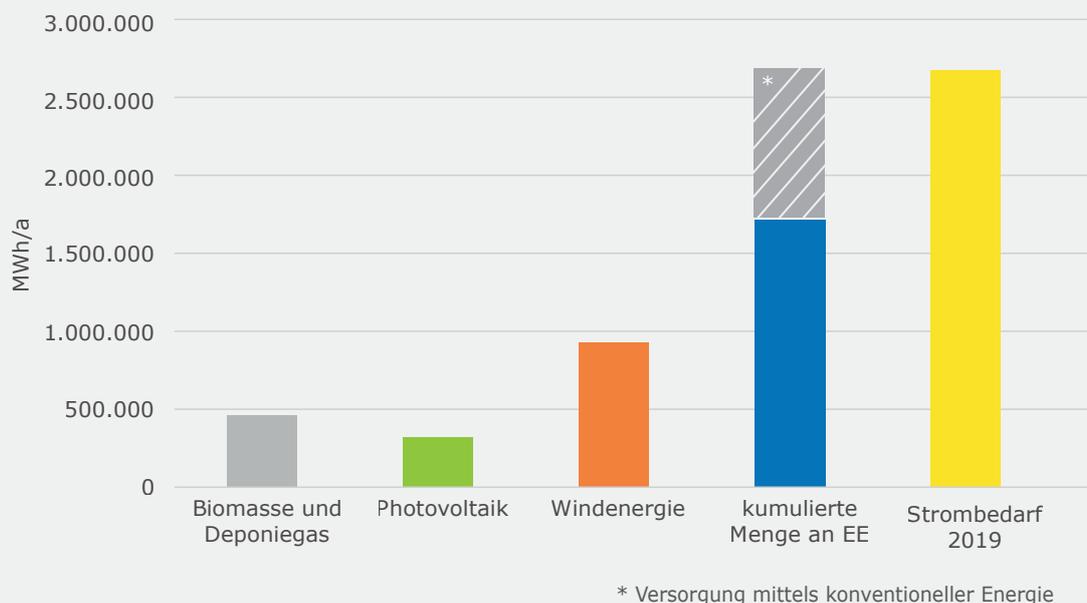


Abbildung 2-6: Stromertrag aus erneuerbaren Energien und Strombedarf für den Kreis Steinfurt im Referenzjahr 2019 [15]

2.3 Einfluss der EEG-Förderung auf die energetische Ausgangssituation

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wird das Ziel verfolgt, den Ausbau erneuerbarer Energien voranzutreiben und zu einer nachhaltigen Energieversorgung des Landes beizutragen. Nach 20 Jahren der Förderung läuft diese und damit die gesetzlich garantierte Vergütung des ins Netz eingespeisten regenerativen Stroms der entsprechenden Anlagen aus. Ein wirtschaftlicher Weiterbetrieb der Anlagen nach EEG-Förderende ist durch neue Vermarktungsmöglichkeiten, z. B. durch den Handel der erzeugten Strommengen an der Strombörse European Energy Exchange (EEX) in Leipzig, eine Direktvermarktung bzw. ein sogenanntes Power Purchase Agreements (PPA) mit einem Vertragspartner möglich. Die aus der Förderung fallenden Anlagen für Windenergie, Photovoltaik und Biomasse/Deponiegas dürfen aufgrund der aktuellen gesetzlichen Regelungen ohne einen Stromliefervertrag allerdings nicht weiter ins öffentliche Netz einspeisen. In diesem Fall reduziert sich mit dem sukzessiven Abschalten auch die kumulierte installierte Leistung erneuerbarer Energien des Kreises Steinfurt. In den Abbildungen 2-7 bis 2-9 wird der Einfluss dieses Effekts auf die installierten Leistungen in den Bereichen Windenergie, Photovoltaik und Biomasse/Deponiegas deutlich. **Hier besteht ein dringender Handlungsbedarf, um die derzeitigen Anteile EE auf dem Kreisgebiet zu erhalten oder auszubauen.**

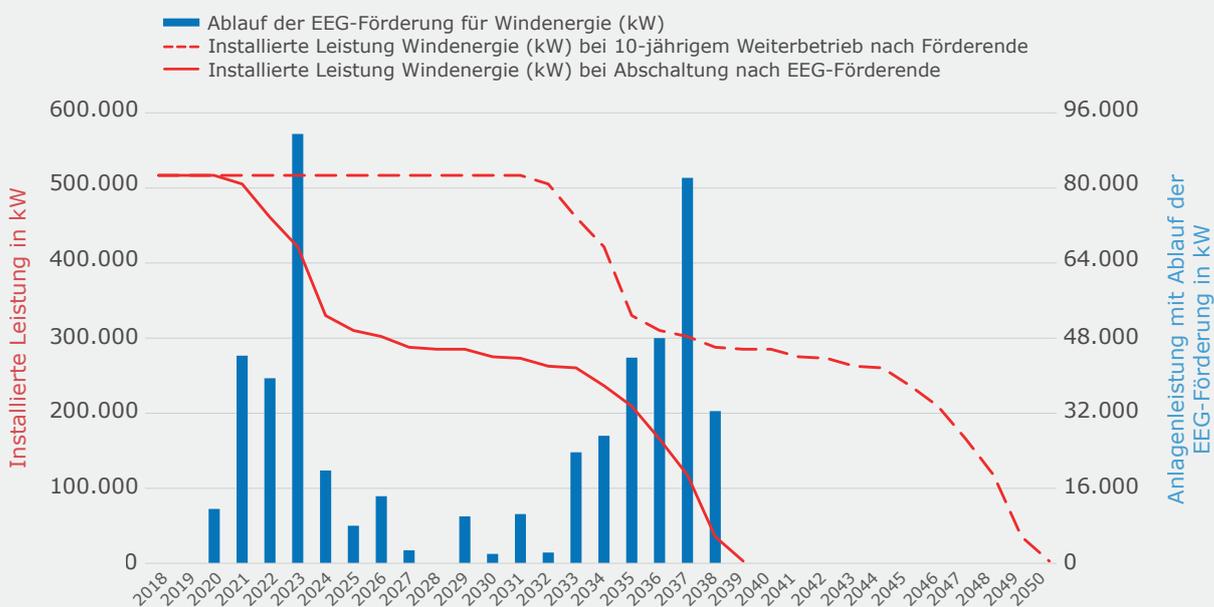


Abbildung 2-7: Einfluss des Ablaufs der EEG-Förderung auf die installierte Leistung der Windenergieanlagen im Kreis Steinfurt (eigene Darstellung auf Basis von [17])

In Abbildung 2-7 wird die Leistung der Windenergieanlagen betrachtet. Darin ist die Anlagenleistung (in kW) von Windenergieanlagen als Säulen aufgetragen, deren EEG-Förderung im jeweiligen Jahr im Zeitraum 2018 bis 2038 ausläuft. Es ist zu erkennen, dass vor allem in den Jahren 2023 und 2037 große Bereiche der Windenergie-Leistung wegfallen werden, sofern für diese Anlagen kein wirtschaftliches Nachnutzungskonzept in Form von abzuschließenden Stromlieferverträgen realisiert wird. Der Einfluss dieser Reduzierung ist anhand der kumulierten installierten Leistung in kW (rote durchgehenden Kurve) ersichtlich, welche im Laufe der nächsten Jahre stark abfällt. Bis 2039 wird die EEG-Förderung für die gesamte installierte Leistung der bestehenden Windenergieanlagen von größer 500.000 kW entfallen.

Wird durch ein Nachnutzungskonzept ein wirtschaftlicher Weiterbetrieb ermöglicht, können diese Anlagen bis zum Ende ihrer Lebensdauer weiterbetrieben werden. In dieser Grafik wird von einer Lebensdauer für Windenergieanlagen von mindestens 30 Jahren ausgegangen [18], welche einen zehnjährigen Weiterbetrieb nach Förderende ermöglicht. Dies führt zu einer angepassten Kurve der installierten Leistung (rot gestrichelt), sodass im Jahre 2030 noch die gesamte installierte Leistung von Windenergieanlagen und 2040 mit 300.000 kW noch mehr als 50 % der Leistung an das öffentliche Netz angeschlossen sein würde. Erst 2050 wären bei dieser Annahme die gesamten heute installierten Windenergieanlagen abgeschaltet. Die Nachnutzung nach dem EEG-Förderende ermöglicht dem Kreis Steinfurt einen größeren Pufferzeitraum, die Anlagen durch Repowering- oder einen Neubau zu ersetzen.

In Abbildung 2-8 ist die Leistung der Photovoltaikanlagen abgebildet. Der Aufbau der Abbildung ist analog zu der vorherig dargestellten Entwicklung im Bereich der Windenergie. Die Anlagenleistung (in kW) von Photovoltaikanlagen wird als Säulen aufgetragen, deren EEG-Förderung im jeweiligen Jahr im Zeitraum 2018 bis 2038 ausläuft.

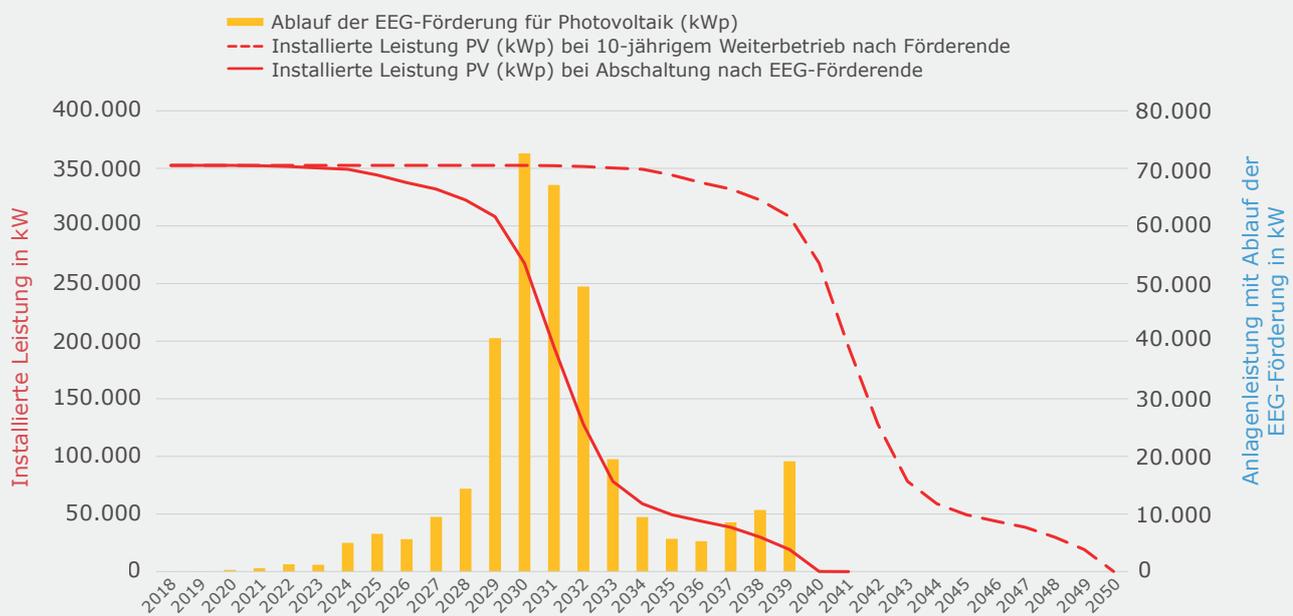


Abbildung 2-8: Einfluss des Ablaufs der EEG-Förderung auf die installierte Leistung der Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) im Kreis Steinfurt (eigene Darstellung auf Basis von [17])

Im Gegensatz zu den Windenergieanlagen lässt sich erkennen, dass die entscheidenden Jahre für Photovoltaik-Anlagen im Zeitraum um 2030 liegen. Verantwortlich für den zeitlichen Versatz ist die abwechselnde Fokussierung auf Photovoltaikanlagen oder Windenergieanlagen in den EEG-Novellen und EEG-Förderperioden. Bei einem Weiterbetrieb der Anlagen nach Förderende bis zum Ende ihrer Lebensdauer wäre es möglich, 2030 die gesamte Leistung von 350.000 kW und 2040 mit 300.000 kW immerhin einen Großteil der Leistung aufrechtzuerhalten. Angenommen wird in dieser Grafik eine Lebensdauer für Photovoltaikanlagen von 30 Jahren [18, 19], was einem zehnjährigen Weiterbetrieb nach Förderende entspricht.

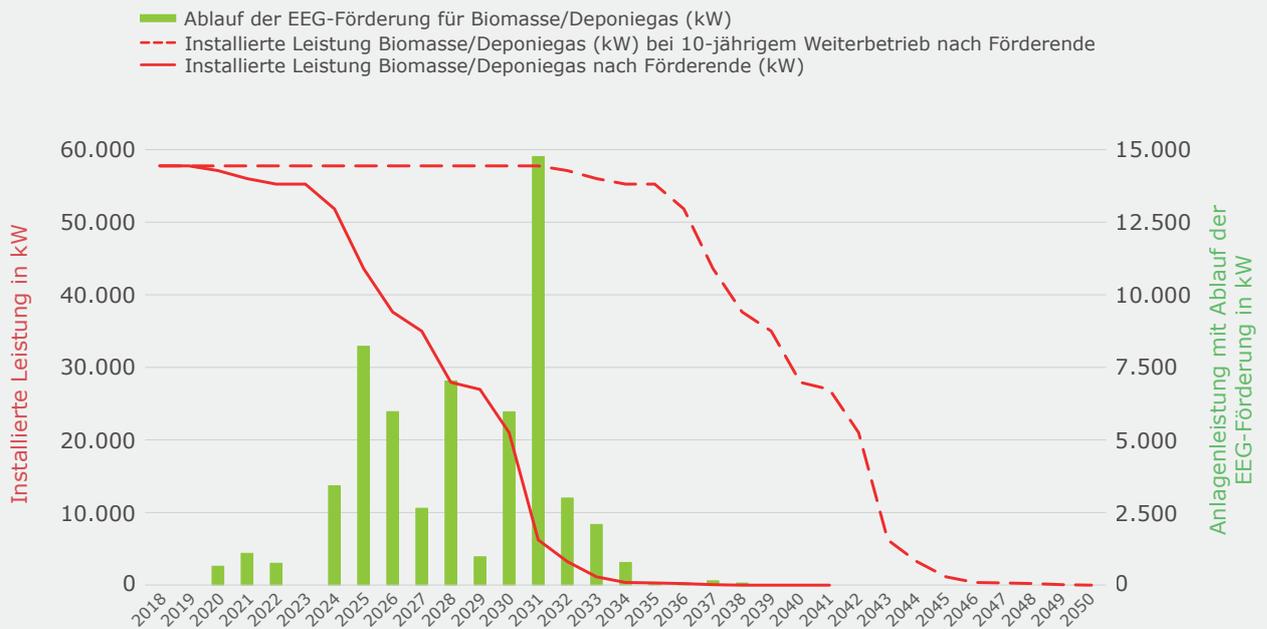


Abbildung 2-9: Einfluss des Ablaufs der EEG-Förderung auf die installierte Leistung der Biomasse-/Deponiegasanlagen im Kreis Steinfurt (eigene Darstellung auf Basis von [17])

Neben Windkraft- und Photovoltaikanlagen sind auch Biomasse-/Deponiegasanlagen, hierunter fallen insbesondere die Biogasanlagen auf dem Gebiet des Kreises Steinfurt, von dem Förderende des EEG betroffen. In Abbildung 2-9 ist anhand der Säulen zu erkennen, dass insbesondere im Jahr 2031 für fast 15.000 kW der jetzigen installierten Anlagenleistung die EEG-Förderung ausläuft.

Bereits ab 2024 sind starke Rückgänge der installierten Leistung (rote Kurve) zu erkennen, sodass bis 2040 keine nennenswerte Anlagenleistung aus Biomasse-/Deponiegasanlagen zur Verfügung stehen würde, wenn kein Weiterbetrieb nach dem Förderungsende erfolgt. Die Verschiebung des Förderendes um zehn Jahre ermöglicht eine Verzögerung dieser Entwicklung. Damit würde im Jahr 2030 die gesamte Leistung mit 60.000 kW weiter zur Verfügung stehen. Im Jahr 2040 würden noch ca. die Hälfte der heutigen installierten Leistung für die regenerative Strom- und vor allem Wärmeproduktion, zur Verfügung stehen.

Für die weiteren Berechnungen wird davon ausgegangen, dass es gelingt, die Energiebereitstellung der existierenden Windenergieanlagen, der PV-Anlagen und der Biomasseanlagen um zehn Jahre auf dem bestehenden Niveau zu verlängern. Inhaltlich ist dies in Maßnahme 17 beschrieben. Sollte das Niveau der Energiebereitstellung dieser Anlagen nicht gehalten werden können, müssten Neuanlagen in entsprechendem Umfang zusätzlich errichtet werden.



3 Methodische Vorgehensweise

3 Methodische Vorgehensweise

Die in dem folgenden Kapitel in den Szenarien definierten Maßnahmen dienen dem Ziel einer Treibhausgasmin- derung auf dem Gebiet des Kreises Steinfurt. Sie sind gemessen an den bisherigen Aktivitäten und der Zielerrei- chung definiert worden. Ihre Darstellungsweise sowie Berechnungsgrundlagen werden im Folgenden erläutert.

Zur einheitlichen Darstellung und abschließenden Bewertung ist eine objektive Methodik erstellt worden. Die Darstellungsweise der Maßnahmen erfolgt anhand von insgesamt fünf Kategorien. Die einzelnen Kategorien sind in der Abbildung 3-1 dargestellt und umfassen die Umsetzbarkeit (Kreisdiagramm), die Kosten (der Maßnahme) in Euro, die Spezifischen Kosten in Euro pro eingesparter Tonne Kohlenstoffdioxid-Äquivalent, die regionale Wertschöpfung in Euro sowie die vermiedenen jährlichen THG-Emissionen in Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äqui- valent pro Jahr.

Übergeordnet erfolgt eine Zuordnung der Maßnahme zu den bekannten Sektoren Strom, Wärme und Mobilität anhand der unten in Abbildung 3-1 abgebildeten Symbole. Darüber hinaus werden Maßnahmen, die mehrere Sektoren betreffen oder nicht durch die vorherigen abgedeckt werden, unter dem Begriff Umwelt und sonstige Faktoren (orangenes Symbol) vereint.

Maßnahme X - Beispielmaßnahme

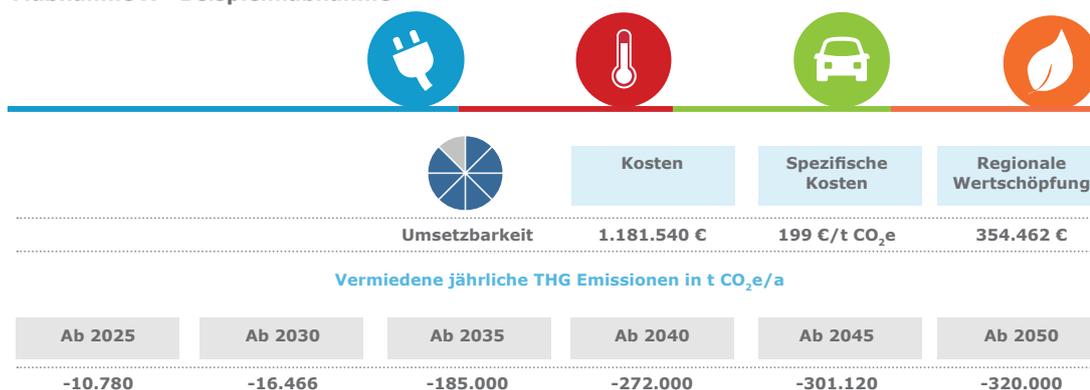


Abbildung 3-1: Der Maßnahmensteckbrief als Bewertungsmatrix der definierten Maßnahmen im Masterplan Klimaschutz 2.0 mit einer Beispielmaßnahme

Die Umsetzbarkeit einer einzelnen Maßnahme wird mittels eines Kreisdiagramms dargestellt. Dieser Parameter setzt sich aus folgenden Bewertungskriterien zusammen:

**Welche Maßnahmen müssen in welcher Konsequenz umgesetzt werden?
 Unter welchen Rahmenbedingungen lassen sich die Ziele erreichen?
 Liegen die für die Zielerreichung benötigten Ressourcen in der Beeinflussbarkeit des Kreises Steinfurt?**

Die vermiedenen THG-Emissionen der einzelnen Maßnahmen beruhen auf Potenzialermittlungen, die vom Amt für Klimaschutz und Nachhaltigkeit des Kreises Steinfurt in Auftrag gegeben wurden, Einschätzungen aus Studien und Vorgänger-Projekten der FH Münster, wissenschaftlichen Veröffentlichungen sowie weiteren Studien. Eine Übersicht der einzelnen Quellen ist der jeweiligen Maßnahmentabelle, den Anhängen bzw. in umfangreicher Form dem Literaturverzeichnis zu entnehmen. Bei allen verwendeten Literaturquellen wurde besonderer Wert auf die Aussagekraft für den Kreis Steinfurt gelegt. Bei der Bestimmung der vermiedenen jährlichen THG-Emissionen wurde dabei wie folgt verfahren:

1. Berechnung der aktuellen Emission gemäß der THG-Emissionsfaktoren im Ist-Zustand.
2. Ermittlung des THG-Minderungspotentials.
3. Berechnung der zukünftigen Emissionen durch die Differenz aus eingesparten THG-Emissionsfaktoren im Ist-Zustand und dem Wert der zukünftigen THG-Emissionsfaktoren. Bspw. wird im Fall des PV-Ausbaus im Jahr 2021 der Emissionsfaktor des deutschen Strommix eingespart und durch den Emissionsfaktor für Strom aus Photovoltaikanlagen substituiert. Aus diesem Delta, multipliziert mit der verbrauchten Strommenge, ergeben sich die vermiedenen jährlichen THG-Emissionen im jeweiligen Betrachtungsjahr einer Periode.

Die verwendeten Emissionsfaktoren werden im Anhang 1 tabellarisch aufgeführt. Wann das jeweilige maximale THG-Minderungspotenzial einer konkreten Maßnahme erreicht wird, ist dem jeweiligen Maßnahmensteckbrief zu entnehmen.

Die dargestellten Kosten umfassen in der Regel die Investitions- und kumulierten Betriebskosten. Diese wurden im Rahmen einer Literaturrecherche für jede einzelne Maßnahme ermittelt. Hieraus folgt in Verbindung mit den prognostizierten und über die Jahre kumulierten eingesparten THG-Emissionen der Wert für die spezifischen Kosten.

Zur Bewertung des kommunal- und privatwirtschaftlichen Mehrwerts der geplanten Masterplan-Maßnahmen werden die maximal erreichbaren regionalen Wertschöpfungseffekte ausgewiesen. Zur Berechnung ist die Annahme getroffen worden, dass direkte Effekte, die im Kreis Steinfurt bilanziert werden können, angerechnet werden. Dies umfasst z.B. die Prozessschritte *Errichtung* sowie *Betrieb und Wartung* [20]. Für die wissenschaftliche Grundlage der Berechnung ist auf eine vorhandene Studienlage zurückgegriffen worden. Wenn bei einer Maßnahme keine direkte Berechnung möglich ist, werden die derzeitigen Finanzflüsse für die konventionellen Energieträger als Wertschöpfung bewertet. Der Umstieg auf regenerative Energieträger ermöglicht es, dass diese Investitionen regional im Kreis Steinfurt verbleiben. Analog zu den Wertschöpfungseffekten werden auch die neu geschaffenen Arbeitsplätze, ausgewiesen als Vollzeitbeschäftigungsverhältnisse (VZÄ), berechnet. Die Grundlage für die Berechnung bilden ebenfalls wissenschaftliche Studien. Auf eine ausführliche Darstellung der Quellen für die Kosten und Berechnung der regionalen Wertschöpfung wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Maßnahmensteckbriefen verzichtet. Diese sind allerdings ausführlich in einer Tabelle im Anhang 2 aufgelistet.

Durch die gemeinsame Betrachtung der umfangreichen und verschiedenen Bewertungskategorien kann eine Priorisierung der Maßnahmen nach Anwenderwunsch durchgeführt werden. Je nach Anwendungsfall und Zeithorizont kann eine andere Bewertung erforderlich sein.



Die verwendeten THG-Emissionsfaktoren werden im Anhang 1 dargestellt

4 Szenarien-Entwicklung für die Jahre 2050 · 2040 · 2030

4.1 Szenario I - THG- Neutralität bis 2050

4.2 Szenario II - THG-Neutralität bis 2040

4.3 Szenario III - THG-Neutralität bis 2030



Quelle: lovelyday12 | stock.adobe.com

4 Szenarien-Entwicklung für die Jahre 2050 · 2040 · 2030

Das Jahr 2050 ist der von der Bundesregierung definierte Endpunkt des Masterplanprozesses und damit auch der Bilanzierung. Das Ziel ist das Erreichen der THG-Neutralität bis zu diesem Zieljahr. Der Begriff der **THG-Neutralität** ist per Definition das Absenken der THG-Emissionen bis 2050 um 95 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 [1]. Für den Kreis Steinfurt bedeutet das 95 %-Ziel bis 2050 eine maximal erlaubte jährliche Nettoemission von 123.149,77 t CO₂e/a.

Im Rahmen der vorliegenden Studie soll auch geprüft werden, ob und mit welcher Konsequenz bei der Umsetzung der vorgestellten Maßnahmen das 2050er-Ziel bereits 2040 oder sogar im Jahr 2030 erreicht werden kann. Hieraus leiten sich die in diesem Kapitel vorgestellten Szenarien ab, die die Auswirkung der vorgestellten Maßnahmen und weiteren Entwicklungen abschätzen:

- ▼ **Szenario I:** Klimaschutzziele werden erreicht – Ziele werden im Jahr 2050 realisiert
- ▼ **Szenario II:** Klimaschutzziele werden übertroffen – Ziele aus 2050 werden bereits im Jahr 2040 realisiert
- ▼ **Szenario III:** Klimaschutzziele werden weit übertroffen – Ziele aus 2050 werden bereits im Jahr 2030 realisiert

Zudem wird im Folgenden ein Szenario 0 (Trendfortführung) grafisch dargestellt. Hierbei wird die bisherige Entwicklung der THG-Emissionen im Kreis Steinfurt betrachtet. Maßgeblich ist der Zeitraum seit Veröffentlichung des letzten Masterplans, also der Zeitraum von 2014 bis 2017. Hiermit wird untersucht, inwiefern die bisherige Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung der THG-Emissionen auf dem Kreisgebiet erfolgreich gewesen ist und ob eine Trendfortführung ausreicht, um die ambitionierten Vorgaben der Bundesregierung und der EU zu erreichen.

Die drei weiteren Szenarien wurden auf Grundlage der folgenden Fragestellung entwickelt:

Wie können die THG-Emissionen im jeweiligen Betrachtungszeitraum um 95 % verringert werden?

Das Szenario I untersucht hierbei eine Umsetzung der Maßnahmen in unterschiedlicher Ausprägung bis zum Jahr 2050, in dem das Ziel der THG-Neutralität erreicht sein muss. Dieses Szenario folgt also den Zielen der EU sowie der Bundesregierung. Darüber hinaus wird im Szenario II dargestellt, wie die Handlungsempfehlungen und Maßnahmen eine THG-Neutralität im Jahr 2040 bewirken könnten. Im Szenario III wird untersucht, durch welches konsequentes Vorgehen das 95 % Ziel im Jahr 2030 durch die bekannten Maßnahmen erreicht werden kann.

Folgende Teilaspekte wurden für jedes Szenario ermittelt und werden in den folgenden Unterabschnitten für jedes Szenario dargestellt:

- a. Tabelle mit Ereignissen und Annahmen (externe Einflussnahme)
- b. Diagrammdarstellung aller Szenarien in einer einleitenden Grafik
- c. Beschreibung der einzelnen Szenarien
- d. Diagrammdarstellung mit dem THG-Minderungspotenzial pro Sektor
- e. Umgesetzte Maßnahmen in den einzelnen Szenarien mit den eingesparten Emissionen

Die in den Szenarien umgesetzten Maßnahmen sind in allen Szenarien gleich und sind in der Tabelle 4-1 bis Tabelle 4-4 dargestellt. Sie bestehen aus 17 Maßnahmen, die gemäß der in Kapitel 3 erläuterten Methodik das größte THG-Minderungspotenzial oder aber eine hohe Umsetzbarkeit besitzen.





Tabelle 4-1: Die Maßnahmen aus dem Sektor Strom

PV-Ausbau auf allen öffentlichen Gebäuden	
PV-Ausbau auf privaten Gebäuden	
PV-Ausbau auf Gewerbegebäuden	
PV-Freiflächen-Ausbau (entlang Bundesautobahnen/Bundesstraßen/Bahntrassen)	
Ausbau der Windenergie	
Versorgung aller öffentlichen Gebäude mit Strom aus erneuerbaren Energien	
Ausbau der Marke „Unser Landstrom“ (Sicherung der Post-EEG Anlagen)	

Tabelle 4-2: Die Maßnahmen aus dem Sektor Umwelt und Sonstige

Energieeffiziente Abwasserbeseitigung im Kreis Steinfurt	
CO ₂ -Minderungs-Gutschein	
Pflanzung von Wäldern und Wallhecken	



Tabelle 4-3: Die Maßnahmen aus dem Sektor Wärme

Umstieg von fossilen Heizungen auf alternative Energieträger in Bestandsgebäuden	
Erhöhung der Sanierungsrate von Bestandsgebäuden	
Anschluss aller öffentlichen Gebäude an regenerative Wärmenetze / Umstieg auf regenerative Energieträger	
Installation von Wärmenetzen in unmittelbarer Nähe von vorhandenen Biogasanlagen	

Tabelle 4-4: Die Maßnahmen aus dem Sektor Mobilität

Klimaneutraler ÖPNV	
Ausbau des Carsharings mit Elektroantrieb im urbanen Raum	
Klimaneutrale PKW-Flotten in den Kommunen und auf Kreisebene - Umrüstung auf BEV	

Für alle Szenarien sind allerdings nicht nur die umzusetzenden Maßnahmen essenziell, sondern auch die Rahmenbedingungen², die in den folgenden Jahrzehnten bis zum Eintreffen des Zieljahres eintreten (können) und ebenfalls einen Einfluss auf die Entwicklung der THG-Emissionen haben. Diese Rahmenbedingungen und Annahmen werden in einer Tabelle am Ende des Anhangs dargestellt. Sie bilden die Einschätzung von verschiedenen Experten und Studien ab.

Die Entwicklung der THG-Emissionen (in t CO₂e/a) ist für alle Szenarien in der Abbildung 4-1 zusammengefasst visualisiert. Die Trendfortführung greift in dieser Abbildung die Entwicklung seit der Veröffentlichung des Masterplan aus dem Jahr 2013 auf. Dabei wird die andauernde Reduzierung der THG-Emissionen für den Zeitraum bis 2050 prognostiziert. Diese Prognose berücksichtigt zunächst keine weiteren Maßnahmen aus diesem Masterplan. Ziel ist es, die aktuelle Entwicklung auf die Zieljahre 2030 / 2040 / 2050 zu projizieren und ein Verständnis für die Notwendigkeit weiterer THG-Minderungsmaßnahmen im Kreis Steinfurt zu bekommen. Externe Faktoren, wie bspw. der steigende Anteil an Elektro- und Wasserstoffmobilität im Verkehrssektor werden in der Trendfortführung eingerechnet [22, 23].

Eine Trendfortführung reicht, wie aus Abb. 4-1 ersichtlich, nicht aus, um das Ziel der weitgehenden THG-Neutralität zu erreichen.

In den dargestellten Szenarien I-III wird das Ziel der THG-Neutralität dagegen erreicht (siehe Abbildung 4-1). Die hierfür umzusetzenden Maßnahmen werden in den folgenden drei Abschnitten hinsichtlich ihres Einflusses und der benötigten Umsetzungspfade in Form der Maßnahmensteckbriefe dargestellt.

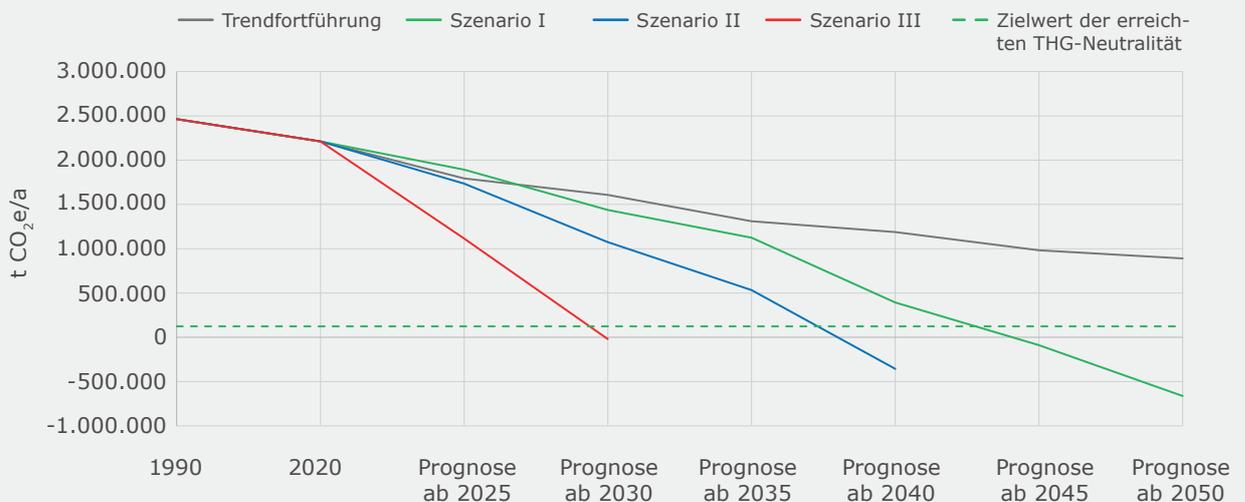


Abbildung 4-1: Entwicklung der THG-Emissionen (in t CO₂e/a) in den Szenarien I-III

² Diese Rahmenbedingungen und Annahmen betreffen z. B. die nicht vollständig durch den Kreis Steinfurt beeinflussbare Umstellung der im Mobilitätssektor verwendeten Energieträger.

4.1 Szenario I - THG- Neutralität bis 2050

Im Szenario I - THG-Neutralität bis 2050 wurde eine Umsetzung der Maßnahmen in unterschiedlicher Ausprägung bis zum Jahr 2050 untersucht. Dieses Szenario folgt den Zielen der EU sowie der Bundesregierung eine THG-Neutralität bis zum Jahr 2050 herzustellen. Wie zu Beginn des Kapitels 4 in Abbildung 4-1 erkennbar ist, werden diese Ziele durch die gewählten Maßnahmen erreicht bzw. übertroffen. Bei Umsetzung der Maßnahmen erreicht der Kreis Steinfurt bis zum Jahr 2050, unter den im Anhang genannten Bedingungen, die THG-Neutralität und senkt seine THG-Emissionen gegenüber 2017/2020 um ca. 2.720.523 t CO₂e/a, sodass der Kreis Steinfurt bei vollständiger Potenzialausschöpfung eine CO₂-Senke darstellt.

Die hierzu umzusetzenden Maßnahmen werden im Folgenden hinsichtlich ihres Einflusses und der in Kapitel 4 erläuterten Parameter dargestellt. Hierbei ist einschränkend zu nennen, dass zwar durch die Maßnahmen eine THG-Neutralität erreicht wird, aber der Kreis Steinfurt maßgeblich von Entwicklungen im Bereich der Mobilität profitiert. Der Anteil der durch den Kreis Steinfurt beeinflussbaren Maßnahmen in den Sektoren Strom, Wärme, Mobilität sowie Umwelt und sonstigen Faktoren ist in der Abbildung 4-2 abgebildet. **Demnach bietet das größte Einsparungspotenzial der Sektor Strom, gefolgt vom Sektor Wärme.** Der Einfluss der Mobilität liegt in absoluten Zahlen zwar in der Größenordnung des Sektors Wärme, doch ist dieser Anteil als nicht direkt beeinflussbarer grauer Teilbereich dargestellt. Dies umfasst Effizienzsteigerungen durch den Umstieg von fossilen Kraftstoffen auf alternative Antriebe, wie die Elektromobilität bzw. den Umstieg auf den Energieträger Wasserstoff, der deutschlandweit bis 2050 stattfinden soll [22, 23]. Die hiermit einhergehenden Minderungen der THG-Emissionen sind, ausgenommen Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) oder eigene PKW-Flotten, nicht durch den Kreis Steinfurt beeinflussbar. Die getroffenen Annahmen dieser Entwicklung beruhen auf Berechnungen und Annahmen der FH Münster auf Grundlage verschiedener Studien, insbesondere der Studie *eMobil 2050* [23].



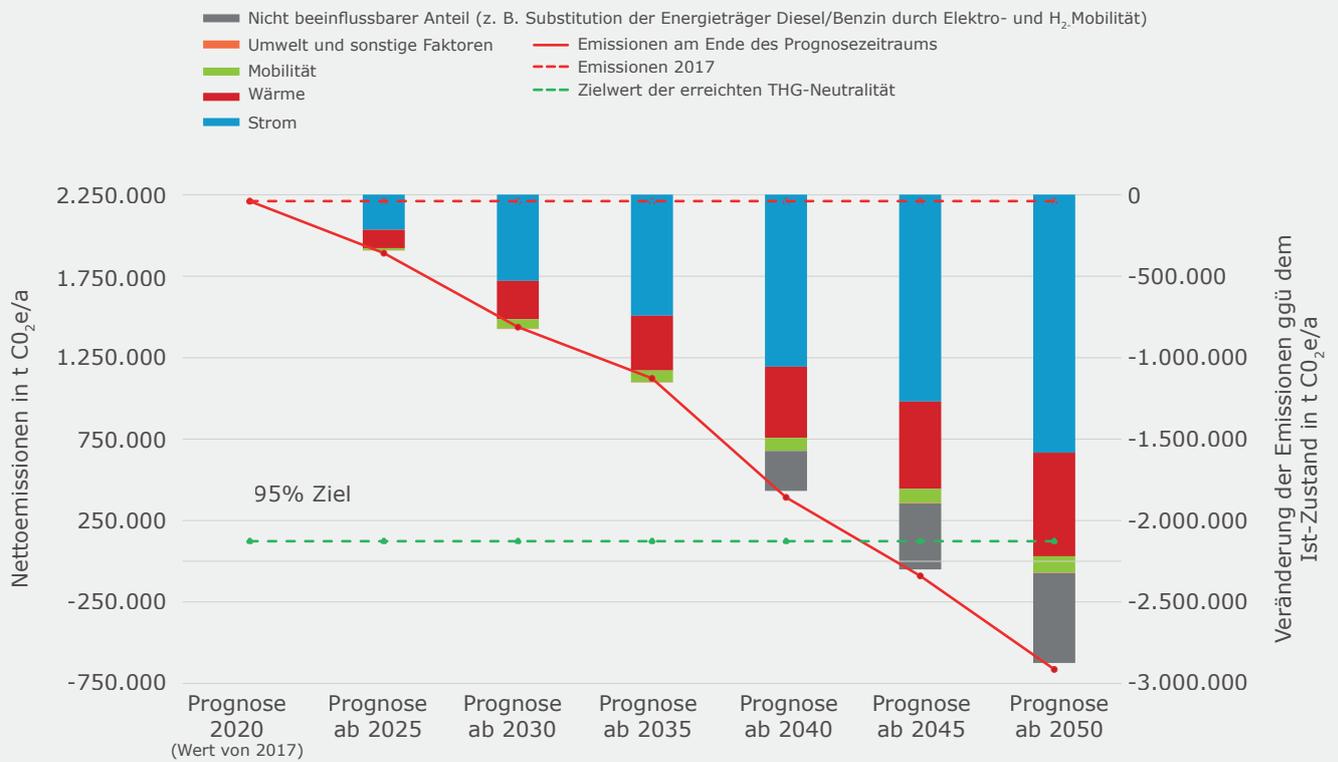


Abbildung 4-2: Verlauf der THG-Emissionen im Szenario I gemäß den einzelnen übergeordneten Sektoren

Im Folgenden werden die 2050 umgesetzten Maßnahmen gemäß der in Kapitel 3 erläuterten Maßnahmensteckbriefe vorgestellt. Zudem werden die zur Umsetzung benötigten Notwendigkeiten unterhalb der Maßnahme dargestellt.

Maßnahme 1 - PV-Ausbau auf allen öffentlichen Gebäuden



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung	
 Umsetzbarkeit		163.065.000 €	134 €/t CO ₂ e	127.190.700 €	
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-5.489	-10.978	-16.466	-21.955	-27.444	-32.933
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV					
3,62 MW _p /a					

Bemerkung: Ausbau von 108,71 MW_p bis 2050 auf öffentlichen Gebäuden und Schulen [24].

Maßnahme 2 - PV-Ausbau auf privaten Gebäuden (Förderung durch Anreizwettbewerbe oder Sensibilisierung für Contracting-Lösungen)



					
Umsetzbarkeit					
Kosten		Spezifische Kosten		Regionale Wertschöpfung	
2.207.325.000 €		134 €/t CO ₂ e		1.726.393.781 €	
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO ₂ e/a					
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-91.334	-182.668	-274.002	-365.336	-456.670	-548.004
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV					
49,05 MW _p /a					

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials auf Wohngebäuden bis 2050 (Zubau von 1.471,55 MW_p) [24].

Maßnahme 3 - PV-Ausbau auf Gewerbegebäuden (Förderung durch Anreizwettbewerbe oder Sensibilisierung für Contracting-Lösungen)



					
Umsetzbarkeit					
Kosten		Spezifische Kosten		Regionale Wertschöpfung	
1.181.540.000 €		89 €/t CO ₂ e		862.838.621 €	
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO ₂ e/a					
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-73.311	-146.622	-219.934	-293.245	-366.556	-439.867
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV					
39,38 MW _p /a					

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials auf Gewerbegebäuden bis 2050 (Zubau von 1.181,54 MW_p) [24].

Maßnahme 4 - PV-Freiflächen-Ausbau (entlang Bundesautobahnen/Bundesstraßen/Bahntrassen)



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	520.000.000 €	72 €/t CO ₂ e	418.734.000 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-43.852	-87.703	-131.555	-175.407	-219.258	-263.110
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV					
21,67 MW _p /a					

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials entlang BAB, Bundesstraßen und Bahntrassen bis 2050 (Zubau von ca. 650 MW_p) [24].

Maßnahme 5 - Ausbau der Windenergie



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	542.304.943 €	60 €/t CO ₂ e	401.305.658 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-49.775	-99.550	-99.550	-199.100	-199.100	-298.649
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau Windenergie					
12,06 MW/a					

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten Windenergie-Potenzials. Der Wert des Potenzials beruht auf eigenen Berechnungen der FH Münster, die sich auf die Datenlage einer Studie für den Kreis Steinfurt bezieht [19, 25, 26]. Das berechnete Gesamtpotenzial beträgt in diesem Fall 362 MW (Annahme: Jede zugebaute WEA hat eine Leistung von 4 MW) und wird bis 2050 ausgeschöpft [19].

Maßnahme 6 - Versorgung aller öffentlichen Gebäude mit Strom aus erneuerbaren Energien



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	*	*	783.582 €

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-1.195	-1.195	-1.195	-1.195	-1.195	-1.195

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme

Umstellung der Stromversorgung in den öffentlichen Gebäuden auf EE-Strom (durch Eigenerzeugung und Bezug des zusätzlich benötigten Stroms aus EE-Anlagen, bspw. der Marke Unser Landstrom).

Bemerkung: Das Potenzial entspricht dem Strombedarf aller Gebäude des Kreises Steinfurt [27].

* Nicht ausweisbar, bzw. abhängig davon, ob eine Investition in eigene Erzeugungsanlage oder lediglich ein Wechsel zu einem regenerativen Stromtarif realisiert wird.

Maßnahme 7 - Umstieg von fossilen Heizungen auf alternative Energieträger in Bestandsgebäuden (Umstieg von Öl- auf Pellet-Heizungen)



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	796.538.553 €	106 €/t CO ₂ e	92.102.670 €

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-93.195	-186.390	-279.585	-372.780	-465.975	-559.170

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - zu ersetzende Anlagenanzahl pro Jahr

909

Bemerkung: Ausschöpfung des gesamten Potenzials, also der Ersatz alter Ölheizungen durch regenerative Energieträger. Als Berechnungsbeispiel dient in dieser Maßnahme der Umstieg von Öl- auf Pellet-Heizungen bis zum Jahr 2050 auf Basis der Feuerstätten gemäß den Schornsteinfegerdaten des Kreises Steinfurt [28].

Maßnahme 8 - Erhöhung der Sanierungsrate von Bestandsgebäuden



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	1.545.989.400 €	1.891 €/t CO ₂ e	695.695.230 €

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-13.459	-24.701	-31.509	-38.317	-45.125	-51.933

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - zu sanierende Gebäude (Anzahl/Jahr)

Bis 2030	Ab 2030
1.116	648

Bemerkung: Ausschöpfung des gesamten Potenzials, d. h. eine Sanierung aller Gebäude aus der Altersklasse 1979-1990 und 1991-2000 bis zum Jahr 2050 auf mindestens jetzigen KfW-Effizienzhaus 70-Standard. Das maximale Potenzial entspricht nach Neubau IT.NRW 3.435.532 Quadratmetern Wohnfläche bzw. 24.133 Wohn- und Nichtwohngebäude [29].



Maßnahme 9 - Anschluss aller öffentlichen Gebäude an regenerative Wärmenetze / Umstieg auf regenerative Energieträger



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	*	*	225.716 €

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-263	-263	-263	-263	-263	-263

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme

Umstellung der Wärmeversorgung in den öffentlichen Gebäuden, die mit Erdgas beheizt werden, auf eine Versorgung mit Fernwärme z. B. aus regenerativen Wärmenetzen, Wärmepumpen, Pelletheizungen o. ä. ab 2030

Bemerkung: Das Potenzial entspricht dem Wärmebedarf aller Gebäude des Kreises Steinfurt [27]. Da hiervon 45 % der beheizten Fläche mit Erdgas versorgt werden [27], wird nur dieser Anteil als Potenzial betrachtet. In der Berechnung wird der Energieträger Erdgas durch Fernwärme (aus z. B. Biogas) substituiert.

*Nicht ausweisbar

Maßnahme 10 - Installation von Wärmenetzen in unmittelbarer Nähe von vorhandenen Biogasanlagen



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	20.000.000 €	36 €/t CO ₂ e	600.000 €/a

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-6.211	-24.845	-24.845	-24.845	-24.845	-24.845

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - Anschluss der potenziellen Abnehmer an das Wärmenetz (%)

2021-2025	Bis 2030
25 %	75 %

Bemerkung: Die Wärmeinsel-Biogasanlage wird an den Standorten Greven 141, Steinfurt 138, Altenberge 122 und Rheine zu einem regenerativen Wärmenetz ausgebaut. Potenzielle Abnehmer sind alle in einer Entfernung kleiner 1.000 m zu den ausgewiesenen Biogasanlagen [30]. Annahme bei der Berechnung der THG-Maßnahmen: Im Zeitraum 2021-2025 wurde das Wärmenetz gebaut und 25 % der Nutzer sind bereits angeschlossen. Der vollständige Ausbau wird bis 2030 realisiert und bietet den genannten Biogasanlagen ein Nachnutzungskonzept über den Zeitraum der EEG-Förderung hinaus.

Maßnahme 11 - Klimaneutraler ÖPNV



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	218.017.000 €	134 €/t CO₂e	14.141.244 €

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
	-12.522	-57.119	-71.408	-78.549	-86.404	-99.987

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Beschaffung und Betrieb von Wasserstoff-Fahrzeugen (Einheit Fahrzeugbestand in Betrieb im Zeitraum)

	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
Kleinbusse	5	15	25	28	30	30
Solobusse	2	10	23	26	28	40
Gelenkbusse	29	145	200	200	200	200
Reisebusse	1	10	23	26	28	40
Züge	5	15	15	15	15	15

Bemerkung: Umsetzung der Maßnahme gemäß des Wasserstoff-Feinkonzepts „Treibstoff der Zukunft-Grüner Wasserstoff mobilisiert das energieland2050“ [31] und Steigerung bis 2050 gemäß [19].

Maßnahme 12 - Ausbau des Carsharings mit Elektroantrieb im urbanen Raum



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	1.800.000 €	468 €/t CO₂e	36.358 €/a

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-82	-164	-164	-164	-164	-164

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme

Mittelfristig werden bis 2025 zehn und ab 2030 mindestens 20 Carsharing-Fahrzeuge in den größten Städten des Kreises Steinfurt eingesetzt.

Bemerkung: Angenommen wird eine Laufleistung von 10.000 km pro Fahrzeug und Jahr. Ein Carsharing-Fahrzeug substituiert sieben private Fahrzeuge [19], die ausschließlich mit EE-Strom geladen.

Maßnahme 13 - Klimaneutrale PKW-Flotten in den Kommunen und auf Kreisebene - Umrüstung auf BEV



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	1.260.000 €* 100%	182 €/t CO ₂ e	111.300 €/a
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-266	-266	-266	-266	-266	-266

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Beschaffung von BEV für die kommunale PKW-Flotte

Annahme von 100 PKW in den Kommunen und auf Kreisebene, die ab 2025 von Dieselfahrzeugen auf BEV umgestellt werden.

Bemerkung: Angenommen wird bei der Berechnung eine jährliche Laufleistung von 15.000 km, eine Nutzungsdauer von 10 Jahren und eine Beladung der Elektrofahrzeuge mit 100 % EE-Strom [19].

* Die Kosten entsprechen den Mehrkosten eines BEV gegenüber Fahrzeugen mit Diesel- oder Otto-Kraftstoff bis zum Ende des Betrachtungszeitraums.

Maßnahme 14 - Energieeffiziente Abwasserbeseitigung im Kreis Steinfurt (Schaffung einer Plattform: Kreisweite Zusammenarbeit aller kommunalen Kläranlagen)



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	350.000 € 100%	8 €/t CO ₂ e	1.239.833 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-1.649	-1.658	-1.659	-1.651	-1.651	-1.651

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme bis 2025 und fortlaufend

Durchführen von Maßnahmen zur Herstellung der Energieeffizienz von Abwasseranlagen im Kreis. Es könnten z. B. Workshops mit den Betreibern und Experten durchgeführt werden, um das Bewusstsein für Energieeffizienzmaßnahmen zu stärken. Das Schaffen von finanziellen Anreizen zur Umsetzung von identifizierten Maßnahmen durch den Kreis/die Kommunen ist ebenfalls denkbar.

Bemerkung: Als Annahme gilt bei der Berechnung eine Energieeffizienz von ca. 7,8 kWh/Einwohner und Jahr [17].

Maßnahme 15 - CO₂-Minderungs-Gutschein (Anreizsystem für die Erhöhung von energieeffizienten Produkten o. ä.)



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	375.000 €	40 €/t CO ₂ e	375.000 €

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-117	-234	-351	-468	-585	-702

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - Ausgegebene Gutscheine (Anzahl/Jahr)

500

Bemerkung: Nach dem Vorbild des Wiener Energie Programms *Effizienz für mich* [32] wird der Austausch von Waschmaschine, Wäschetrockner, Kühlschrank oder Geschirrspüler hin zu der aktuell energiesparsamsten Energieeffizienzklasse belohnt. Der Neukauf wird pro Gerät mit einem Energieeffizienz-Gutschein (als STEINFURT GUTSCHEIN, bzw. angepasst an die jeweilige Kommune) in Höhe von 25 Euro gefördert, wenn der Kauf des Gerätes lokal im Kreis Steinfurt erfolgt. Pro Jahr wird das Programm auf 500 Gutscheine (12.500 €) begrenzt und durch die Energieeffizienz THG-Emissionen gespart bzw. der Endenergiebedarf gesenkt.

Maßnahme 16 - Pflanzung von Wäldern und Wallhecken



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	17.500 €	15 €/t CO ₂ e	34.608 €

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
-22	-33	-44	-55	-65	-76

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - Pflanzung von Wald und Wallhecken (in ha)

Bis 2025	Bis 2030	Bis 2035	Bis 2040	Bis 2045	Bis 2050
2	1	1	1	1	1

Bemerkung: Zubau von Wallhecken und Wäldern (insgesamt 7 ha bis 2050).

Maßnahme 17 - Ausbau der Marke „Unser Landstrom“ (Sicherung der Post-EEG Anlagen durch PPA o. ä.)



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung	
	Umsetzbarkeit	*	*	36 €/MWh	
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Installierte Leistung, die durch die Marke Unser Landstrom nach dem Ende der EEG-Förderung zu sichern ist (MW)					
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040	Ab 2045	Ab 2050
243,7	438,1	713,5	927	927	927

Bemerkung: Die PV- und Windstromanlagen in der Post EEG-Zeit werden nach der EEG-Förderung durch die Marke Unser Landstrom o. ä. gesichert, indem den Betreibern zu einem fest vergüteten Preis der produzierte Strom (der die Eigenversorgung übersteigt) abgekauft wird. Dies ermöglicht einen Weiterbetrieb der Anlagen bis zum Ende der Anlagenbetriebsdauer (angenommen 30 Jahre gemäß [18]). In dieser Maßnahme wird kein explizites THG-Minderungspotenzial ausgewiesen, da der Einfluss durch die Rahmenbedingungen (zu Beginn des Kapitels in Tabelle 4-5 dargestellt) berücksichtigt wurde.

* Nicht ausweisbar



4.2 Szenario II - THG-Neutralität bis 2040

Das Szenario II untersucht eine Umsetzung der Maßnahmen, sodass das Ziel der THG-Neutralität bis zum Jahr 2040 erreicht werden wird. Wie in Abbildung 4-1 zu Beginn des Kapitels 4 erkennbar ist, wird dieses Ziel durch die Maßnahmen erreicht bzw. übertroffen. Der Kreis Steinfurt senkt seine THG-Emissionen gegenüber 2017/2020 um ca. 2.567.754 t CO₂e/a, was einer geringeren Reduktion gegenüber dem Szenario I entspricht, aber den Kreis Steinfurt weiterhin zu einer CO₂-Senke werden lässt.

Die umzusetzenden Maßnahmen sind dieselben, wie im vorherigen Szenario. Sie müssen allerdings zum Erreichen des Ziels konsequenter und schneller umgesetzt werden, da der Umsetzungszeitraum 10 Jahre früher beendet wird. Ebenso ist der nicht beeinflussbare Anteil der THG-Emissionen geringer, insbesondere durch die zu diesem Zeitpunkt weniger ausgeprägte Elektrifizierung und den geringeren Anteil der Wasserstofftechnik im Mobilitäts-Sektor [23]. Sichtbar wird dies in Abbildung 4-3. Der Anteil der durch den Kreis beeinflussbaren Maßnahmen in den Sektoren Strom, Wärme, Mobilität sowie Umwelt und sonstigen Faktoren ist ebenfalls in der Abbildung 4-3 dargestellt. **Das größte Einsparungspotenzial bieten die Sektoren Strom und Wärme.**

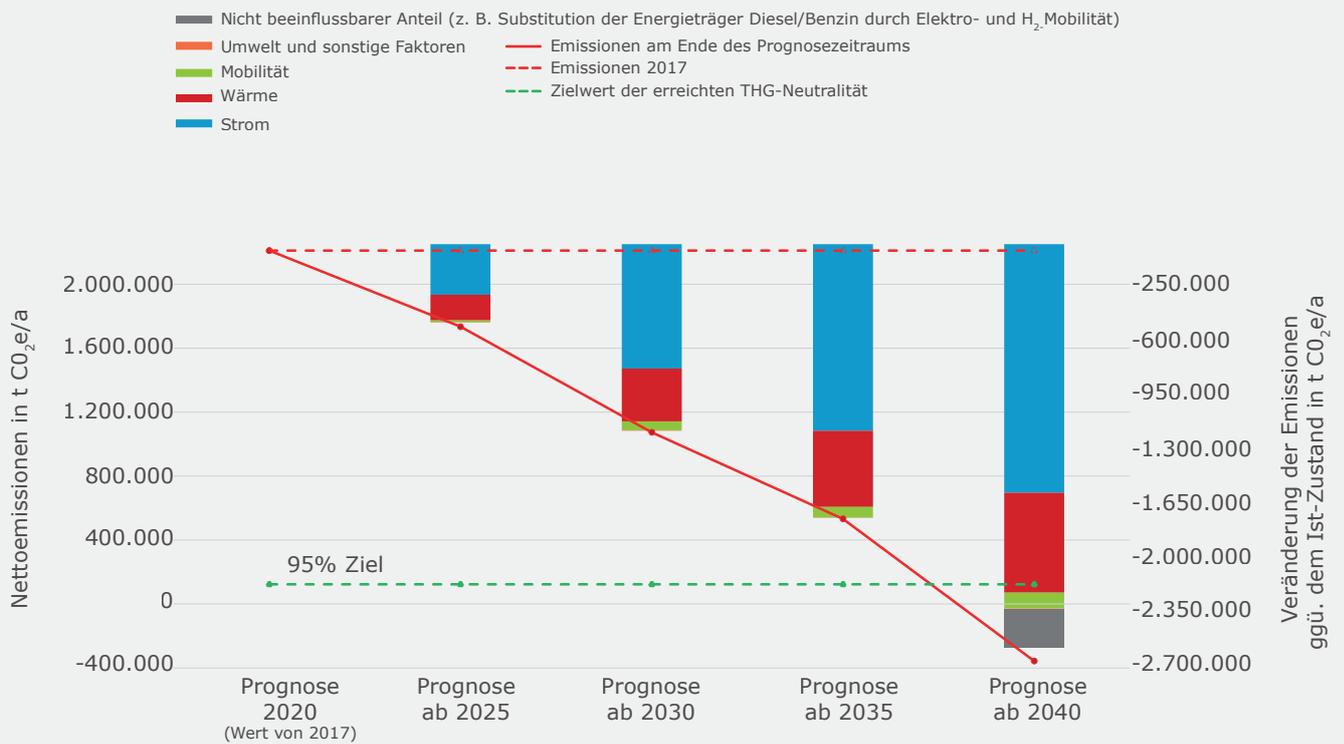


Abbildung 4-3: Verlauf der THG-Emissionen im Szenario II gemäß den einzelnen übergeordneten Sektoren

Im Folgenden werden die umgesetzten Maßnahmen gemäß der bekannten Methodik und ihres Umsetzungspfadens dargestellt.

Maßnahme 1 - PV-Ausbau auf allen öffentlichen Gebäuden



	Kosten €	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	163.065.000 €	134 €/t CO ₂ e	127.190.700 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
-8.233	-16.466	-24.700	-32.933
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV			
5,44 MW _p /a			
Bemerkung: Ausbau von 108,71 MW _p bis 2040 auf öffentlichen Gebäuden und Schulen [24].			

Maßnahme 2 - PV-Ausbau auf privaten Gebäuden (Förderung durch Anreizwettbewerbe oder Sensibilisierung für Contracting-Lösungen)



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	2.207.325.000 €	134 €/t CO ₂ e	1.726.393.781 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
-137.001	-274.002	-411.003	-548.004
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV			
73,58 MW _p /a			
Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials auf Wohngebäuden bis 2040 (Zubau von 1.471,55 MW _p) [24].			

Maßnahme 3 - PV-Ausbau auf Gewerbegebäuden (Förderung durch Anreizwettbewerbe oder Sensibilisierung für Contracting-Lösungen)



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit		1.181.540.000 €	89 €/t CO ₂ e	862.838.621 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a				
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
	-109.967	-219.934	-329.900	-439.867
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV				
	59,08 MW _p /a			

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials auf Gewerbegebäuden bis 2040 (Zubau von 1.181,54 MW_p) [24].

Maßnahme 4 - PV-Freiflächen-Ausbau (entlang Bundesautobahnen/Bundesstraßen/Bahntrassen)



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit		520.000.000 €	72 €/t CO ₂ e	418.734.000 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a				
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
	-65.778	-131.555	-197.333	-263.110
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV				
	32,5 MW _p /a			

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials entlang BAB, Bundesstraßen und Bahntrassen bis 2040 (Zubau von ca. 650 MW_p) [24]. Weitere Freiflächen wurden auf Grund möglicher Konflikte mit anderen Nutzungsmöglichkeiten ausgeblendet.

Maßnahme 5 - Ausbau der Windenergie



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	542.304.943 €	60 €/t CO ₂ e	401.305.658 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
-74.662,35	-149.324,7	-223.987,0	-298.649,4
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau Windenergie			
18,1 MW/a			

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten Windenergie-Potenzials. Der Wert des Potenzials beruht auf eigenen Berechnungen der FH Münster, die sich auf die Datenlage einer Studie für den Kreis Steinfurt bezieht [19, 25, 26]. Das berechnete Gesamtpotenzial beträgt in diesem Fall 362 MW (Annahme: Jede zugebaute WEA hat eine Leistung von 4 MW) und wird bis 2040 ausgeschöpft [19].

Maßnahme 6 - Versorgung aller öffentlichen Gebäude mit Strom aus erneuerbaren Energien



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	*	*	783.582 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
-1.195	-1.195	-1.195	-1.195
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme			

Umstellung der Stromversorgung in den öffentlichen Gebäuden auf EE-Strom (durch Eigenerzeugung und Bezug des zusätzlich benötigten Stroms aus EE-Anlagen, bspw. der Marke Unser Landstrom).

Bemerkung: Das Potenzial entspricht dem Strombedarf aller Gebäude des Kreises Steinfurt [27].

*Nicht ausweisbar, bzw. abhängig davon, ob eine Investition in eigene Erzeugungsanlage oder lediglich ein Wechsel zu einem regenerativen Stromtarif realisiert wird.

Maßnahme 7 - Umstieg von fossilen Heizungen auf alternative Energieträger in Bestandsgebäuden (Umstieg von Öl- auf Pellet-Heizungen)



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	796.538.553 €	106 €/t CO ₂ e	92.102.670 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
-139.793	-279.585	-419.378	-559.170
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - zu ersetzende Anlagenanzahl pro Jahr			
1.364			

Bemerkung: Ausschöpfung des gesamten Potenzials, also der Ersatz alter Ölheizungen durch regenerative Energieträger. Als Berechnungsbeispiel dient in dieser Maßnahme der Umstieg von Öl- auf Pellet-Heizungen bis zum Jahr 2040 auf Basis der Feuerstätten gemäß den Schornsteinfederdaten des Kreises Steinfurt [28].

Maßnahme 8 - Erhöhung der Sanierungsrate von Bestandsgebäuden



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	1.545.989.400 €	1.891 €/t CO ₂ e	695.695.230 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
-16.863	-31.509	-41.721	-51.933
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - zu sanierende Gebäude (Anzahl/Jahr)			
Bis 2025	Ab 2025		
1.210	1.206		

Bemerkung: Ausschöpfung des gesamten Potenzials, d. h. eine Sanierung aller Gebäude aus der Altersklasse 1979-1990 und 1991-2000 bis zum Jahr 2040 auf mindestens jetzigen KfW-Effizienzhaus 70-Standard. Das maximale Potenzial entspricht nach Neubau IT.NRW 3.435.532 Quadratmetern Wohnfläche bzw. 24.133 Wohn- und Nichtwohngebäude [29].

Maßnahme 9 - Anschluss aller öffentlichen Gebäude an regenerative Wärmenetze / Umstieg auf regenerative Energieträger



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	*	*	783.582 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035
	-263	-263	-263
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme			
Umstellung der Wärmeversorgung in den öffentlichen Gebäuden, die mit Erdgas beheizt werden, auf eine Versorgung mit Fernwärme z. B. aus regenerativen Wärmenetzen, Wärmepumpen, Pelletheizungen o. ä. ab 2030			
Bemerkung: Das Potenzial entspricht dem Wärmebedarf aller Gebäude des Kreises Steinfurt [27]. Da hiervon 45 % der beheizten Fläche mit Erdgas versorgt werden [27], wird nur dieser Anteil als Potenzial betrachtet. In der Berechnung wird der Energieträger Erdgas durch Fernwärme (aus z. B. Biogas) substituiert.			

*Nicht ausweisbar

Maßnahme 10 - Installation von Wärmenetzen in unmittelbarer Nähe von vorhandenen Biogasanlagen



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	20.000.000 €	36 €/t CO ₂ e	600.000 €/a
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035
	-6.211	-24.845	-24.845
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - Anschluss der potenziellen Abnehmer an das Wärmenetz (%)			
	2021-2025	Bis 2030	
	25 %	75 %	
Bemerkung: Die Wärmeinsel-Biogasanlage wird an den Standorten Greven 141, Steinfurt 138, Altenberge 122 und Rheine zu einem regenerativen Wärmenetz ausgebaut. Potenzielle Abnehmer sind alle in einer Entfernung kleiner 1.000 m zu den ausgewiesenen Biogasanlagen [30]. Annahme bei der Berechnung der THG-Maßnahmen: Im Zeitraum 2021-2025 wurde das Wärmenetz gebaut und 25 % der Nutzer sind bereits angeschlossen. Der vollständige Ausbau wird bis 2030 realisiert und bietet den genannten Biogasanlagen ein Nachnutzungskonzept über den Zeitraum der EEG-Förderung hinaus.			

Maßnahme 11 - Klimaneutraler ÖPNV



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit		205.729.200 €	134 €/t CO ₂ e	11.472.785 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a				
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
	-12.522	-57.119	-66.658	-99.987
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Beschaffung und Betrieb von Wasserstoff-Fahrzeugen (Einheit Fahrzeugbestand in Betrieb im Zeitraum)				
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
Kleinbusse	5	15	28	30
Solobusse	2	10	26	40
Gelenkbusse	29	145	200	200
Reisebusse	1	10	23	40
Züge	5	15	15	15
Bemerkung: Umsetzung der Maßnahme gemäß des Wasserstoff-Feinkonzepts „Treibstoff der Zukunft-Grüner Wasserstoff mobilisiert das energieland2050“ [31] und Steigerung bis 2040 gemäß [19].				

Maßnahme 12 - Ausbau des Carsharings mit Elektroantrieb im urbanen Raum



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit		1.200.000 €	468 €/t CO ₂ e	36.358 €/a
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a				
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
	-82	-164	-164	-164
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme				
Mittelfristig werden bis 2025 zehn und ab 2030 mindestens 20 Carsharing-Fahrzeuge in den größten Städten des Kreises Steinfurt eingesetzt.				
Bemerkung: Angenommen wird eine Laufleistung von 10.000 km pro Fahrzeug und Jahr. Ein Carsharing-Fahrzeug substituiert sieben private Fahrzeuge [19] und wird ausschließlich mit EE-Strom geladen.				

Maßnahme 13 - Klimaneutrale PKW-Flotten in den Kommunen und auf Kreisebene - Umrüstung auf BEV



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	756.000 €* <i>(Icon: 8-segmented circle)</i>	182 €/t CO ₂ e	111.300 €/a
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
-266	-266	-266	-266
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Beschaffung von BEV für die kommunale PKW-Flotte			
Annahme von 100 PKW in den Kommunen und auf Kreisebene, die ab 2025 von Dieselfahrzeugen auf BEV umgestellt werden.			
Bemerkung: Angenommen wird bei der Berechnung eine jährliche Laufleistung von 15.000 km, eine Nutzungsdauer von 10 Jahren und eine Beladung der Elektrofahrzeuge mit 100 % EE-Strom [19].			
* Die Kosten entsprechen den Mehrkosten eines BEV gegenüber Fahrzeugen mit Diesel- oder Otto-Kraftstoff bis zum Ende des Betrachtungszeitraums.			

Maßnahme 14 - Energieeffiziente Abwasserbeseitigung im Kreis Steinfurt (Schaffung einer Plattform: Kreisweite Zusammenarbeit aller kommunalen Kläranlagen)



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	350.000 € <i>(Icon: 8-segmented circle)</i>	8 €/t CO ₂ e	827.081 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
-1.649	-1.658	-1.659	-1.651
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme bis 2025 und fortlaufend			
Durchführen von Maßnahmen zur Herstellung der Energieeffizienz von Abwasseranlagen im Kreis. Es könnten z. B. Workshops mit den Betreibern und Experten durchgeführt werden, um das Bewusstsein für Energieeffizienzmaßnahmen zu stärken. Das Schaffen von finanziellen Anreizen zur Umsetzung von identifizierten Maßnahmen durch den Kreis/die Kommunen ist denkbar.			
Bemerkung: Als Annahme gilt bei der Berechnung eine Energieeffizienz von ca. 7,8 kWh/Einwohner und Jahr [19].			

Maßnahme 15 - CO₂-Minderungs-Gutschein (Anreizsystem für die Erhöhung von energieeffizienten Produkten o. ä.)



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	375.000 €	40 €/t CO ₂ e	375.000 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035
	-117	-234	-468
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - ausgegebene Gutscheine (Anzahl/Jahr)			
	750		

Bemerkung: Nach dem Vorbild des Wiener Energie Programms *Effizienz für mich* [32] wird der Austausch von Waschmaschine, Wäschetrockner, Kühlschrank oder Geschirrspüler hin zu der aktuell energiesparendsten Energieeffizienzklasse belohnt. Der Neukauf wird pro Gerät mit einem Energieeffizienz-Gutschein (als STEINFURT GUTSCHEIN, bzw. angepasst an die jeweilige Kommune) in Höhe von 25 Euro gefördert, wenn der Kauf des Gerätes im Kreis Steinfurt erfolgt. Pro Jahr wird das Programm auf 750 Gutscheine (18.750 €) begrenzt und durch die Energieeffizienz THG-Emissionen gespart bzw. der Endenergiebedarf gesenkt.

Maßnahme 16 - Pflanzung von Wäldern und Wallhecken



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit	12.500 €	15 €/t CO ₂ e	19.075 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a			
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035
	-22	-33	-44
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - Pflanzung von Wald und Wallhecken (in ha)			
	Bis 2025	Bis 2030	Bis 2035
	2	1	1

Bemerkung: Zubau von Wallhecken und Wäldern (insgesamt 5 ha bis 2040).



Maßnahme 17 - Ausbau der Marke „Unser Landstrom“ (Sicherung der Post-EEG Anlagen durch PPA o. a.)



	Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung	
Umsetzbarkeit	*	*	36 €/MWh	
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Installierte Leistung, die durch die Marke Unser Landstrom nach dem Ende der EEG-Förderung zu sichern ist (MW)				
	Ab 2025	Ab 2030	Ab 2035	Ab 2040
	243,7	438,1	713,5	927

Bemerkung: Die PV- und Windstromanlagen in der Post EEG-Zeit werden nach der EEG-Förderung durch die Marke Unser Landstrom o. ä. gesichert, indem den Betreibern zu einem fest vergüteten Preis der produzierte Strom (der die Eigenversorgung übersteigt) abgekauft wird. Dies ermöglicht einen Weiterbetrieb der Anlagen bis zum Ende der Anlagenbetriebsdauer (angenommen 30 Jahre gemäß [18]). In dieser Maßnahme wird kein explizites THG-Minderungspotenzial ausgewiesen, da der Einfluss durch die Rahmenbedingungen (zu Beginn des Kapitels in Tabelle 4-5 dargestellt) berücksichtigt wurde.

*Nicht ausweisbar

4.3 Szenario III - THG-Neutralität bis 2030

Im Szenario III wurde untersucht, ob eine konsequente Umsetzung der Maßnahmen bis 2030 zu einer THG-Neutralität des Kreises im Jahr 2030 führt. Erkennbar wurde bereits aus Abbildung 4-1, dass das Ziel durch die bekannten Maßnahmen erreicht werden kann, indem die THG-Emissionen gegenüber 2017/2020 um ca. 2.462.995 t CO₂e/a gesenkt werden.

Der nicht beeinflussbare Anteil der THG-Emissionen ist in diesem Szenario de facto nicht vorhanden, da nicht von einer ausgeprägten Elektrifizierung oder Wasserstofftechnik im Mobilitäts-Sektor ausgegangen werden kann [23]. Sichtbar wird dies ebenfalls in Abbildung 4-4. **Der Anteil der durch den Kreis beeinflussbaren Maßnahmen in den Sektoren fokussiert sich zu zwei Dritteln auf den Sektor Strom, insbesondere den Ausbau der Erneuerbaren Energien und deren vollständiger Potenzialerschöpfung.**

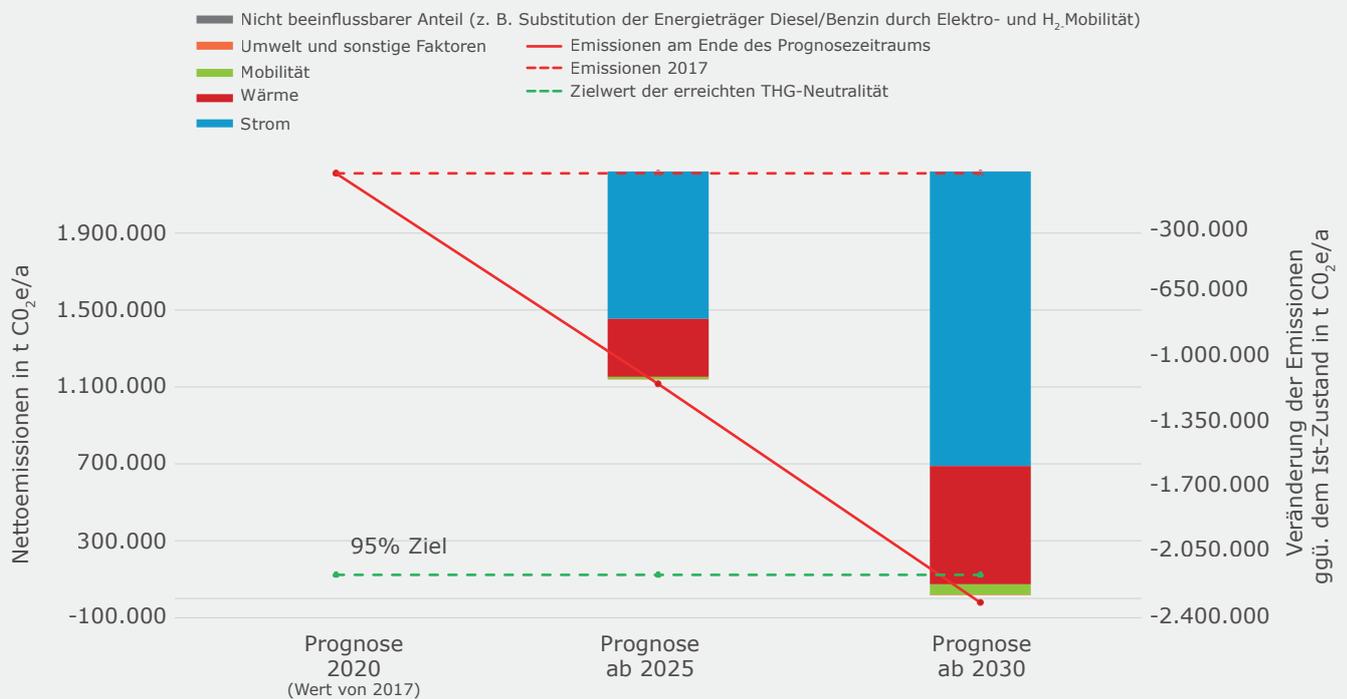


Abbildung 4-4: Verlauf der THG-Emissionen im Szenario III gemäß den einzelnen übergeordneten Sektoren

Im weiteren Verlauf des Abschnitts werden die Maßnahmen zur Minderung der THG-Emissionen erneut, vor allem aber hinsichtlich ihres strikten Umsetzungspfades visualisiert.

Maßnahme 1 - PV-Ausbau auf allen öffentlichen Gebäuden



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	163.065.000 €	134 €/t CO ₂ e	127.190.700 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
		Ab 2025	Ab 2030		
		-16.466	-32.933		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV					
10,87 MW _p /a					

Bemerkung: Ausbau von 108,71 MW_p bis 2030 auf öffentlichen Gebäuden und Schulen [24].

Maßnahme 2 - PV-Ausbau auf privaten Gebäuden (Förderung durch Anreizwettbewerbe oder Sensibilisierung für Contracting-Lösungen)



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	2.207.325.000 €	134 €/t CO ₂ e	1.726.393.781 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
		Ab 2025	Ab 2030		
		-274.002	-548.004		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV					
147,15 MW _p /a					

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials auf Wohngebäuden bis 2030 (Zubau von 1.471,55 MW_p) [24].

Maßnahme 3 - PV-Ausbau auf Gewerbegebäuden (Förderung durch Anreizwettbewerbe oder Sensibilisierung für Contracting-Lösungen)



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit		1.181.540.000 €	89 €/t CO ₂ e	862.838.621 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a				
Ab 2025		Ab 2030		
-219.934		-439.867		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV				
118,15 MW _p /a				

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials auf Gewerbegebäuden bis 2030 (Zubau von 1.181,54 MW_p) [24].

Maßnahme 4 - PV-Freiflächen-Ausbau (entlang Bundesautobahnen/Bundesstraßen/Bahntrassen)



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit		520.000.000 €	72 €/t CO ₂ e	418.734.000 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a				
Ab 2025		Ab 2030		
-131.555		-263.110		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau PV				
65 MW _p /a				

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten PV-Potenzials entlang BAB, Bundesstraßen und Bahntrassen bis 2030 (Zubau von ca. 650 MW_p) [24].

Maßnahme 5 - Ausbau der Windenergie



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	542.304.943 €	60 €/t CO ₂ e	401.305.658 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025			Ab 2030		
-149.325			-298.649		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - jährlicher Zubau Windenergie					
36,2 MW/a					

Bemerkung: Ausschöpfen des gesamten Windenergie-Potenzials. Der Wert des Potenzials beruht auf eigenen Berechnungen der FH Münster, die sich auf die Datenlage einer Studie für den Kreis Steinfurt bezieht [19, 25, 26]. Das berechnete Gesamtpotenzial beträgt in diesem Fall 362 MW (Annahme: Jede zugebaute WEA hat eine Leistung von 4 MW) und wird bis 2030 ausgeschöpft [19].

Maßnahme 6 - Versorgung aller öffentlichen Gebäude mit Strom aus erneuerbaren Energien



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	*	*	783.582 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025			Ab 2030		
-1.195			-1.195		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme					

Umstellung der Stromversorgung in den öffentlichen Gebäuden auf EE-Strom (durch Eigenerzeugung und Bezug des zusätzlich benötigten Stroms aus EE-Anlagen, bspw. der Marke Unser Landstrom)

Bemerkung: Das Potenzial entspricht dem Strombedarf aller Gebäude des Kreises Steinfurt [27].

*Nicht ausweisbar, bzw. abhängig davon, ob eine Investition in eigene Erzeugungsanlage oder lediglich ein Wechsel zu einem regenerativem Stomtarif realisiert wird.

Maßnahme 7 - Umstieg von fossilen Heizungen auf alternative Energieträger in Bestandsgebäuden (Umstieg von Öl- auf Pellet-Heizungen)



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	796.538.553 €	106 €/t CO ₂ e	92.102.670 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025		Ab 2030			
-279.585		-559.170			
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme -zu ersetzende Anlagenanzahl pro Jahr					
2.728					

Bemerkung: Ausschöpfung des gesamten Potenzials- Ersatz alter Ölheizungen durch regenerative Energieträger. Als Berechnungsbeispiel dient in dieser Maßnahme der Umstieg von Öl- auf Pellet-Heizungen bis zum Jahr 2030 auf Basis der Feuerstätten gemäß den Schornsteinfegerdaten des Kreises Steinfurt [28].

Maßnahme 8 - Erhöhung der Sanierungsrate von Bestandsgebäuden



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	1.545.989.400 €	1.891 €/t CO ₂ e	695.695.230 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025		Ab 2030			
-25.967		-51.933			
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme- zu sanierende Gebäude (Anzahl/Jahr)					
2.413					

Bemerkung: Ausschöpfung des gesamten Potenzials, d. h. eine Sanierung aller Gebäude aus der Altersklasse 1979-1990 und 1991-2000 bis zum Jahr 2030 auf mindestens jetzigen KfW-Effizienzhaus 70-Standard. Das maximale Potenzial entspricht nach Neubau IT.NRW 3.435.532 Quadratmetern Wohnfläche bzw. 24.133 Wohn- und Nichtwohngebäude [29].

Maßnahme 9 - Anschluss aller öffentlichen Gebäude an regenerative Wärmenetze / Umstieg auf regenerative Energieträger



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit		*	*	225.716 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a				
Ab 2025		Ab 2030		
0		263		

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme

Umstellung der Wärmeversorgung in den öffentlichen Gebäuden, die mit Erdgas beheizt werden, auf eine Versorgung mit Fernwärme z. B. aus regenerativen Wärmenetzen, Wärmepumpen, Pelletheizungen o. ä. bis 2030

Bemerkung: Das Potenzial entspricht dem Wärmebedarf aller Gebäude des Kreises Steinfurt [27]. Da hiervon 45 % der beheizten Fläche mit Erdgas versorgt werden [27], wird nur dieser Anteil als Potenzial betrachtet. In der Berechnung wird der Energieträger Erdgas durch Fernwärme (aus z. B. Biogas) substituiert.

*Nicht ausweisbar

Maßnahme 10 - Installation von Wärmenetzen in unmittelbarer Nähe von vorhandenen Biogasanlagen



		Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
Umsetzbarkeit		20.000.000 €	36 €/t CO ₂ e	600.000 €/a
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a				
Ab 2025		Ab 2030		
-6.211		-24.845		

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme Anschluss der möglichen - Anschluss der potenziellen Abnehmer an das Wärmenetz (%)

2021-2025	Bis 2030
25 %	75 %

Bemerkung: Die Wärmeinsel-Biogasanlage wird an den Standorten Greven 141, Steinfurt 138, Altenberge 122 und Rheine zu einem regenerativen Wärmenetz ausgebaut. Potenzielle Abnehmer sind alle in einer Entfernung kleiner 1.000 m zu den ausgewiesenen Biogasanlagen [30]. Annahme bei der Berechnung der THG-Maßnahmen: Im Zeitraum 2021-2025 wurde das Wärmenetz gebaut und 25 % der Nutzer sind bereits angeschlossen. Der vollständige Ausbau wird bis 2030 realisiert und bietet den genannten Biogasanlagen ein Nachnutzungskonzept über den Zeitraum der EEG-Förderung hinaus.

Maßnahme 11 - Klimaneutraler ÖPNV



Kosten

Spezifische
Kosten

Regionale
Wertschöpfung

Umsetzbarkeit

158.658.500 €

134 €/t CO₂e

8.804.325 €

Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a

Ab 2025

Ab 2030

-12.522

-57.119

Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Beschaffung und Betrieb von Wasserstoff-Fahrzeugen
(Einheit Fahrzeugbestand in Betrieb im Zeitraum)

	Ab 2025	Ab 2030
Kleinbusse	5	15
Solobusse	2	10
Gelenkbusse	29	145
Reisebusse	1	10
Züge	5	15

Bemerkung: Umsetzung der Maßnahme gemäß des Wasserstoff-Feinkonzepts „Treibstoff der Zukunft-Grüner Wasserstoff mobilisiert das energieland2050“ [31].



Maßnahme 12 - Ausbau des Carsharing mit Elektroantrieb im urbanen Raum



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	600.000 €	468 €/t CO ₂ e	36.358 €/a
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025			Ab 2030		
-82			-164		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme					
Mittelfristig werden bis 2025 zehn und ab 2030 mindestens 20 Carsharing-Fahrzeuge in den größten Städten des Kreises Steinfurt eingesetzt.					
Bemerkung: Angenommen wird eine Laufleistung von 10.000 km pro Fahrzeug und Jahr. Ein Carsharing-Fahrzeug substituiert sieben private Fahrzeuge [19] und wird ausschließlich mit EE-Strom geladen.					

Maßnahme 13 - Klimaneutrale PKW-Flotten in den Kommunen und auf Kreisebene - Umrüstung auf BEV



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	252.000 €*	182 €/t CO ₂ e	111.300 €/a
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025			Ab 2030		
-266			-266		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Beschaffung von BEV für die kommunale PKW-Flotte					
Annahme von 100 PKW in den Kommunen und auf Kreisebene, die ab 2025 von Dieselfahrzeugen auf BEV umgestellt werden.					
Bemerkung: : Angenommen wird bei der Berechnung eine jährliche Laufleistung von 15.000 km, eine Nutzungsdauer von 10 Jahren und eine Beladung der Elektrofahrzeuge mit 100 % EE-Strom [19].					
* Die Kosten entsprechen den Mehrkosten eines BEV gegenüber Fahrzeugen mit Diesel- oder Otto-Kraftstoff bis zum Ende des Betrachtungszeitraums.					

Maßnahme 14 - Energieeffiziente Abwasserbeseitigung im Kreis Steinfurt (Schaffung einer Plattform: Kreisweite Zusammenarbeit aller kommunalen Kläranlagen)



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	350.000 €	8 €/t CO ₂ e	413.313 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025		Ab 2030			
-1.649		-1.658			
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme bis 2025 und fortlaufend					
Durchführen von Maßnahmen zur Herstellung der Energieeffizienz von Abwasseranlagen im Kreis. Es könnten z. B. Workshops mit den Betreibern und Experten durchgeführt werden, um das Bewusstsein für Energieeffizienzmaßnahmen zu stärken. Das Schaffen von finanziellen Anreizen zur Umsetzung von identifizierten Maßnahmen durch den Kreis/die Kommunen ist denkbar.					

Bemerkung: Als Annahme gilt bei der Berechnung eine Energieeffizienz von ca. 7,8 kWh/Einwohner und Jahr [19].

Maßnahme 15 - CO₂-Minderungs-Gutschein (Anreizsystem für die Erhöhung von energieeffizienten Produkten o. ä.)



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	375.000 €	40 €/t CO ₂ e	375.000 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025		Ab 2030			
-117		-702			
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme - Ausgegebene Gutscheine (Anzahl/Jahr)					
1.500					

Bemerkung: Nach dem Vorbild des Wiener Energie Programms *Effizienz für mich* [32] wird der Austausch von Waschmaschine, Wäschetrockner, Kühlschrank oder Geschirrspüler hin zu der aktuell energiesparendsten Energieeffizienzklasse belohnt. Der Neukauf wird pro Gerät mit einem Energieeffizienz-Gutschein (als STEINFURT GUTSCHEIN, bzw. angepasst an die jeweilige Kommune) in Höhe von 25 Euro gefördert, wenn der Kauf des Gerätes lokal und nicht über einen Onlinehändler außerhalb des Kreises Steinfurt erfolgt. Pro Jahr wird das Programm auf 1.500 Gutscheine (37.500 €) begrenzt und durch die Energieeffizienz THG-Emissionen gespart bzw. der Endenergiebedarf gesenkt.

Maßnahme 16 - Pflanzung von Wäldern und Wallhecken



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	7.500 €	15 €/t CO ₂ e	6.813 €
Vermiedene jährliche THG Emissionen in t CO₂e/a					
Ab 2025			Ab 2030		
-22			-33		
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Pflanzung von Wald und Wallhecken (in ha)					
Bis 2025			Bis 2030		
2			1		

Bemerkung: Zubau von Wallhecken und Wäldern (insgesamt 3 ha bis 2030).

Maßnahme 17 - Ausbau der Marke „Unser Landstrom“ (Sicherung der Post-EEG Anlagen durch PPA o. ä.)



			Kosten	Spezifische Kosten	Regionale Wertschöpfung
		Umsetzbarkeit	*	*	36 €/MWh
Umsetzungspfad der Einzelmaßnahme – Installierte Leistung, die durch die Marke Unser Landstrom nach dem Ende der EEG-Förderung zu sichern ist (MW)					
Ab 2025			Ab 2030		
243,7			438,1		

Bemerkung: Die PV- und Windstromanlagen in der Post EEG-Zeit werden nach der EEG-Förderung durch die Marke Unser Landstrom o. ä. gesichert, indem den Betreibern zu einem fest vergüteten Preis der produzierte Strom (der die Eigenversorgung übersteigt) abgekauft wird. Dies ermöglicht einen Weiterbetrieb der Anlagen bis zum Ende der Anlagenbetriebsdauer (angenommen 30 Jahre gemäß [18]). In dieser Maßnahme wird kein explizites THG-Minderungspotenzial ausgewiesen, da der Einfluss durch die Rahmenbedingungen (zu Beginn des Kapitels in Tabelle 4-5 dargestellt) berücksichtigt wurde.

*Nicht ausweisbar

5 Empfehlungen & Priorisierung

5 Empfehlungen & Priorisierung

Die in diesem Masterplan Klimaschutz 2.0 vorgestellten Maßnahmen zur Minderung der THG-Neutralität sind wichtige Bausteine auf dem Weg zur THG-Neutralität bzw. dem Absenken der THG-Emissionen um 95 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 [1]. **Es wurde herausgestellt, dass durch den im Masterplan aus dem Jahr 2013 begonnenen Prozess die THG-Emissionen im Kreis Steinfurt gesenkt werden konnten. Ersichtlich wurde allerdings auch: Eine Trendfortführung reicht nicht aus, um das Ziel der THG-Neutralität zu erreichen.**

Bezogen auf die dargestellten Szenarien I-III gilt es festzuhalten, dass eine Zielerreichung im Jahr 2050 realistisch und auch bis zum Jahr 2040 unter größeren Kraftanstrengungen erreichbar ist. Kritisch muss allerdings angeführt werden, dass in diesen beiden Szenarien ein Teil der THG-Minderung auf Effekten basiert, die nicht direkt durch den Kreis Steinfurt beeinflussbar sind. Diese umfassen insbesondere Effizienzsteigerungen durch den Umstieg von fossilen Kraftstoffen auf alternative Antriebe im Bereich der Mobilität. Diese Entwicklung wird nach dem politischen Willen in Deutschland bis 2050 stattfinden [22, 23]. Die hiermit einhergehenden Minderungen der THG-Emissionen sind, ausgenommen ÖPNV oder kommunale PKW-Flotten, nicht durch den Kreis Steinfurt beeinflussbar und helfen bei der Zielerreichung der Szenarien I und II.

Das Szenario III zeigt, dass eine THG-Neutralität durch die dargestellten und vom Kreis Steinfurt beeinflussbaren Maßnahmen auch bis zum Jahr 2030 bilanziell möglich ist. Allerdings wird dem Leser beim Betrachten der hierfür bis 2030 auszubauenden Leistung im Bereich der Photovoltaik und Windenergieanlagen schnell deutlich, dass für die Zielerreichung noch nie dagewesene Ausbaupfade eingeschlagen werden müssen. Vor dem Hintergrund des derzeitigen Ausschreibungs- und Genehmigungsverfahrens im Bereich der Windenergieanlagen, dem auch nach der Novellierung des EEG 2021 vorhandenen jährlichen bundesweiten Ausschreibungsdeckel sowie Artenschutzklagen gegen neue Windparks, ist das Ausschöpfen des gesamten Windpotenzials im Kreis Steinfurt bis 2030 als eher unwahrscheinlich einzuordnen.

Im Bereich der unmittelbar durch den Kreis Steinfurt beeinflussbaren THG-Emissionen bietet der Sektor Strom das größte Einsparungspotenzial in allen drei Szenarien, gefolgt vom Sektor Wärme. Im Sektor Wärme sind die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden sowie vor allem die Substitution der fossilen Energieträger Öl und Gas durch bspw. Pellet-Heizungen³ oder regenerative Wärmenetze in Kombination mit Wärmepumpen wichtige Maßnahmen.

Im Sektor Strom beruht das Potenzial insbesondere auf den noch zur Verfügung stehenden Ausbaupotenzialen im Bereich der Windenergie und Photovoltaik, zugleich aber auch im Bereich der Nachnutzung der EE-Anlagen nach der Förderdauer durch das EEG. Die steigende Elektrifizierung der Sektoren führt gemäß den Leitstudien [22] zu einem Anstieg des Endenergiebedarfs im Sektor Strom. Dieser Anstieg bedeutet im Jahr 2050 ein Energiedefizit von größer 624.000 MWh/a allein im Sektor Strom für den Kreis Steinfurt - trotz Ausbau des vollständigen EE-Potenzials und einer Nachnutzung der bereits installierten EE-Anlagen nach dem EEG-Förderende. Es hebt die Bedeutung der Maßnahme 17, die Sicherung der Post-EEG-Anlagen, nochmals in besonderer Weise hervor.

Im Bereich der Mobilität, insbesondere beim Ausbau des klimaneutralen auf Wasserstoff basierenden Verkehrs, hat der Kreis Steinfurt bereits eine Vorreiterrolle durch die Studie *Treibstoff der Zukunft - Grüner Wasserstoff mobilisiert das Energieland2050* und den Willen zur Umsetzung der dort vorgeschlagenen Maßnahmen, eingenommen. Diese Entwicklung gilt es fortzuführen und die kreisweiten Aktivitäten durch das Kompetenzzentrum unter der Marke *HYMAT-Energie* zu fokussieren.

Die Nummerierung der Maßnahmen in den vorherigen Kapiteln wurde für die bessere Lesbarkeit eingeführt. Dies entspricht keinem Ranking, das eine Vorzugswürdigkeit gegenüber den anderen Maßnahmen darstellt. Die Top-Maßnahmen je Kategorie sind in den Tabellen 5-2 bis 5-5 abschließend dargestellt. Die dort angegebenen Werte entsprechen den Werten des Szenarios II. Der Leser und Anwender kann somit individuell auf Grundlage der verschiedenen Kategorien der Maßnahmensteckbriefe ein Ranking vornehmen. Bei der späteren Umsetzung durch den Kreis Steinfurt ist es nicht relevant, ob die Maßnahmen auf Grundlage der Umsetzbarkeit, den (spezifischen) Kosten, dem THG-Minderungspotenzial pro Jahr oder der regionalen Wertschöpfung gerankt und dementsprechend zuerst umgesetzt werden, da es für die Zielerreichung eine Umsetzung nahezu aller Maßnahmen bedarf. Zudem empfiehlt sich ein Ranking nicht anhand einer einzigen Kategorie durchzuführen, sondern vor der Gesamtheit aller Kategorien zu beurteilen. So erscheinen die (spezifischen) Kosten, die zum Erreichen des Ziels der THG-Neutralität erforderlich sind, in Teilen hoch, sollten aber auch im Kontext der generierten regionalen Wertschöpfung sowie der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme gesehen werden. Durch die Umsetzung aller Maßnahmen ist möglich bei einem maximalen Investitionsvolumen von 7,2 Mrd. € eine regionale Wertschöpfung von bis zu 4,3 Mrd. € und mindestens 1.829 VZÄ zu generieren (Übersicht der Literaturquellen in Anhang 2). Die VZÄ konnten nicht für alle Maßnahmen berechnet werden und werden daher in der Realität vermutlich höher ausfallen.

Aus den zahlreichen Klimaschutzkonzepten der Kommunen des Kreises Steinfurt ergeben sich eine Vielzahl weiterer wichtiger Maßnahmen, die begleitend umgesetzt werden können oder aber die hier skizzierten Maßnahmen, bei einem gleichem THG-Minderungspotenzial, ersetzen können. Weitere wichtige Maßnahmen sind die im Folgenden genannten, die der Gruppe Kampagnenmaßnahmen zugeordnet werden können und eine wichtige Begleitung bei der Umsetzung des Masterplan-Prozesses und der Sensibilisierung der Bürger des Kreises Steinfurt darstellen:

i

Die Minderung von THG-Emissionen ermöglicht eine Steigerung der regionalen Wertschöpfung

Tabelle 5-1: Ergänzende Maßnahmen zur Erreichung der THG-Neutralität

Ergänzende Maßnahmen aus der Kategorie Kampagnenmaßnahmen

Plattform für Energiegenossenschaft / Stärkung des Dialogs zwischen Energieversorgungsunternehmen und Bürgern



Siedlungsentwicklungsplanung: Umstieg auf regenerative Wärmenetze



Plattform zur Stärkung des ÖPNV und klimaneutralen Verkehrs in Innenstädten



Ausrufen von Klimaschutzwettbewerben zur Reduzierung von THG-Emissionen



Effizienzwettbewerb für kommunale Verwaltung (vgl. Ökoprot) und Überprüfung der energetischen Sanierung aller öffentlichen Gebäude



Abschließend ist als wichtigster Baustein für das Gelingen des Masterplans Klimaschutz 2.0 und eine weitgehende THG-Neutralität des Kreises Steinfurt der verantwortungsbewusste **Bürger als Schlüsselfaktor** zu nennen. Die Aktivitäten jedes Einzelnen sind bei der Umsetzung der Maßnahmen essenzielle Bausteine. Dies betrifft auch, den eigenen Lebenswandel zu hinterfragen und ein Bewusstsein für die persönlichen, direkten und indirekten THG-Emissionen⁴ (z. B. durch Flugreisen, Konsum etc.) zu erlangen. Diese persönlichen THG-Emissionen sind ein durch den Kreis Steinfurt nicht direkt beeinflussbarer Anteil, den jede Person selbst mindern muss und der im Rahmen dieses Masterplans Klimaschutz 2.0 nicht tiefergehend betrachtet wurde.

Tabelle 5-2: Die Top-Maßnahmen aus der Kategorie Umsetzbarkeit

Maßnahmen mit der schnellsten Möglichkeit zur Umsetzung

Maßnahme 1 - PV-Ausbau auf allen öffentlichen Gebäuden		
Maßnahme 16 - Pflanzung von Wäldern und Wallhecken		
Maßnahme 6 - Versorgung aller öffentlichen Gebäude mit Strom aus erneuerbaren Energien		
Maßnahme 17 - Ausbau der Marke „Unser Landstrom“ (Sicherung der Post-EEG Anlagen)		
Maßnahme 9 - Anschluss aller öffentlichen Gebäude an regenerative Wärmenetze / Umstieg auf regenerative Energieträger		

Tabelle 5-3: Die Top-Maßnahmen aus der Kategorie spezifische Kosten

Maßnahmen mit dem geringsten spezifischen Kostenaufwand in €/t CO₂e im Szenario I

Maßnahme 14 - Energieeffiziente Abwasserbeseitigung im Kreis Steinfurt (Schaffung einer Plattform: Kreisweite Zusammenarbeit aller kommunalen Kläranlagen)	8 €/t CO ₂ e	
Maßnahme 16 - Pflanzung von Wäldern und Wallhecken	15 €/t CO ₂ e	
Maßnahme 10 - Installation von Wärmenetzen in unmittelbarer Nähe von vorhandenen Biogasanlagen	36 €/t CO ₂ e	
Maßnahme 15 - CO ₂ -Minderungs-Gutschein (Anreizsystem für die Erhöhung von energieeffizienten Produkten o. ä.)	40 €/t CO ₂ e	
Maßnahme 5 - Ausbau der Windenergie	60 €/t CO ₂ e	

Tabelle 5-4: Die Top-Maßnahmen aus der Kategorie THG-Einsparpotenzial

Maßnahmen mit dem höchsten jährlichen THG-Einsparungspotenzial in t CO₂e/a

Maßnahme 7 - Umstieg von fossilen Heizungen auf alternative Energieträger in Bestandsgebäuden (Umstieg von Öl- auf Pellet-Heizungen)	559.170 t CO ₂ e/a	
Maßnahme 2 - PV-Ausbau auf privaten Gebäuden	548.004 t CO ₂ e/a	
Maßnahme 3 - PV-Ausbau auf Gewerbegebäuden	439.867 t CO ₂ e/a	
Maßnahme 5 - Ausbau der Windenergie	298.649 t CO ₂ e/a	
Maßnahme 4 - PV-Freiflächen-Ausbau (entlang Bundesautobahnen/Bundesstraßen/Bahntrassen)	263.110 t CO ₂ e/a	

Tabelle 5-5: Die Top-Maßnahmen aus der Kategorie Wertschöpfungseffekt

Maßnahmen mit dem höchsten Potenzial zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung in €

Maßnahme 2 - PV-Ausbau auf privaten Gebäuden	1.726.393.781 €	
Maßnahme 3 - PV-Ausbau auf Gewerbegebäuden	862.838.621 €	
Maßnahme 8 - Erhöhung der Sanierungsrate von Bestandsgebäuden	695.695.230 €	
Maßnahme 4 - PV-Freiflächen-Ausbau (entlang Bundesautobahnen/Bundesstraßen/Bahntrassen)	418.734.000 €	
Maßnahme 5 - Ausbau der Windenergie	401.305.658 €	

6 Verzeichnisse

6 Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2016. „Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung“, Berlin, 2016. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf. Zugriff am: 5. Juni 2020.
- [2] European Commission 2019. European Green Deal: Der europäische Grüne Deal. MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN EUROPÄISCHEN RAT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN.
- [3] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen 2020. Bevölkerung nach Gemeinden: Bevölkerungszahlen Kreis Steinfurt. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.it.nrw/statistik/gesellschaft-und-staat/gebiet-und-bevoelkerung/bevoelkerungsstand> (Zugriff am: 13. Dezember 2020).
- [4] Wirtschaftsförderung Kreis Steinfurt 2018. Zahlen, Daten und Fakten 2018: Jahresstatistik. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Ressourcen/Statistik/Jahresstatistik.pdf
- [5] Kreis Steinfurt 2019. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in den Städten und Gemeinden des Kreises Steinfurt. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Ressourcen/Statistik/Besch%C3%A4ftigte.pdf.
- [6] Kraftfahrtbundesamt 2020. Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken (FZ 1). [Online]. Verfügbar unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz1_b_uebersicht.html.
- [7] Kreis Steinfurt 2019. Einwohnerinnen und Einwohner im Kreis Steinfurt am 30. Juni 2019: Bevölkerungsfortschreibung. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Ressourcen/Statistik/Bevölkerungsdaten.pdf.
- [8] Kreis Steinfurt und ECOSPEED Deutschland GmbH 2018. Bevölkerungsentwicklung im Kreis Steinfurt von 1990 bis 2018. (Interne Daten des Amt für Klimaschutz und Nachhaltigkeit des Kreises Steinfurt).
- [9] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen 2018. Bevölkerungsentwicklung in den Städten und Gemeinden des Kreises Steinfurt 2018 bis 2040. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Ressourcen/Statistik/Bev%C3%B6lkerungsprognose.pdf.
- [10] Kreis Steinfurt 2011. Mobilitätsverhalten 2011. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Kreisverwaltung/%C3%84mter/Amt%20f%C3%BCr%20Klimaschutz%20und%20Nachhaltigkeit/energieland2050%20e.V./Themen%20und%20Projekte/Elektromobilit%C3%A4t/Mobilit%C3%A4tsstudie%20\(SV\).pdf](https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Kreisverwaltung/%C3%84mter/Amt%20f%C3%BCr%20Klimaschutz%20und%20Nachhaltigkeit/energieland2050%20e.V./Themen%20und%20Projekte/Elektromobilit%C3%A4t/Mobilit%C3%A4tsstudie%20(SV).pdf).
- [11] Mobilitätswerk GmbH 2019. Projektbericht: Konzept zur Förderung von Elektromobilität und zum Ausbau der regionalen Ladeinfrastruktur im Kreis Steinfurt. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Kreisverwaltung/%C3%84mter/Amt%20f%C3%BCr%20Klimaschutz%20und%20Nachhaltigkeit/energieland2050%20e.V./Themen%20und%20Projekte/Elektromobilit%C3%A4t/
- [12] Kreis Steinfurt 2018. 3. Nahverkehrsplan für den Kreis Steinfurt: Anlagenband I. Tabellen, Karten, Liniensteckbriefe. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Ressourcen/Umwelt-%20und%20Planungsamt/67_5%20sonstige%20PDFs/NVP_ST_ENDBERICHT.pdf
- [13] Landschaftsverband Westfalen-Lippe. Arbeitslosenquote aller zivilen Erwerbspersonen. Jahresdurchschnitt vor der SARS-CoV-2 (COVID-19)-Pandemie. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.statistik.lwl.org/de/zahlen/arbeitslose/>.
- [14] Kreis Steinfurt und ECOSPEED Deutschland GmbH 2017. Bilanzierung des Endenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen auf dem Gebiet des Kreises Steinfurt auf Basis des Berechnungstools ECOSPEED Region. (Interne Daten des Amt für Klimaschutz und Nachhaltigkeit des Kreises Steinfurt).
- [15] Kreis Steinfurt auf Basis der Amprion Stammdaten 2020. Stromertrag aus Erneuerbaren Energien im Kreis Steinfurt 2019: Eigene Berechnung auf Basis der Installierten Leistung gemäß Amprion Stammdaten.
- [16] AG Energiebilanzen e.V. (AGEG) 2020. Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2019. Verfügbar unter: https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=20&archiv=13&year=2020
- [17] Kreis Steinfurt auf Basis der Amprion Stammdaten 2019. Installierte Leistung an Erneuerbaren Energien auf dem Gebiet des Kreises Steinfurt (Stand 2019). (Eigene interne Berechnung)

- [18] Fraunhofer ISE 2020. Anhang zur Studie „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem“: Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen. Verfügbar unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>
- [19] FH Münster 2020. Eigene Annahme in Abstimmung mit dem energieland2050 e. V.
- [20] Agentur für Erneuerbare Energien 2009. Hintergrundinfo regionale Wertschöpfung. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.klarton.de/Energieteam/Regionale-Wertschoepfung.pdf> (Zugriff am: 20. November 2020).
- [21] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2019. Energieeffizienzstrategie 2050. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.html>
- [22] Deutsche Energie-Agentur GmbH 2018. dena-Leitstudie Integrierte Energiewende: Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050. Teil A: Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen (dena); Teil B: Gutachterbericht (ewi Energy Research & Scenarios gGmbH). [Online]. Verfügbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf.
- [23] Öko-Institut e.V. 2014. eMobil 2050 - Szenarien zum möglichen Beitrag des elektrischen Verkehrs zum langfristigen Klimaschutz: Gemeinsamer Endbericht zu den Vorhaben „Wissenschaftliche Unterstützung bei der Erarbeitung von Szenarien zum möglichen Beitrag der Elektromobilität zum langfristigen Klimaschutz“ und „Szenarien zum möglichen Beitrag der Elektromobilität im Güter- und öffentlichen Personenverkehr zum langfristigen Klimaschutz“. Verfügbar unter: <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/emobil-2050-szenarien-zum-moeglichen-beitrag-des-elektrischen-verkehrs-zum-langfristigen-klimaschutz>
- [24] Wolke, J. H.; Gertec GmbH; Kreis Steinfurt und energieland 2050 e. V. 2017. Masterplan Sonne: Potenziale und Handlungsleitfaden für Potenziale und Handlungsleitfaden für mehr Solarenergie auf den Dach- und Freiflächen im Kreis Steinfurt. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Kreisverwaltung/%C3%84mter/Amt%20f%C3%BCr%20Klimaschutz%20und%20Nachhaltigkeit/energieland2050%20e.V./Themen%20und%20Projekte/Masterplan%20Sonne/
- [25] Choi, N. J.; Hyun Nam, S.; Hyun Jeong, J; Chun Kim, K. „Numerical study on the horizontal axis turbines arrangement in a wind farm: Effect of separation distance on the turbine aerodynamic power output“, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Jg. 117, S. 11–17, 2013, doi: 10.1016/j.jweia.2013.04.005.
- [26] enveco GmbH 2020. „Kennzahlen Windmasterplan“, 2020.
- [27] Amt für Gebäudewirtschaft Kreis Steinfurt 2019. Energiebericht der Gebäudewirtschaft: Kreisverwaltung Steinfurt im Juni 2019. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Resourcen/Geb%C3%A4udewirtschaft/Energiebericht%202018.PDF
- [28] Schornsteinfegerdaten Kreis Steinfurt 2017. Anzahl der Feuerungsstätten Kreis Steinfurt 2017.
- [29] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen 2020. Neubau und Baumaßnahmen im Kreis Steinfurt. Verfügbar unter: <https://www.it.nrw/statistik/wirtschaft-und-umwelt/handwerk-und-bau/bautaetigkeit>. Zugriff am: 24. November 2020.
- [30] Nießen, S.; Brüggling, E. und Wetter, C. 2019. Hotspot-Tool- WiEfm – Wärme in der Euregio fokussieren und modernisiere.
- [31] Kreis Steinfurt 2020. Treibstoff der Zukunft - Grüner Wasserstoff mobilisiert das energieland2050: Bewerbung des Kreises Steinfurt als Modellregion Wasserstoff-Mobilität NRW. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kreis-steinfurt.de/kv_steinfurt/Kreisverwaltung/%C3%84mter/Amt%20f%C3%BCr%20Klimaschutz%20und%20Nachhaltigkeit/
- [32] Wien Energie Vertrieb GmbH & Co KG 2015. Neues Förderprogramm: Effizienz für mich. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.wienenergie.at/pressrelease/neues-foerderprogramm-effizienz-fuer-mich/> (Zugriff am: 12. Oktober 2020).
- [33] GEMIS 4.9.4. Globale Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS), 2019.
- [34] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2019. Merkblatt zu den CO₂-Faktoren: Energieeffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss und Kredit.
- [35] Linde Gas GmbH. Rechnen Sie mit Wasserstoff: Die Datentabelle. [Online]. Verfügbar unter: https://www.linde-gas.at/de/images/1007_rechnen_sie_mit_wasserstoff_v110_tcm550-169419.pdf (Zugriff am: 29. Juni 2020).
- [36] Kost, C.; Schlegl, T. und Fraunhofer ISE März 2018. Stromgestehungskosten erneuerbare Energien: März 2018. Verfügbar unter: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2018_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf

- [37] Hirschl, B; Heinbach, K; Prahl, A. et al. 2015. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW): Schriftenreihe 210/15: Wertschöpfung durch erneuerbare Energien. Berlin. Verfügbar unter: https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/Schriftenreihen/IOEW_SR_210_Wertsch%C3%B6pfung_durch_erneuerbare_Energien_auf_Landes-_und_Bundesebene.pdf.
- [38] Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt 2020, „Monitoringbericht 2019“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/Monitoringbericht_Energie2019.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- [39] Bosch Thermotechnik GmbH. Pelletheizung - Kosten und Wirtschaftlichkeit. Wetzlar. Verfügbar unter: <https://www.effizienzhaus-online.de/pelletheizung-kosten-und-wirtschaftlichkeit/>. Zugriff am: 25. November 2020.
- [40] nymoen Strategieberatung 2020. Ergebnisse: Kosten der klimaneutralen Sanierung des Berliner Wohngebäudebestands. [Online]. Verfügbar unter: https://www.shk-berlin.de/fileadmin/user_upload/01-aktuelles/downloads/2020/Ergebnisse_Kosten_Klimaneutralitaet_20200610_Versand.pdf
- [41] Weiß, J et al. 2014. Kommunale Wertschöpfungseffekte durch energetische Gebäudesanierung: Endbericht. Berlin. Verfügbar unter: https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/Endbericht_KoWeG_final%20f%C3%BCr%20ver%C3%B6ffentlichung%20mit%20logo.pdf. Zugriff am: 18. November 2020.
- [42] Biedermann, F. und Kolb, M. 2014. Faktenblatt | Nah-/Fernwärme: Endbericht der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ffegmbh.de/download/informationen/528_ihk_hessen_waerme/fb_nah-fernwaerme.pdf (Zugriff am: 25. November 2020).
- [43] Statistisches Bundesamt und MWV 2020. Durchschnittlicher Dieselpreis bis Oktober 2020. Verfügbar unter: <https://www.mwv.de/statistiken/verbraucherpreise/>. Zugriff am 25. November 2020
- [44] Hackmann, M.; Pyschny, H. und Stanek, R. 2018. Total Cost of Ownership Analyse für Elektrofahrzeuge. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.electrive.net/wp-content/uploads/2015/03/P3-TCO-Analyse-Elektrofahrzeuge-2018.pdf> (Zugriff am: 25. November 2020).
- [45] Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen 2019. Brennstoffemissionshandelsgesetz - BEHG, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/behg/BEHG.pdf>
- [46] Waldverband Österreich, „Aufforstung und Stammzahlreduktion“, Wien. [Online]. Verfügbar unter: https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2018/07/1x1-Aufforstung_Druck.pdf
- [47] Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik 2019. Wind Monitor. [Online]. Verfügbar unter: http://windmonitor.iee.fraunhofer.de/windmonitor_de/3_Onshore/5_betriebs-ergebnisse/1_volllaststunden/ (Zugriff am: 27. November 2020).
- [48] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2020. Merkblatt zur Ermittlung Gesamtenergieverbrauchs: Informationen für zum Energieaudit verpflichtete Unternehmen unterhalb/oberhalb der Bagatellschwelle und für Energieauditoren. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html
- [49] Deutsche Energie-Agentur GmbH 2016. dena-Gebäudereport: Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand. Verfügbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaedereport.pdf
- [50] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur und Kraftfahrtbundesamt 2019. „Verkehr in Zahlen 2019/2020“, Jg. 48, 2019. Verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2019-pdf.pdf?__blob=publicationFile
- [51] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2019. Wie klimafreundlich sind Elektroautos? Verfügbar unter: <https://www.bmu.de/service/downloads/>
- [52] FH Münster 2020. Eigene Annahme auf Basis des Bundesinformationszentrum Landwirtschaft. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/haetten-sies-gewusst/pflanzenbau/wie-viel-co2-binden-waelder>.
- [53] Landesbetrieb Wald und Holz NRW und N. Grüner 2017. Teil 3: Der Waldspeicher: Wald: CO₂-Senke oder CO₂-Quelle? Verfügbar unter: https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Wald_in_NRW/Teil_3_-_Der_Waldspeicher.pdf
- [54] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg 2015. Leitfaden Energieeffizienz auf Kläranlagen. Verfügbar unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikationen/>
- [55] Mineralölwirtschaftsverband e.V. 2020. Verbraucherpreise Kraftstoffe. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.mwv.de/statistiken/verbraucherpreise/>. Zugriff am 25. November 2020

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Der Kreis Steinfurt in Zahlen	12
Abbildung 2-2: Bevölkerungsentwicklung im Kreis Steinfurt im Zeitraum 1990 - 2020 [7-9].....	13
Abbildung 2-3: Endenergiebedarf und Treibhausgas-Emissionen für den Kreis Steinfurt für die Jahre 1990, 2011, 2014 und 2017 [14]	14
Abbildung 2-4: Endenergiebedarf nach Sektoren im Kreis Steinfurt für die Jahre 1990, 2011, 2014 und 2017 [14]	15
Abbildung 2-5: Jährliche Treibhausgas-Emissionen im Kreis Steinfurt nach Sektoren [14].....	16
Abbildung 2-6: Stromertrag aus erneuerbaren Energien und Strombedarf für den Kreis Steinfurt im Referenzjahr 2019 [15].....	17
Abbildung 2-7: Einfluss des Ablaufs der EEG-Förderung auf die installierte Leistung der Windenergieanlagen im Kreis Steinfurt (eigene Darstellung auf Basis von [17])	18
Abbildung 2-8: Einfluss des Ablaufs der EEG-Förderung auf die installierte Leistung der Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) im Kreis Steinfurt (eigene Darstellung auf Basis von [17]).....	19
Abbildung 2-9: Einfluss des Ablaufs der EEG-Förderung auf die installierte Leistung der Biomasse-/ Deponiegasanlagen im Kreis Steinfurt (eigene Darstellung auf Basis von [17])	20
Abbildung 3-1: Der Maßnahmensteckbrief als Bewertungsmatrix der definierten Maßnahmen im Masterplan Klimaschutz 2.0 mit einer Beispielmaßnahme.	24
Abbildung 4-1: Entwicklung der THG-Emissionen (in t CO ₂ e/a) in den Szenarien I-III.....	32
Abbildung 4-2: Verlauf der THG-Emissionen im Szenario I gemäß den einzelnen übergeordneten Sektoren	34
Abbildung 4-3: Verlauf der THG-Emissionen im Szenario II gemäß den einzelnen übergeordneten Sektoren	44
Abbildung 4-4: Verlauf der THG-Emissionen im Szenario III gemäß den einzelnen übergeordneten Sektoren	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Installierte Leistung und Stromertrag aus erneuerbaren Energien (EE) im Kreis Steinfurt im Referenzjahr 2019 [15]	17
Tabelle 4-1: Die Maßnahmen aus dem Sektor Strom.....	30
Tabelle 4-2: Die Maßnahmen aus dem Sektor Umwelt und Sonstige.....	30
Tabelle 4-3: Die Maßnahmen aus dem Sektor Wärme	31
Tabelle 4-4: Die Maßnahmen aus dem Sektor Mobilität	31
Tabelle 5-1: Ergänzende Maßnahmen zur Erreichung der THG-Neutralität.....	67
Tabelle 5-2: Die Top-Maßnahmen aus der Kategorie Umsetzbarkeit	68
Tabelle 5-3: Die Top-Maßnahmen aus der Kategorie spezifische Kosten	68
Tabelle 5-4: Die Top-Maßnahmen aus der Kategorie THG-Einsparpotenzial.....	69
Tabelle 5-5: Die Top-Maßnahmen aus der Kategorie Wertschöpfungseffekte.....	67

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BEV	Battery Electric Vehicle
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EE	erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEX	European Energy Exchange
EU	Europäische Union
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
H ₂	Wasserstoff
PPA	Power Purchase Agreements
PV	Photovoltaik
t CO ₂ e/a	Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent pro Jahr
THG	Treibhausgas
VZÄ	Vollzeitbeschäftigungsverhältnis (Vollzeitäquivalente)

7 Anhang

7 Anhang

Die verwendeten Treibhausgas-Emissionsfaktoren

Emissionsfaktoren gemäß Umweltbundesamt (UBA) und GEMIS 4.9.4

Option	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (kg CO _{2e} /kWh)	Quelle
Wasser-Kraftwerk > 10 MW	0,003	[33]
Wind Park onshore	0,009	[33]
Solar-PV (monokristallin)	0,130	[33]
Solar-PV (polykristallin)	0,063	[33]
Geothermie (ORC)	0,096	[33]
Deponiegas-GM	0,003	[33]
Klärgas-BHKW	0,003	[33]
Biogas-Gülle-BHKW	0,067	[33]
Biogas-Mais-BHKW	0,194	[33]
Biogas-BHKW-Mittelwert	0,148	[33]
Rapsöl-BHKW	0,286	[33]
(Alt)Holz-Kraftwerk	0,018	[33]
Nah-/Fernwärme*	0,28	[34]
Heizöl leicht	0,266	[34]
Heizöl schwer	0,294	[34]
Erdgas	0,201	[34]
Steinkohle	0,337	[34]
Braunkohle	0,381	[34]
Biomasse Holz	0,029	[34]
Pellets	0,023	[34]
Biogas	0,148	[34]
Wasserstoff aus Post EEG-Anlagen (Wind und PV)	0,0437	Eigene Berechnung auf Grundlage von [16, 33, 35]

Faktoren Deutscher Strommix 2018

Option	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (kg CO _{2e} /kWh)	Quelle
Deutscher Strommix	0,468	Eigene Berechnung auf Grundlage von [16, 33]
EE-Strom in Deutschland	0,056	Eigene Berechnung auf Grundlage von [16, 33]
Bezugsstrom Kreisverwaltung	0,375	Eigene Berechnung auf Grundlage von [27, 33]
EE-Strom 2018 ohne Biogas für PtG	0,026	Eigene Berechnung auf Grundlage von [14, 32]

Kosten und regionale Wertschöpfungseffekte in den Szenarien I-III

Quellen			
	Maßnahme	Kosten & Spezifische Kosten	Wertschöpfung
1	PV-Ausbau auf allen öffentlichen Gebäuden	[19, 24, 33, 36]	[18, 19, 36, 37]
2	PV-Ausbau auf privaten Gebäuden	[19, 24, 33, 36]	[18, 19, 36, 37]
3	PV-Ausbau auf Gewerbegebäuden	[19, 24, 33, 36]	[18, 19, 36, 37]
4	PV-Freiflächen-Ausbau	[19, 24, 33, 36]	[18, 19, 36, 37]
5	Ausbau der Windenergie	[19, 33, 36, 47]	[18, 19, 36, 37]
6	Versorgung aller öffentlichen Gebäude mit Strom aus erneuerbaren Energien	-	[38]
7	Umstieg von fossilen Heizungen auf alternative Energieträger (Bestandsgebäude) (von Öl zu Pellet)	[39]	[19, 37]
8	Sanierungsrate von Bestandsgebäuden erhöhen	[40]	[41]
9	Anschluss aller öffentlicher Gebäude an regenerative Wärmenetze / Umstieg auf regenerative Energieträger	-	[19, 37, 38]
10	Wärmenetze in unmittelbarer Nähe zu vorhandenen Biogasanlagen	[42]	[37]
11	Klimaneutraler ÖPNV	[19, 31]	[19, 43]
12	Ausbau des Carsharings mit Elektroantrieb im urbanen Raum	[44]	[19]
13	Klimaneutrale PKW-Flotten in den Kommunen und auf Kreisebene-Umrüstung auf BEV	[44]	[43]
14	Energieeffiziente Abwasserbeseitigung im Kreis Steinfurt	[19]	[45]
15	CO ₂ -Minderungs-Gutschein	[19]	[19]
16	Aktionen zur Pflanzung von Wäldern und Wallhecken	[19, 46]	[45]
17	Ausbau der Marke Unser Landstrom	-	[38]

Weitere zur Berechnung verwendete Faktoren und Berechnungsgrundlagen

Vollaststunden/Vollbenutzungsstunden Erneuerbarer Energien in Deutschland (Stand 2019)

Art der Energieerzeugung/ Kraftwerkstyp	Vollaststunden/ Vollbenutzungsstunden [h/a]	Quelle
Biomasse	8.000	[19]
Wind Onshore	1.801	[47]
Photovoltaik (PV)	915	Mittelwert gemäß [24]

Heizwerte / Umrechnungsfaktoren

Energieträger	Heizwert	Brennwert	Einheit	Quelle
Strom	1	1	[-]	[48]
Flüssiggas	12,77	14,06	kWh/kg	[48]
Fernwärme	1	1	[-]	[48]
Heizöl leicht	9,94	10,6	kWh/l	[48]
Heizöl schwer	10,9	11,3	kWh/l	[48]
Erdgas (gemittelt L und H Gas)	9,77	10,78	kWh/m ³	[48]
Steinkohle	8,36	8,6	kWh/kg	[48]
Braunkohle	5,6	6	kWh/kg	[48]
Biomasse Holz	4,07	4,4	kWh/kg	[48]
Pellets	5	5,4	kWh/kg	[48]
Biogas	5	7,5	kWh/m ³	[48]
Biodiesel	9,04	9,78	kWh/l	[48]
Ottokraftstoff	9,02	9,92	kWh/l	[48]
Diesekraftstoff	9,96	10,66	kWh/l	[48]
Wasserstoff	33,33	39,41	kWh/kg	[35]

Sonstige Faktoren

	Wert	Einheit	Quelle
Energiebedarf Wohneinheit älter 1978	190,60	kWh/(m ² ·a)	[49]
Energiebedarf Wohneinheit 1979-1990	153,60	kWh/(m ² ·a)	[49]
Energiebedarf Wohneinheit 1991-2000	120,00	kWh/(m ² ·a)	[49]
Energiebedarf Wohneinheit nach KfW-Energieeffizienzhaus-70	50,00	kWh/(m ² ·a)	[49]

Sonstige Faktoren

	Wert	Einheit	Quelle
Durchschnittliche Wohnfläche der Altersklasse bis 1978 im Kreis Steinfurt	86,00	m ²	[49]
Durchschnittliche Wohnfläche der Altersklasse bis 1979-90 im Kreis Steinfurt	96,00	m ²	[49]
Gesamte Wohnfläche der Altersklasse bis 1979-1990 im Kreis Steinfurt	532.361,00	m ²	[29]
Gesamte Wohnfläche der Altersklasse bis 1991-2000 im Kreis Steinfurt	2.903.171,00	m ²	[29]
Energieverbrauch Diesel PKW	7,00	l/100km	[50]
Energieverbrauch Benzin PKW	7,7	l/100km	[50]
Energieverbrauch Diesel LKW	30	l/100km	[50]
Energieverbrauch Elektroauto	14,70	kWh/100 km	[51]
Wasserstoff (Bus)	9,39	kg/100 km	[31]
Wasserstoff (LKW)	8,00	kg/100 km	[31]
Wasserstoff (PKW)	0,85	kg/100 km	[31]
Jährlicher Holzzuwachs	9,00	m ³ /a	[52]
CO ₂ -Senke Buchenholz-Laufender Zuwachs der CO ₂ -Aufnahme	9.500,00	kg CO ₂ /ha·a	[53]
CO ₂ -Senke Eiche-Laufender Zuwachs der CO ₂ -Aufnahme	7.000,00	kg CO ₂ /ha·a	[53]
CO ₂ -Senke Fichte-Laufender Zuwachs der CO ₂ -Aufnahme	15.000,00	kg CO ₂ /ha·a	[53]
CO ₂ -Senke Kiefer-Laufender Zuwachs der CO ₂ -Aufnahme	9.000,00	kg CO ₂ /ha·a	[53]
CO ₂ -Senke Douglasie-Laufender Zuwachs der CO ₂ -Aufnahme	14.000,00	kg CO ₂ /ha·a	[53]
Jährliche Fahrleistung PKW	13.700,00	km/a	[50]
Jährliche Fahrleistung LKW	21.300,00	km/a	[50]
Jährliche Fahrleistung Krafträder	2.200,00	km/a	[50]
Jährliche Fahrleistung Dienstwagen Kreis Steinfurt	15.000,00	km/a	[19]

Sonstige Faktoren

	Wert	Einheit	Quelle
Energiebedarf Kläranlagen	39,00	kWh/E a	[54]
Einsparungspotenzial Energiebedarf Kläranlagen	7,80	kWh/E a	[19]
Anzahl Einzelfeuerstätten Ölheizungen	27.283	Anzahl	[28]
Leistung der Einzelfeuerstätten Ölheizung	932,56	MW	[28]
Kosten für Dieselmotorkraftstoff	1,06	€/L	[55]
Wasserstoffbedarf Sprinter	0,84	t/a·FZ	[31]
Wasserstoffbedarf Solobus	36,40	t/a·FZ	[31]
Wasserstoffbedarf Gelenkbus	17,92	t/a·FZ	[31]
Wasserstoffbedarf Reisebus	0,70	t/a·FZ	[31]
Wasserstoffbedarf Zug	33,39	t/a·FZ	[31]
CO ₂ -Bepreisung (Beispieljahr 2021 -Startpreis)	25,00	€/t	[45]
FCEV Kleinbus 2030	53.900	€/n	[31]
FCEV Solobus	435.000	€/n	[31]
FCEV Gelenkbus	590.000	€/n	[31]
FCEV Zug	4.240.000	€/n	[31]

Übersicht der Annahmen und Entwicklungen bei der Berechnung der Szenarien

	Ist-Zustand 2020	Trendfortführung 2050	Szenario I 2050	Szenario II 2040	Szenario III 2030	Quelle
CO ₂ -Reduktionsziel		Bisherige Entwicklung wird fortgeführt	95% Einsparung ggü. 1990			
PV* (MW _p)	352,6	352,6	3.415	3.682,6	3.767,5	[18, 19]
Wind* (MW)	516,79	516,79	364,5	636,6	873,8	[18]
Biomasse* (MW)	57,75	57,75	27,9	27,9	57,7	[19]
Gesamter Endenergiebedarf (MWh/a)	12.617.724	8.516.964	8.516.964	8.516.964	8.516.964	[21]
Anteil des Sektors Strom am Endenergiebedarf (MWh/a)	2.673.661	4.867.326	4.867.326	4.357.857	3.574.706	[22]
Anteil der Elektromobilität im Bereich KFZ (%)	0,25	90	90	54	18	[19]
Anteil der H ₂ -Mobilität im Bereich LKW (%)	0	100	100	51	1	[19]

*Unter Berücksichtigung der realisierten Maßnahmen, dem Ablauf der EEG-Förderung und dem Abschalten von Anlagen auf Grund der überschrittenen Anlagenbetriebsdauer.

