



**Integriertes
Klimaschutzkonzept**

Foto © Stadt Ludwigslust

Stadt Ludwigslust



Impressum

Herausgeber

Stadt Ludwigslust

Schlossstraße 38

19288 Ludwigslust

E-Mail: info@ludwigslust.de

Website: www.ludwigslust.de

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der Stadt Ludwigslust und der energielenker projects GmbH durchgeführt. Die Bestandteile der Energie- und THG-Bilanz und die Potenzial- und Szenarienanalyse stammen dabei von der energielenker projects GmbH.

Bearbeitung

Stadt Ludwigslust

Schlossstraße 38

19288 Ludwigslust

Ansprechperson:

Rüdiger Falk

Unterstützung durch

energielenker projects GmbH

Hüttruper Heide 90

48268 Greven

Ansprechperson:

Tim Berger

Dr. Gabi Zink-Ehlert



Förderinformation

Die Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Förderkennzeichen: 67K58936

Förderzeitraum: 01.08.2024 – 31.10.2026



Haftungsausschluss

Die in diesem Klimaschutzkonzept enthaltenen Informationen wurden mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und geprüft. Dennoch kann keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte übernommen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	7
Zusammenfassung	8
Vorwort des Bürgermeisters.....	9
1 Hintergrund und Motivation	10
1.1 Ablauf und Projektzeitplan	10
1.1.1 Vorbereitungsphase.....	10
1.1.2 Konzepterstellung.....	10
1.1.3 Umsetzung.....	11
1.1.4 Evaluation.....	11
2 Aktueller Stand der Klimaschutzarbeit	12
3 Energie- und Treibhausgasbilanz	14
3.1 Grundlagen der Bilanzierung	14
3.2 Datenerhebung	15
3.3 Endenergieverbrauch.....	16
3.4 Treibhausgas-Emissionen	19
3.5 Regenerative Energien	23
3.6 Zusammenfassung.....	25
4 Potenzialanalyse.....	26
4.1 Private Haushalte	27
4.2 Wirtschaft	29
4.3 Verkehr	31
4.4 Erneuerbare Energien	33
5 Szenarien zur Energieeinsparung und THG-Minderung	43
5.1 Referenzszenario	43
5.2 Klimaschutzszenario.....	46
5.3 Instruktionen aus dem Klimaschutzszenario	53

6	Beteiligungsprozess	54
7	Ziele und Strategien.....	56
8	Handlungsfelder und Maßnahmen.....	59
9	Verstetigungsstrategie.....	59
10	Umsetzungskontrolle/Controlling.....	61
11	Kommunikation	64
	Literaturverzeichnis.....	66
	Abkürzungsverzeichnis.....	70
12	Anhang.....	71
12.1	Nachrichtliche Darstellung der THG-Emissionen nach lokalem Strommix.....	71
12.2	Maßnahmensteckbriefe	

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1-1: Projektzeitplan für die Erstellung des iKSK der Stadt Ludwigslust</i>	11
<i>Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch nach Sektoren</i>	17
<i>Abbildung 3-2: Endenergieverbrauch nach Energieträgern</i>	18
<i>Abbildung 3-3: Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen und Flotte</i>	19
<i>Abbildung 3-4: THG-Emissionen nach Sektoren</i>	20
<i>Abbildung 3-5: THG-Emissionen nach Energieträgern</i>	21
<i>Abbildung 3-6: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern</i>	23
<i>Abbildung 3-7: Erneuerbare Energien zur Stromproduktion im Stadtgebiet</i>	23
<i>Abbildung 3-8: Einspeisemengen Strom aus erneuerbaren Energien</i>	24
<i>Abbildung 3-9: Erneuerbare Wärmebereitstellung</i>	24
<i>Abbildung 3-10: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern</i>	25
<i>Abbildung 4-1: Flughöhe eines Klimaschutzkonzepts (energielenker projects GmbH)</i>	26
<i>Abbildung 4-2: Sanierungspfad und Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor private Haushalte</i>	28
<i>Abbildung 4-3: Endenergieverbrauch der Wirtschaft nach Anwendungsbereichen</i>	30
<i>Abbildung 4-4: Entwicklung der Fahrleistung und des Endenergieverbrauchs nach Antriebsart</i>	32
<i>Abbildung 4-5 Erläuterung der Potenzialbegriffe (energielenker projects GmbH in Anlehnung an (Averdung Ingenieure & Berater und ZEBAU GmbH, 2023)</i>	34
<i>Abbildung 4-6: Ausschnitt aus der Teilfortschreibung RREP WM aus dem April 2024)</i>	35
<i>Abbildung 4-7: FFPV-Potenziale in der Stadt Ludwigslust</i>	37
<i>Abbildung 4-8: Bioenergiepotenziale der Stadt Ludwigslust</i>	40
<i>Abbildung 5-1: Entwicklung Endenergieverbrauch im Referenzszenario</i>	44
<i>Abbildung 5-2: Entwicklung THG-Emissionen im Referenzszenario</i>	45
<i>Abbildung 5-3: Entwicklung Wärmeverbrauch im Klimaschutzszenario</i>	47
<i>Abbildung 5-4: Entwicklung Endenergieverbrauch im Verkehrssektor im Klimaschutzszenario</i>	48
<i>Abbildung 5-5: Entwicklung Stromverbrauch im Klimaschutzszenario</i>	49
<i>Abbildung 5-6: Ausbaupfad erneuerbare Energien und Deckungsanteil am Stromverbrauch</i> ...	51
<i>Abbildung 5-7: Entwicklung Endenergieverbrauch im Klimaschutzszenario</i>	52
<i>Abbildung 5-8: Entwicklung THG-Emissionen im Klimaschutzszenario</i>	53
<i>Abbildung 12-1: Einfluss des lokalen Strommix auf die THG-Emissionen des Energieträgers Strom</i>	71
<i>Abbildung 12-2: Gegenüberstellung der THG-Emissionen nach bundesweitem und lokalem Strommix - Stadt Ludwigslust:</i>	72

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Emissionsfaktoren der Energieträger</i>	15
<i>Tabelle 2: Datengüte der Bilanz</i>	16
<i>Tabelle 3: THG-Emissionen pro Einwohner*in</i>	22
<i>Tabelle 4: Potenzieller Strom- und Wärmeertrag durch erneuerbare Energien</i>	33
<i>Tabelle 7: EE-Äquivalente zur Deckung des Stromverbrauchs im Klimaschutzszenario</i>	50

Zusammenfassung

Die Bundesregierung und Landesregierung MV haben sich das Ziel der Treibhausgasneutralität gesetzt. Die praktische Umsetzung von entsprechenden Maßnahmen muss vor allem auf der kommunalen und regionalen Ebene erfolgen. Ludwigslust muss aktiv an diesem Strukturwandel mitwirken, um dadurch eine positive kommunale Entwicklung zu erreichen.

Dieses KSK unterstützt Ludwigslust für eine gleichermaßen ökologisch wie ökonomisch nachhaltige Klimaschutzpolitik. Der Aufbau dieses KSK orientiert sich an den Vorgaben des BMUV/ZUG. Der erste Schritt war die Erstellung einer Energie- und THG-Ausgangsbilanz der Stadt Ludwigslust. Anhand dieser Bilanz ist zu erkennen, wie hoch der Energieverbrauch und die THG-Emissionen 2022 gewesen sind und welche Sektoren dafür maßgeblich relevant waren. Hauptbestandteil des KSK ist der Maßnahmenkatalog als separater Teil 2 zum Konzept. Er dient dazu, die Handlungsoptionen der Stadt Ludwigslust aufzuzeigen, mit denen diese die Klimaschutzziele in Kooperation mit weiteren Akteuren erreichen kann.

Die aufgeführten Handlungsfelder sind:

- ▶ **Kommune als Klimaschützerin**
- ▶ **Klimafolgenanpassung**
- ▶ **nachhaltige Mobilität**
- ▶ **erneuerbare Energien**
- ▶ **Klima- und Umweltbildung**
- ▶ **private Haushalte**
- ▶ **klimafreundliche Wirtschaft**
- ▶ **handlungsübergreifend Maßnahmen**

Generell wird der Maßnahmenkatalog in den nächsten Jahren die Grundlage des kommunalen Klimaschutzes der Stadt Ludwigslust bilden. Durch die Umsetzung der Maßnahmen soll zudem die regionale Wertschöpfung positiv beeinflusst werden. Aufbauend auf der Bestandserhebung im ersten Teil des Klimaschutzkonzeptes erfolgt anschließend die Ermittlung des Potenzials zur Reduktion der THG-Emissionen in Ludwigslust. Aus den Grundlagen der Energie- und Treibhausgasbilanzierung sowie den erhobenen Potenzialen zur Energieeinsparung und dem Ausbau der Erneuerbaren Energien, werden Szenarien für die Energie- und Emissions-Einsparungen bis zum Jahr 2040 abgeleitet. Die wichtigsten Potenziale zur Verringerung des Endenergieverbrauches liegen in Ludwigslust in den Bereichen Wärme (Tiefengeothermie) sowie Ausbau der Erneuerbaren Energien. Anhand der Szenarien wurden Ziele für die Klimaschutzpolitik für die nächsten Jahre hergeleitet. Bei der Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes sind eine Reihe volkswirtschaftlicher Effekte zu erwarten, darunter Verlagerungseffekte in der Wertschöpfung oder auch Arbeitsmarkteffekte in den Sektoren Handwerk, Dienstleistung, Gewerbe und Industrie, bspw. durch Investitionen in Sanierungsprojekte und Erneuerbare Energien. Für den Umsetzungsprozess ist ein lokales Akteursnetzwerk wichtig. Gleichzeitig muss die Umsetzung überwacht und gesteuert werden, damit das Integrierte Klimaschutzkonzept erfolgreich umgesetzt werden kann. Ziel ist eine deutliche Treibhausgasreduktion auf unter 2,1 CO₂e pro Kopf bis spätestens 2045. Nur dadurch werden unsere nachfolgenden Generationen in einer Welt leben können, welche eine ähnliche Lebensqualität hat, wie die unsere.

„Auf Veränderungen zu hoffen, ohne selbst etwas dafür zu tun, ist wie am Bahnhof zu stehen und auf ein Schiff zu warten.“

(Albert Einstein)

Vorwort des Bürgermeisters

Sehr geehrte Bürgerinnen und Bürger,

bereits 2015 sagte der ehemalige US-Präsident und Friedensnobelpreisträger Barack Obama:

„Wir sind nicht die letzte Generation, die den Klimawandel erleben wird – aber wir sind die letzte Generation, die etwas dagegen tun kann.“

Als Bürgermeister der Stadt Ludwigslust ist es mir ein wichtiges Anliegen, dass wir unseren Beitrag zur Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels und zum Schutz unseres Klimas leisten. Ich freue mich daher, Ihnen das Klimaschutzkonzept unserer Stadt und der Ortsteile vorstellen zu können. Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Seine Folgen spüren wir längst auch in unserer Region – durch häufigere und intensivere Starkregenereignisse, Hitzeperioden und Dürren. Diese Veränderungen betreffen nicht nur unsere Umwelt, sondern auch unser tägliches Leben. Wir haben uns daher als Stadt Ludwigslust das Ziel gesetzt, unseren CO₂-Ausstoß deutlich zu reduzieren und unsere Kommune nachhaltiger und klimafreundlicher zu gestalten. Mit dem vorliegenden Klimaschutzkonzept liegt nun ein umfassender Handlungsleitfaden vor, der uns dabei hilft, die Klimaschutzziele der Bundesregierung und des Landes Mecklenburg-Vorpommern zu erreichen. Eines ist sicher: Die Umsetzung des Konzeptes ist eine Gemeinschaftsaufgabe! Sie kann nur gelingen, wenn Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen, Verbände, Politik und Verwaltung gemeinsam an einem Strang ziehen – und wenn Land und Bund die notwendigen finanziellen Rahmenbedingungen schaffen. Ich möchte Sie daher herzlich einladen, sich aktiv an diesem Prozess zu beteiligen. Jeder von uns kann einen Beitrag leisten: durch energiesparendes Verhalten im Alltag, den Einsatz erneuerbarer Energien oder den Umstieg auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel. Jede Maßnahme zählt.

Ich danke allen, die an der Erstellung dieses Klimaschutzkonzeptes mitgewirkt haben, und freue mich auf eine engagierte und erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Stefan Pinnow

Bürgermeister der Stadt Ludwigslust

1 Hintergrund und Motivation

Die Stadt Ludwigslust hat sich zum Ziel gesetzt, ihre Energie- und Klimaschutzarbeit gezielt zu verstärken und weiterzuentwickeln. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde beschlossen, dem Thema Klimaschutz eine höhere Priorität einzuräumen und die bestehenden Bemühungen durch ein umfassendes Klimaschutzkonzept zu bündeln. Dieses Konzept bildet die Grundlage für eine nachhaltige und qualitativ hochwertige lokale Klimaschutzarbeit, die die Zukunft der Stadt aktiv gestaltet.

Ein zentraler Gedanke dabei ist, das kommunale Handeln mit den Aktivitäten und Interessen aller Akteurinnen und Akteure in der Stadt zu verknüpfen. Durch die Einbindung verschiedener Beteiligter soll zielgerichtet auf die eigenen Klimaschutzziele hingearbeitet werden. Das Klimaschutzkonzept ermöglicht es, vorhandene Einzelaktivitäten, Potenziale und bereits durchgeführte Projekte zu bündeln, um Synergieeffekte zu schaffen und zu nutzen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Identifikation von Potenzialen in den Verbrauchssektoren Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Verwaltung. Ziel ist es, diese Potenziale in ein langfristig umsetzbares Handlungskonzept zur Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen zu integrieren. Das Klimaschutzkonzept dient somit als Werkzeug, um die Energie- und Klimaarbeit sowie die zukünftige Klimastrategie der Stadt konzeptionell, vorbildlich und nachhaltig zu gestalten.

Nicht zuletzt soll das Klimaschutzkonzept auch die Motivation der Einwohnerinnen und Einwohner fördern, selbst aktiv zu werden. Es soll ein Anstoß sein, weitere Akteurinnen und Akteure zum Mitmachen zu bewegen. Denn nur durch die Zusammenarbeit aller Beteiligten kann es gelingen, die gesteckten Klimaziele zu erreichen und eine nachhaltige Zukunft für Ludwigslust zu sichern.

1.1 Ablauf und Projektzeitplan

Die Entwicklung des Klimaschutzkonzeptes für Ludwigslust erfolgte in mehreren aufeinander abgestimmten Phasen. Dieser strukturierte Prozess gewährleistete eine fundierte Analyse, zielgerichtete Maßnahmenplanung und nachhaltige Umsetzung. Im Folgenden wird der Ablauf dargestellt:

1.1.1 Vorbereitungsphase

- ▶ Bedarfsanalyse: Prüfung, ob die Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes das geeignete Instrument ist, um die Klimaziele der Stadt Ludwigslust zu erreichen.
- ▶ Ressourcenplanung: Abschätzung des Personalbedarfs, der finanziellen Mittel sowie möglicher externer Unterstützung.
- ▶ Projektstruktur: Festlegung der Projektleitung sowie Erstellung eines detaillierten Zeitplans.
- ▶ Beschlussfassung: Vorbereitung und Einholung der politischen Entscheidung für die Durchführung des Projektes.

1.1.2 Konzepterstellung

- ▶ Bestandsaufnahme: Analyse der aktuellen Treibhausgasemissionen, Energieverbrauchsdaten sowie der Vulnerabilität der Stadt gegenüber den Folgen des Klimawandels.
- ▶ Potenzialanalyse: Identifikation technischer und wirtschaftlicher Möglichkeiten zur Emissionsminderung sowie zur Anpassung an den Klimawandel.

- ▶ Zielformulierung: Festlegung von kurz-, mittel- und langfristigen Zielen zur Reduktion der Treibhausgase.
- ▶ Maßnahmenplanung:

Entwicklung konkreter Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern wie:

- ▶ Kommune als Klimaschützerin (Vorbildrolle)
- ▶ Klimafolgenanpassung
- ▶ nachhaltige Mobilität
- ▶ erneuerbare Energien
- ▶ Klima- und Umweltbildung
- ▶ private Haushalte
- ▶ klimafreundliche Wirtschaft
- ▶ handlungsfeldübergreifend

Detaillierte Beschreibung der Maßnahmen, Verantwortlichkeiten, Zeitrahmen und benötigten Ressourcen.

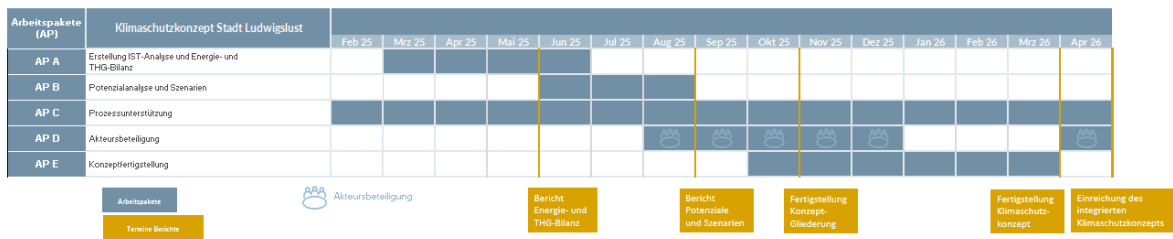


Abbildung 1-1: Projektzeitplan für die Erstellung des iKSK der Stadt Ludwigslust

1.1.3 Umsetzung

- ▶ Maßnahmenumsetzung: Durchführung der ersten geplanten Maßnahmen entsprechend dem festgelegten Zeitplan.
- ▶ Überwachung: Kontinuierliche Kontrolle des Fortschritts sowie Anpassung der Maßnahmen bei Bedarf.
- ▶ Kommunikation und Beteiligung: Information der Öffentlichkeit sowie Einbindung der Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen und weiterer Akteure. Dazu fanden verschiedene Veranstaltungen und Gesprächsrunden statt.

Beispielhaft wären zu nennen:

- ▶ Bürgerumfrage online in der Zeit ab den 20.06.2025 sechs Wochen lang
- ▶ Austauschgespräch mit den Stadtwerken Ludwigslust/Grabow
- ▶ Austauschgespräche mit den Wohnungsbaugesellschaften in Ludwigslust
- ▶ Austauschgespräch mit der VHS Landkreis Parchim und dem Zebef
- ▶ Austauschgespräche mit Fraktionen
- ▶ Austauschgespräche mit dem Jugendrat, Kleingartenbeirat, Seniorenbeirat Familienbeirat
- ▶ Bürgerversammlung zum Thema Wärmeplanung am 01.07.2025 in der Stadthalle

1.1.4 Evaluation

- ▶ Wirkungskontrolle: Überprüfung, ob die gesetzten Ziele erreicht wurden und die Maßnahmen wirksam sind.
- ▶ Berichterstattung: Regelmäßige Dokumentation und Kommunikation der Fortschritte und Ergebnisse.

- ▶ Weiterentwicklung: Anpassung und Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes basierend auf den Evaluationsergebnissen, um kontinuierlich Verbesserungen zu gewährleisten.

Hinweis: Der konkrete Zeitplan für die einzelnen Phasen hängt von den spezifischen Gegebenheiten der Stadt ab. Eine regelmäßige Überprüfung und flexible Anpassung des Zeitrahmens sind essenziell, um auf Veränderungen reagieren zu können und den Erfolg des Klimaschutzkonzeptes sicherzustellen.

2 Aktueller Stand der Klimaschutzarbeit

Um den aktuellen Stand der Klimaschutzarbeit in Ludwigslust darzustellen, wird im Folgenden auf bereits umgesetzte Maßnahmen eingegangen. Diese Maßnahmen dienen als Basis für den im Konzept inkludierten Maßnahmenkatalog:

Bereits umgesetzte Maßnahmen

Umsetzung des Grünflächenkonzepts

- ▶ Die Wechselbepflanzungen an verschiedenen innerstädtischen Standorten wird durch Staudenbeete mit Frühblüher abgelöst. Orte: Meilenstein, Platz des Friedens
- ▶ Lichtmastenbegrünung Lindenstraße/ Breite Straße
- ▶ Nachpflanzung der Baumscheiben Am Umspannwerk mit Stauden und Gehölzen
- ▶ Bepflanzung der Baumscheiben in der Käthe-Kollwitz-Straße mit streusalzresistenten Stauden und Frühblüher
- ▶ Im Stadtgebiet wurden Wildblumenwiesen angelegt bzw. gepflegt, z. B. in der Findorffstraße), auf den Brachflächen am Rodelberg in Techentin, Wöbbeliner Straße am alten BAMA - Gelände, auf der Fläche vor den Stadtwerken in der Bauernallee und Am Alten Forsthof. Sie dienen als ökologische Nische für Bienen, Insekten und Vögel.
- ▶ Pflege und Schnitt der Streuobstwiesen, z. B. auf der Grünfläche zwischen dem Natureum und der Friedrich-Naumann-Allee, Parkplatz Friedrich-Naumann-Allee, Ahrensburger Ring, Timphorstweg, Am Ludwigsluster Kanal
- ▶ Schutz und gegebenenfalls Pflege der Biotope, z. B. die alte Kiesgrube im Osten am Rande der Stadt und nordwestlich von Weselsdorf
- ▶ Die Heidefläche am östlichen Stadtrand wird seit Herbst 2020 durch Ziegen beweidet, dadurch entfällt die Bewirtschaftung der Fläche mit Motorsensen.

Bauliche Maßnahmen

- ▶ Energetische Ertüchtigung der GS Kummer: Mittelfristig wird jährlich ein Unterrichtsraum energetisch ertüchtigt. Der Schwerpunkt liegt in der Reduzierung der Wärmetransmission durch Fußboden und Decke. Im Jahr 2019 wurde ein Raum bereits entsprechend umgebaut, weitere Mittel sind im Haushalt eingestellt.

- ▶ Anbau Kita Kummer und Neubau des Platzhauses in der Helene-von-Bülow-Straße (2020): Nutzung von Bauweisen und Baustoffen aus nachhaltiger Erzeugung, die rückstandsfrei entsorgt werden können. Dadurch erfolgt eine Reduzierung der CO₂-Emissionen.
- ▶ Erweiterungsbau Grundschule Techentin (2020-2022): Bau in Passivhausbauweise und als kompletter Holzbau. Der Energieverbrauch sinkt um 50% gegenüber einer „Standard-Schule“ und der Ausstoß von CO₂-Emissionen um mehr als 50%.

Förderung der E-Mobilität

- ▶ Durch die Stadtwerke wurde eine E-Ladesäule auf dem Besucherparkplatz des Rathauses und eine weitere Ladesäule im Wasserturmweg installiert.
- ▶ Weitere Säulen im Stadtgebiet sind von den Stadtwerken bereits geplant, z. B. an der Alexandrinenresidenz, 2 Säulen bei der Sparkasse, auf dem Parkplatz Storchenest und am Bahnhof.
- ▶ Im Jahr 2018 wurde erstmals ein Elektroauto als Dienstwagen der Stadt angeschafft. Das Fahrzeug wird aufgrund der Reichweite besonders auf Kurzstrecken eingesetzt.
- ▶ weitere Elektroautos sind angeschafft oder befinden sich in der Ausschreibung

Arbeitsgruppe Verkehrsberuhigung

- ▶ Die Arbeitsgruppe Verkehrsberuhigung wurde am 12.03.2020 ins Leben gerufen. Zielstellung: Sicherheit und Unversehrtheit im Verkehr für alle, Mobilitätschancen für alle schaffen, Stärkung der umweltfreundlichen Verkehrsmittel, Grundlagen für weitere Arbeit zusammentragen.

Bildungsarbeit

- ▶ Jedes Jahr im Frühjahr findet landesweit die Waldolympiade statt. In der Zusammenarbeit mit dem Ministerium beteiligt sich die Stadt Ludwigslust mit den 4. Klassen an diesem Projekt. Die Schüler setzen sich dabei mit der Natur und dem Klimaschutz auseinander.
- ▶ Der Naturlehrpfad im Schlosspark wurde wiederhergestellt. Der frühere Rundkurs wurde an einen ca. 1 km langen Hauptweg verlegt, der vom Pferdedenkmal bis hin zum Jagdstern führt. (2018-2019)

Kindergärten

- ▶ In den Kindertagesstätten der Stadt wird spielerisch auf das Thema Klimaschutz aufmerksam gemacht, so dass sich bereits die Kleinsten mit diesem Thema beschäftigen und ein Umweltbewusstsein entwickeln.
- ▶ Kennzeichnung der Mülleimer zur Mülltrennung, Verzicht von Plastikbeuteln bei Papierabfalleimern
- ▶ Anschaffung von nachhaltigem Spielzeug, insbesondere aus Holz
- ▶ Bei Geschenkverpackungen wird auf Plastikfolie und Ähnliches verzichtet und andere Verpackungsmaterialien wiederverwendet.
- ▶ Vermeidung von unnötigem Entsorgen von Essensresten

- ▶ eine erste Handreichung wurde 2025 erstellt und in die Umsetzung gebracht

3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Ludwigslust dargestellt. Der tatsächliche Energieverbrauch ist dabei für die Bilanzjahre 2019 bis 2022 erfasst und bilanziert worden. Die Energieverbräuche werden auf Basis der Endenergie und die THG-Emissionen auf Basis der Primärenergie anhand von Emissionsfaktoren beschrieben. Die Bilanz ist vor allem als Mittel der Selbstkontrolle zu sehen. Die Entwicklung auf dem eigenen Stadtgebiet lässt sich damit gut nachzeichnen.

3.1 Grundlagen der Bilanzierung

Zur Bilanzierung wurde die speziell zur Anwendung in Kommunen entwickelte Plattform „Klimaschutz-Planer“ (online abrufbar unter <https://www.klimaschutz-planer.de>) verwendet. Bei dieser Plattform handelt es sich um ein Instrument zur Bilanzierung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen. Dabei wird die vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) entwickelte „Bilanzierungs-Systematik Kommunal“ (BISKO) angewandt.

Leitgedanke des vom BMU geförderten Vorhabens war die Entwicklung einer standardisierten Methodik, welche die einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht und somit eine Vergleichbarkeit der Bilanzergebnisse zwischen den Kommunen erlaubt. Bei der Bilanzierung nach BISKO wird das sogenannte Territorialprinzip verfolgt. Diese auch als „endenergiebasierte Territorialbilanz“ bezeichnete Vorgehensweise betrachtet alle im Untersuchungsgebiet anfallenden Endenergieverbräuche und ordnet diese den Sektoren Private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Industrie/Verarbeitendes Gewerbe, Kommunale Einrichtungen und Verkehr zu (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2019).

Auch zur Bilanzierung des Sektors Verkehr findet somit das Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz Anwendung. Diese umfasst sämtliche motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr. Harmonisierte und aktualisierte Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich stehen in Deutschland durch das TREMOD¹ zur Verfügung. Diese werden in Form von nationalen Kennwerten differenziert nach Verkehrsmittel, Energieträger und Straßenkategorie bereitgestellt (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2019).

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen berechnet. Dabei werden nicht-witterungsbereinigte Verbräuche genutzt, um die tatsächlich entstandenen Emissionen darzustellen. Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase (bspw. N₂O und CH₄) in Form von CO₂-Äquivalenten (CO₂e) inklusive energiebezogener Vorketten mit ein. Sogenannte graue Energie (bspw. Energieaufwand von konsumierten Produkten sowie Energie, die von der Bevölkerung außerhalb der Stadtgrenzen verbraucht wird) findet im Rahmen der Bilanzierung keine Berücksichtigung (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2019).

Die empfohlenen Emissionsfaktoren beruhen auf Annahmen und Berechnungen des ifeu, des GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) sowie auf Richtwerten des Umweltbundesamtes (UBA). Hinsichtlich des Emissionsfaktors für Strom gilt, dass gemäß

¹ Das Transport Emission Model (TREMOM) bildet den motorisierten Verkehr hinsichtlich seiner Verkehrs- und Fahrleistungen, Energieverbräuche sowie Klimagas- und Luftschadstoffemissionen ab (ifeu, 2022).

BISKO der Bundesstrommix herangezogen wird. In Tabelle 1 werden die Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger dargestellt:

Tabelle 1: Emissionsfaktoren der Energieträger

Emissionsfaktoren der Energieträger			
Energieträger	gCO ₂ e/kWh	Energieträger	gCO ₂ e/kWh
Strom	478	Flüssiggas	276
Heizöl	318	Braunkohle	411
Erdgas	247	Steinkohle	438
Holz	22	Heizstrom	478
Umweltwärme	150	Sonstige Erneuerbare	25
Sonnenkollektoren	25	Sonstige Konventionelle	330
Biogase	110	Benzin	322
Abfall	27	Diesel	327
Kerosin	322	Biodiesel	118



Grenzen der „Bilanzierungs-Systematik Kommunal“ (BISKO)

Da nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip bilanziert wird, entfällt eine Betrachtung weiterer Emissionen aus anderen nicht-energetischen Teilbereichen wie etwa Emissionen aus Industrieprozessen, Landwirtschaft, LULUCF, Abfallwirtschaft etc. (UBA, 2020).

3.2 Datenerhebung

Der Endenergieverbrauch der Stadt Ludwigslust wurde differenziert nach Energieträgern berechnet. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger (z. B. Strom und Erdgas) wurden vom Netzbetreiber Stadtwerke Ludwigslust-Grabow GmbH der Stadt Ludwigslust bereitgestellt. Die Angaben zum Ausbau erneuerbarer Energien stützen sich auf die EEG-Einspeisedaten und wurden ebenfalls vom genannten Netzbetreiber bereitgestellt. Der Sektor kommunale Einrichtungen erfasst die stadteigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten. Die Verbrauchsdaten wurden in den einzelnen Fachabteilungen der Stadtverwaltung erhoben und übermittelt.

Nicht-leitungsgebundene Energieträger werden in der Regel zur Wärmeerzeugung genutzt. Hierzu zählen etwa Heizöl, Biomasse, Flüssiggas, Steinkohle, Umweltwärme und Solarthermie. Die Erfassung der Verbrauchsmengen dieser Energieträger und aller nicht durch die Netzbetreiber bereitgestellten Daten erfolgte durch Hochrechnungen von Bundesdurchschnitts-, Landes- und Regional-Daten im Klimaschutz-Planer. Dies geschieht auf Basis lokalspezifischer Daten der Schornsteinfegerinnung sowie Bafa-Förderdaten.

Für die vorliegende Bilanz der Stadt Ludwigslust konnte mittels der erfassten Daten eine Gesamtdatengüte von 0,71 für das Jahr 2022 erreicht werden. Dabei setzt sich diese wie folgt zusammen:

Tabelle 2: Datengüte der Bilanz

Sektor	2019	2020	2021	2022
Private Haushalte	0,88	0,88	0,89	0,88
Industrie	0,67	0,68	0,61	0,70
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	0,90	0,90	0,91	0,90
Verkehr	0,53	0,53	0,53	0,54
Kommunale Einrichtungen	1,00	1,00	1,00	1,00
Summe	0,71	0,71	0,70	0,71

Exkurs Datengüte

Die Bewertung der Datengüte findet in Abhängigkeit der jeweiligen Datenquelle statt. So wird zwischen Datengüte A/1,0 (Regionale Primärdaten), B/0,5 (Hochrechnung regionaler Primärdaten), C/0,25 (Regionale Kennwerte und Statistiken) und D/0,0 (Bundesweite Kennzahlen) unterschieden (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2019).

Eine Gesamtdatengüte von 1,00 ist im Klimaschutz-Planer schon wegen des Sektors Verkehr nicht zu erreichen. Nach Aussagen der Verantwortlichen des Klimaschutz-Planers handelt es sich im Bereich von 0,70 bis 0,85 um eine „sehr gute“ Datengüte. Eine Datengüte oberhalb von 0,50 wird als mindestens erstrebenswert angesehen.

3.3 Endenergieverbrauch

Auf Grundlage der erhobenen Daten werden die Ergebnisse des Endenergieverbrauchs aufgeschlüsselt nach Sektoren und Energieträgern sowie separat für die kommunalen Einrichtungen erläutert.

Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Auf der nachfolgenden Seite ist der Endenergieverbrauch der Stadt Ludwigslust nach Sektoren und Energieträgern dargestellt. Wie auf der Abbildung 3-1 zu sehen ist, beträgt der Endenergieverbrauch der Stadt Ludwigslust im Jahr 2022 insgesamt 297,4 GWh. Im Jahr 2021 waren es 327,0 GWh was einer Reduzierung von etwa 9,05 % entspricht. Für das Bilanzjahr 2022 weist der Sektor Verkehr mit 37 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch auf, was 108,8 GWh entspricht. Darauf folgt der Sektor Haushalte mit 85,9 GWh und 29 % am Endenergieverbrauch. Den höchsten Energieverbrauch verzeichnete die Stadt im Jahr 2021 mit 327 GWh. Auffällig ist dabei der Rückgang des Anteils des Verkehrssektors von 36 % auf 32 %. Im darauffolgenden Jahr sank der Gesamtenergieverbrauch erneut um 9,1 %, während der Anteil des Verkehrssektors am Gesamtverbrauch wieder auf 37 % anstieg.

Der Endenergieverbrauch der Stadt Ludwigslust betrug im Bilanzjahr 2022 297,4 GWh

Wird der Endenergieverbrauch nun nach Energieträgern aufgeschlüsselt, entsteht für die Bilanzjahre 2019 bis 2022 die Abbildung 3-2. Hier ist zu erkennen, dass ein Großteil der Endenergie zur Wärmeversorgung sowie im Verkehrssektor benötigt wird. Dabei kommen sowohl bei der Wärme als auch im Verkehr im Wesentlichen fossile Brenn- und Kraftstoffe zum Einsatz. Erneuerbare Wärme hingegen ist mit einem nur relativ geringen Anteil vertreten.

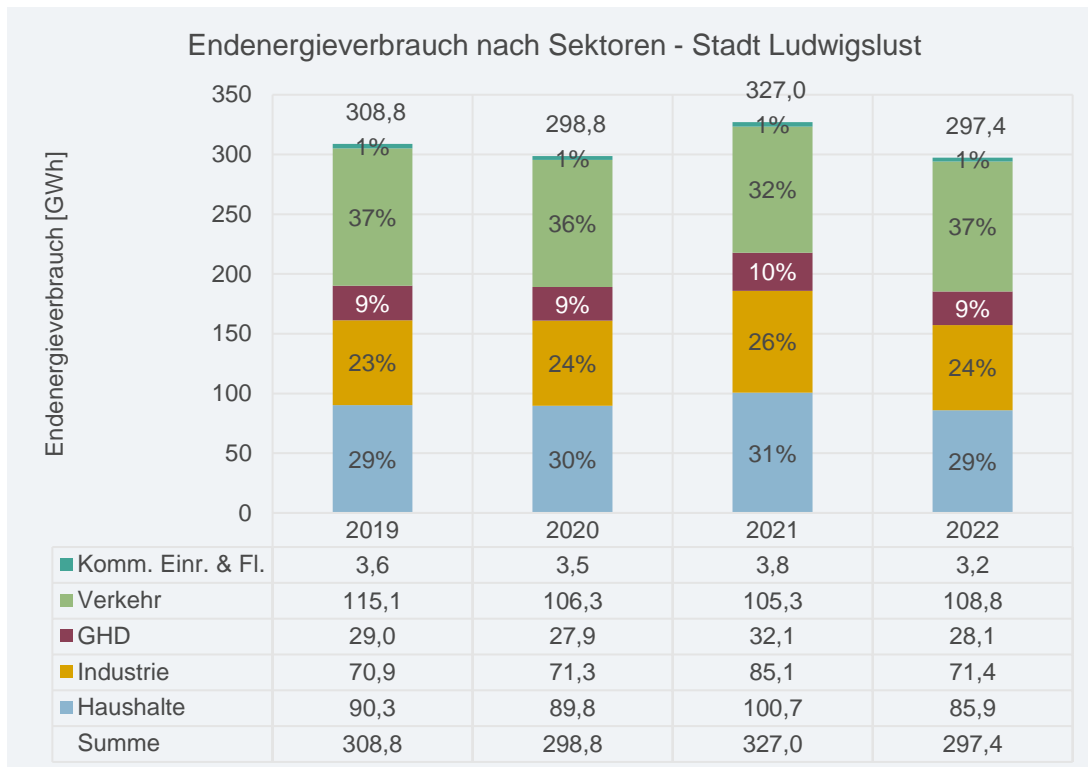


Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch nach Sektoren

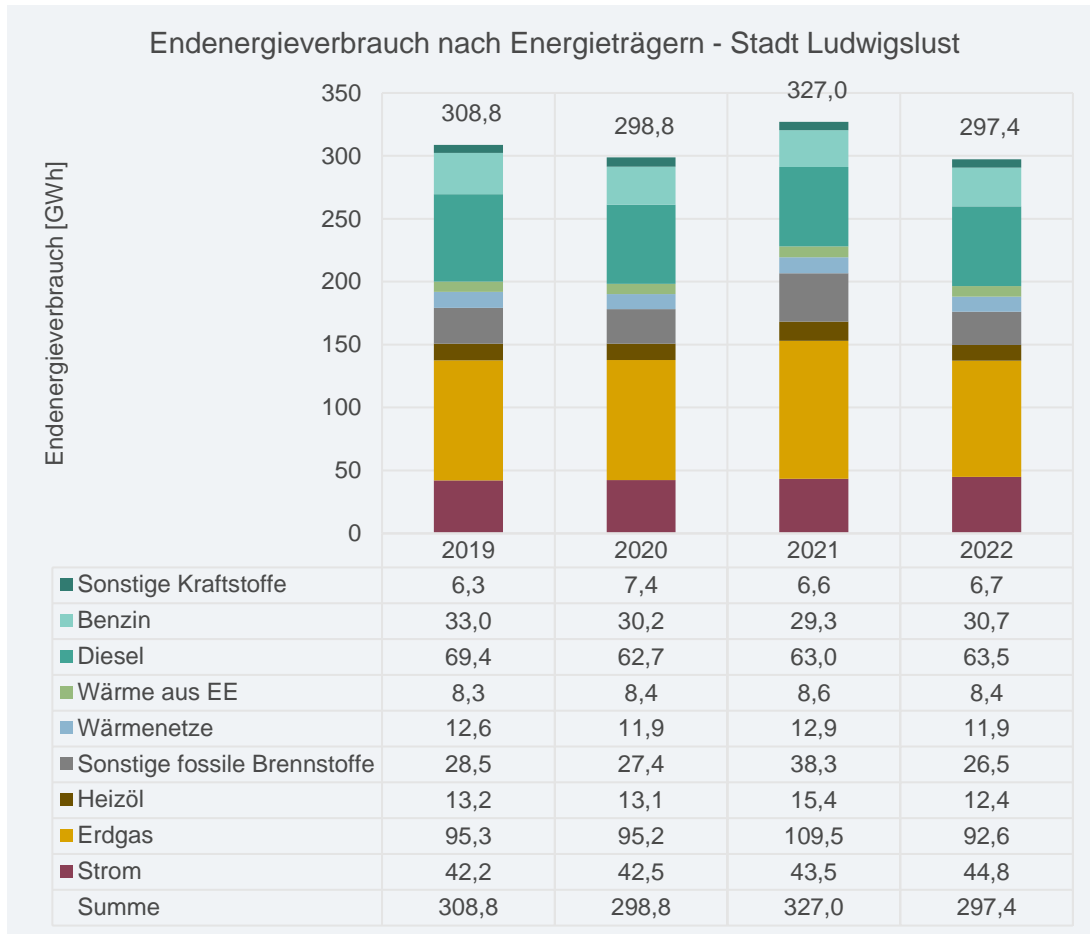


Abbildung 3-2: Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen und der kommunalen Flotte

Die kommunalen Einrichtungen machen zwar lediglich rund 1 % des gesamten Endenergieverbrauchs aus, liegen jedoch im direkten Einflussbereich der Kommune und haben eine Vorbildfunktion. Daher werden in der folgenden Abbildung 3-3, analog zum bisherigen Vorgehen, die Endenergieverbräuche der kommunalen Einrichtungen sowie der kommunalen Flotte aufgeschlüsselt nach Energieträgern dargestellt.

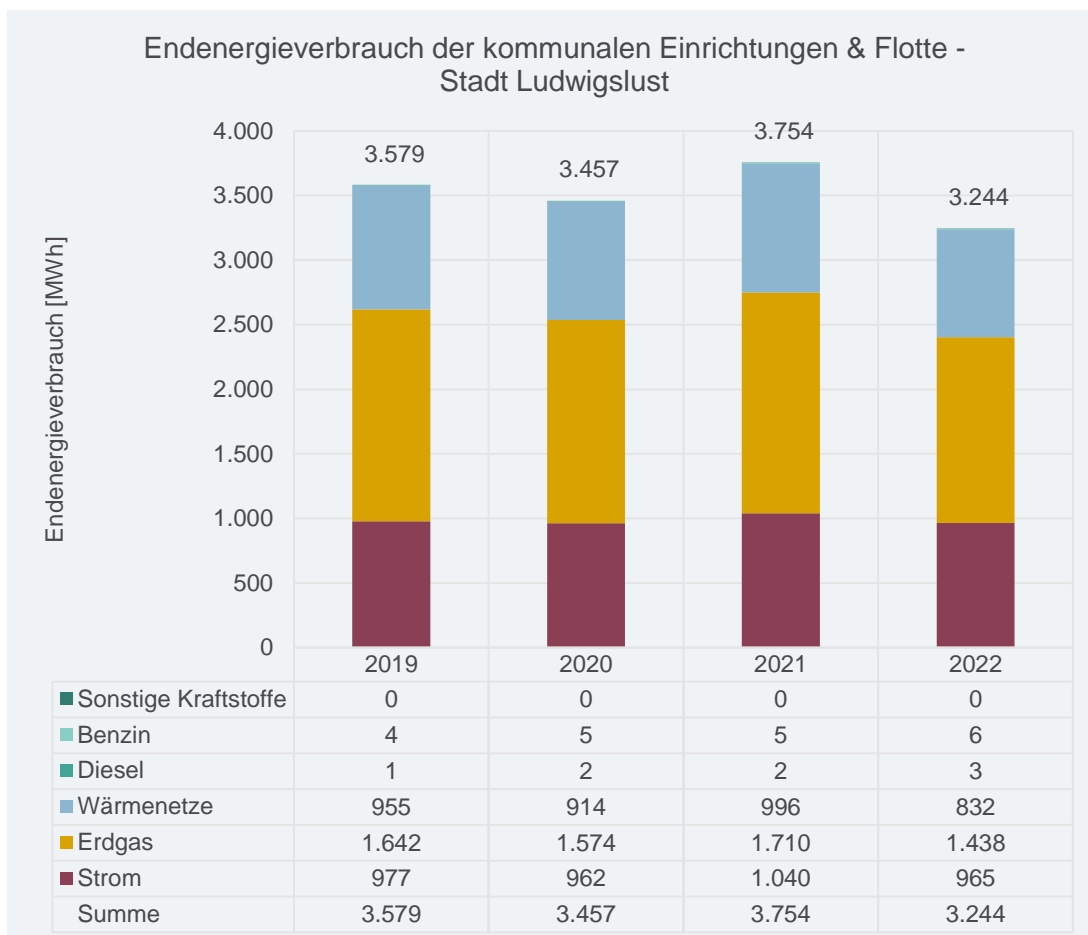


Abbildung 3-3: Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen und Flotte

Es wird deutlich, dass die Stadt Ludwigslust vor allem emissionsintensive Brenn- und Kraftstoffe wie Erdgas und Benzin nutzt. Wärme aus erneuerbaren Energien kommt hingegen in der kommunalen Verwaltung bislang nicht zum Einsatz. Mit Ausnahme des Ausreißerjahres 2021 ist der Gesamtenergieverbrauch der Stadt von 2019 bis 2022 kontinuierlich gesunken. Im Vergleich zu 2019 beträgt die Reduzierung im Jahr 2022 insgesamt 9,4%.

3.4 Treibhausgas-Emissionen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern, pro Einwohner*in sowie gesondert für die kommunalen Einrichtungen erläutert.

THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

In Abbildung 3-4 werden die Emissionen in tCO₂e nach Sektoren aufgeteilt für die Jahre 2019 bis 2022 dargestellt. Im Jahr 2019 emittierte die Stadt Ludwigslust rund 96.118 tCO₂e. Ähnlich zum Endenergieverbrauch, der im zeitlichen Verlauf von 2019 bis 2020 sank, sind auch die THG-Emissionen der Stadt Ludwigslust abgesunken und betragen im Jahr 2020 rund 90.392 tCO₂e. Die meisten Treibhausgasemissionen verursacht im Bilanzjahr 2022 der Verkehrssektor mit rund 38.032 tCO₂e (39 %). Die Industrie ist im Vergleich dazu für rund 24.413 tCO₂e (25 %) verantwortlich.

Im Bilanzjahr 2022 wurden THG-Emissionen in Höhe von 97.598 tCO₂e ausgestoßen

Werden die THG-Emissionen nach Energieträgern dargestellt (vgl. Abbildung 3-5), zeigen sich erneut die fossilen Brenn- und Kraftstoffe als besonders relevant. Während etwa die erneuerbare Wärme nur einen geringen Anteil ausmacht, stammt ein Großteil der THG-Emissionen aus dem Einsatz von Gas, Diesel und Benzin. Besonders groß ist jedoch auch der Anteil des Energieträgers Strom. Dieser stellt aufgrund des noch immer hohen THG-Emissionsfaktors des deutschen Strommixes den drittgrößten Emittenten dar.

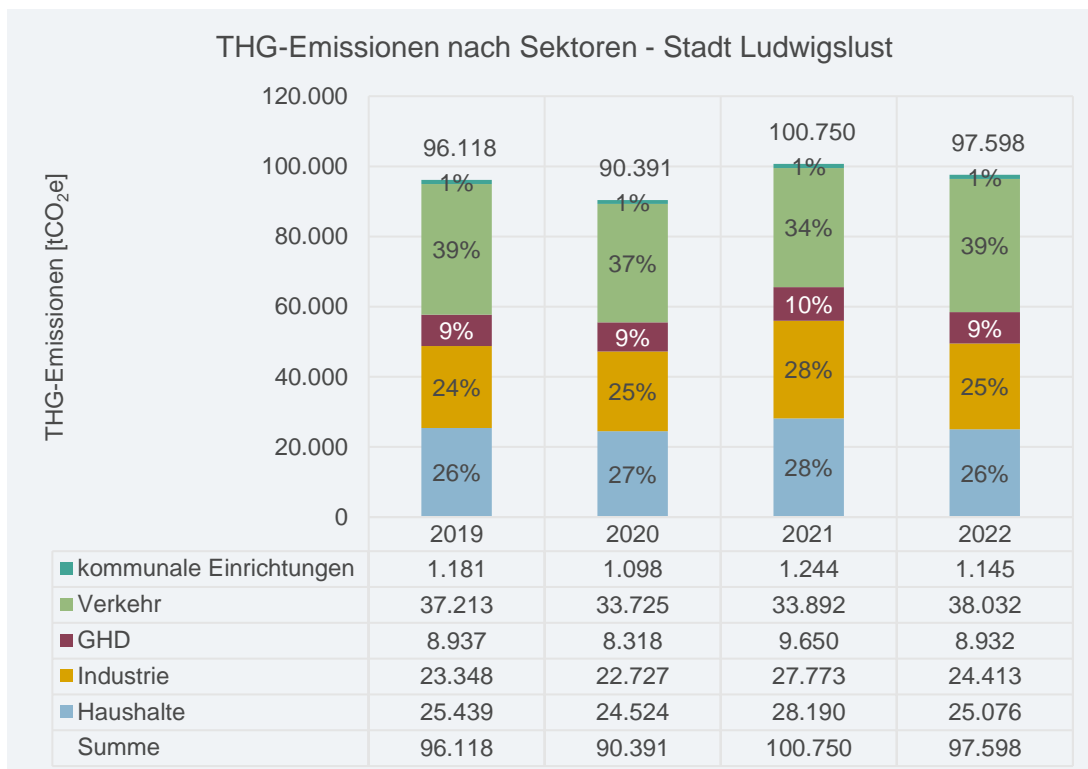


Abbildung 3-4: THG-Emissionen nach Sektoren

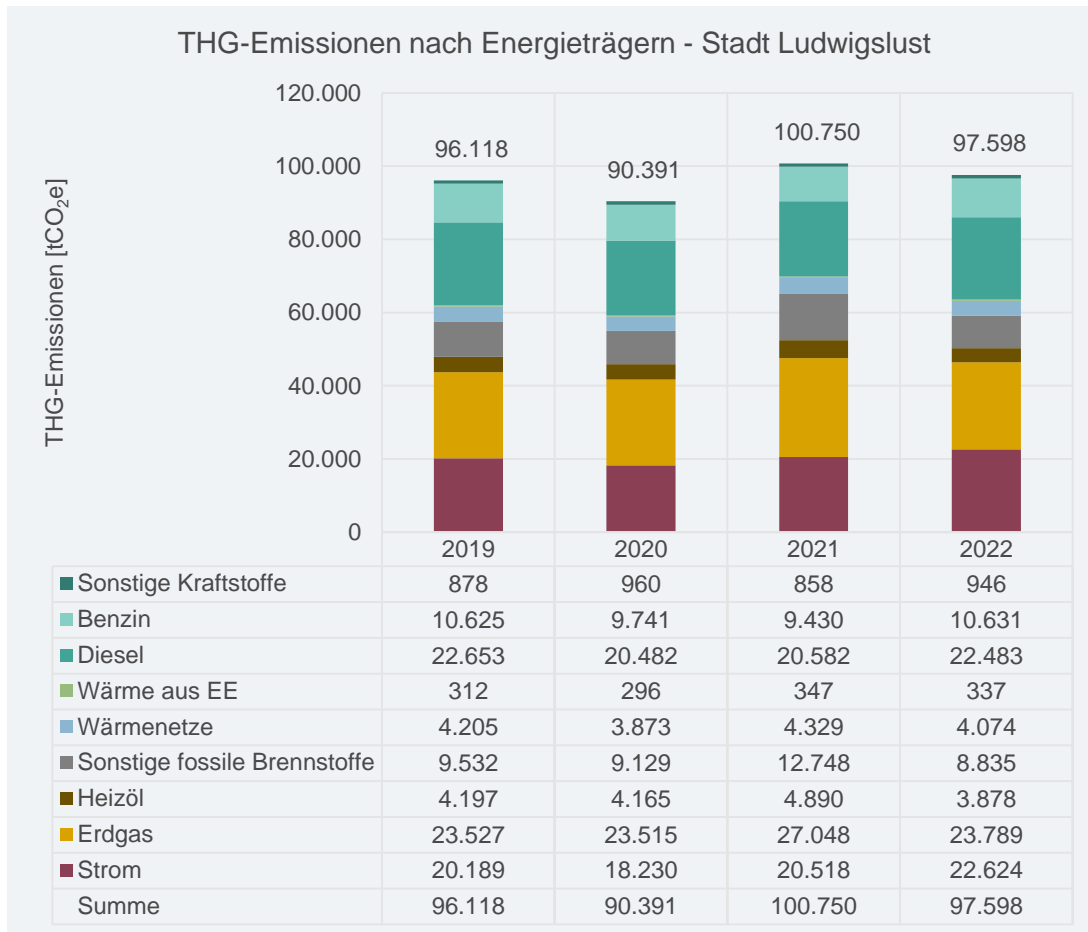


Abbildung 3-5: THG-Emissionen nach Energieträgern

THG-Emissionen pro Einwohner*in

Die absoluten Werte für die sektorspezifischen THG-Emissionen (vgl. Abbildung 3-4) werden in der Tabelle 3 auf die Einwohner*innen der Stadt Ludwigslust bezogen.

Tabelle 3: THG-Emissionen pro Einwohner*in

THG / EW	2019	2020	2021	2022
Haushalte	2,13	2,05	2,34	2,04
Industrie	1,97	1,90	2,30	1,99
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	0,75	0,70	0,80	0,73
Verkehr	3,11	2,82	2,82	3,10
Kommunale Einrichtungen	0,10	0,09	0,10	0,09
Summe	8,04	7,56	8,35	7,96

Der Bevölkerungsstand stieg im zeitlichen Verlauf von 2019 bis 2022 insgesamt leicht. Im Jahr 2020 betrug dieser 11.959 Personen, sodass sich die THG-Emissionen pro Person auf 7,56 tCO₂e beliefen. Die THG-Emissionen pro Einwohner*in sanken gegenüber 2019 um rund 6 %. Wie auch bei den absoluten Werten sind als hauptsächliche Treiber dieser Entwicklung der steigende Anteil erneuerbarer Energien am Bundesstrommix sowie für das Jahr 2020 die Einschränkungen der Pandemie zu nennen. Mit 7,56 tCO₂e lag die Stadt Ludwigslust leicht unter dem angenommenen bundesweiten Durchschnittswert für die Bilanzierung nach BSKO, der sich für 2019 auf ca. 8,1 tCO₂e/Einwohner*in beläuft (Klima-Bündnis e.V., 2022). Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die BSKO-Methodik keine graue Energie und sonstige Energieverbräuche (z. B. aus Konsum) berücksichtigt, sondern vor allem auf territorialen und leitungsgebundenen Energieverbräuchen basiert. Die mit BSKO ermittelten Pro-Kopf-Emissionen sind dadurch tendenziell geringer als nach anderen Methoden ermittelte, geläufige Werte für die Pro-Kopf-Emissionen. Der Verkehrssektor ist auch hier der stärkste Emissionstreiber. Durch die Autobahnstrecken und Bundesstraße im Stadtgebiet, die durch das Territorialprinzip nach BSKO mitbilanziert werden, entfallen sehr viele Emissionen des Verkehrs auf die Bilanz der Stadt.

2022 wurden pro Einwohner THG-Emissionen in Höhe von 7,96 tCO₂e ausgestoßen

THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen

Auch bei der Betrachtung der Emissionen durch die kommunalen Einrichtungen der Stadt Ludwigslust in Abbildung 3-6 wird die Relevanz des Energieträgers Strom besonders deutlich: Während Strom im Jahr 2022 lediglich 30 % des Gesamtenergieverbrauchs der kommunalen Einrichtungen ausmachte, betrug der Anteil an den THG-Emissionen 43 %.

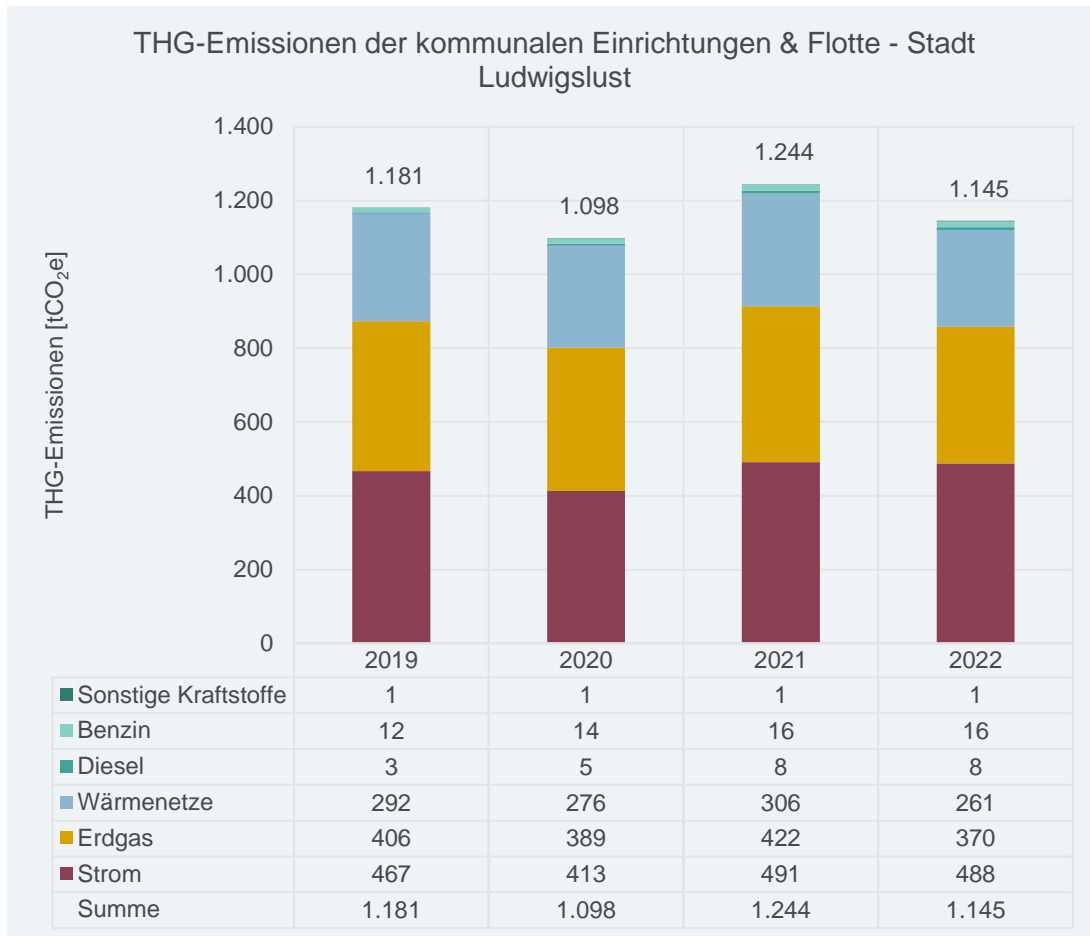


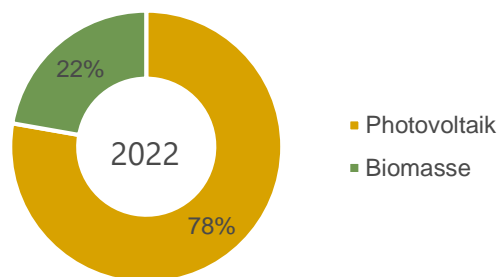
Abbildung 3-6: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern

3.5 Regenerative Energien

Neben den Energieverbräuchen und den THG-Emissionen sind auch die erneuerbaren Energien und deren Erzeugung im Stadtgebiet von hoher Bedeutung. Nachfolgend wird auf den regenerativ erzeugten Strom und die regenerativ erzeugte Wärme eingegangen.

Strom

Zur Ermittlung der Strommenge, die aus erneuerbaren Energien hervorgeht, wurden die Einspeisedaten nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) genutzt. Das nebenstehende Kreisdiagramm (Abbildung 3-7) zeigt, dass ein Großteil des regenerativ erzeugten Stroms über Photovoltaik bereitgestellt wird (78 %). Weiterer Anteil entfällt auf Biomasse (22 %).



Die nachfolgende Abbildung 3-8 zeigt die absoluten EEG-Einspeisemengen nach Energieträgern für die Jahre 2019 bis 2022 von Anlagen im Stadtgebiet.

Abbildung 3-7: Erneuerbare Energien zur Stromproduktion im Stadtgebiet

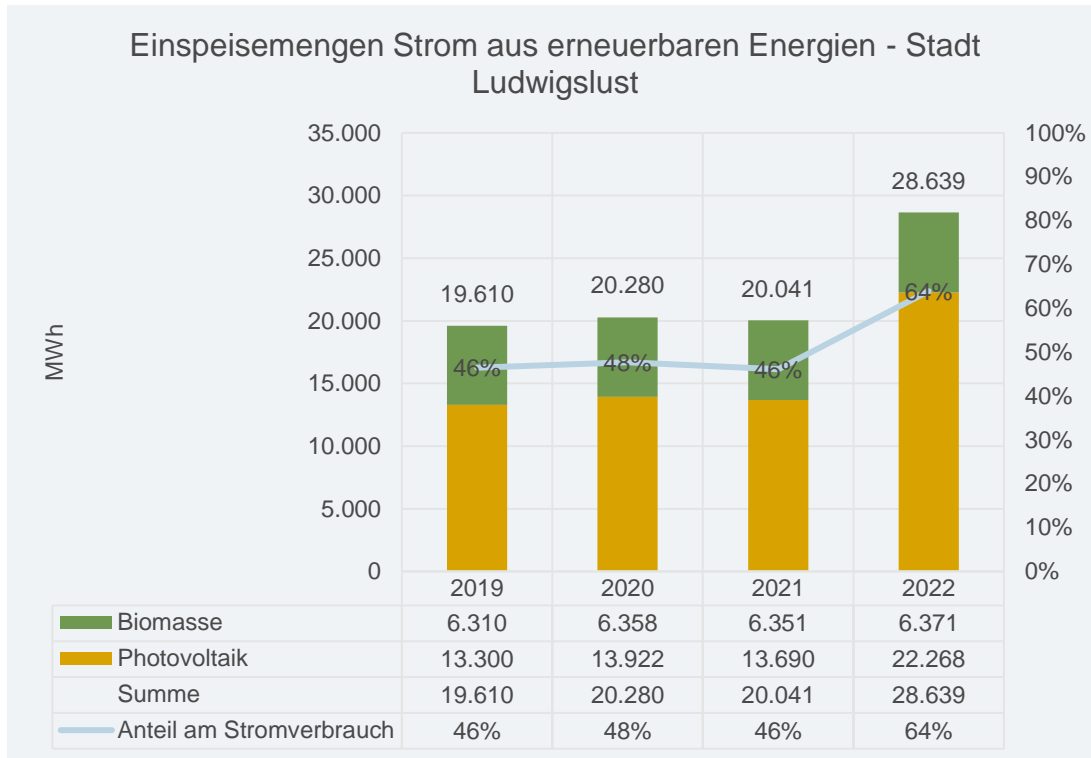


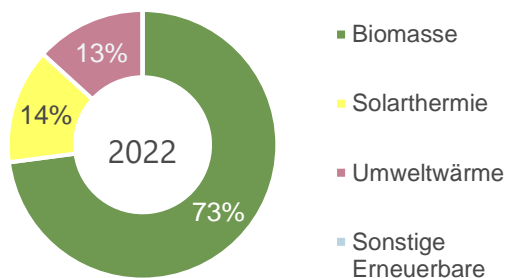
Abbildung 3-8: Einspeisemengen Strom aus erneuerbaren Energien

Die Einspeisemenge deckte im Jahr 2022 bilanziell betrachtet rund 64 % des Stromverbrauchs. Damit liegt die Stadt Ludwigslust leicht über dem bundesweiten Durchschnitt von rund 45 % im Jahr 2020. Innerhalb des betrachteten Zeitraums ist insbesondere beim Biomasse- sowie beim Photovoltaik-Strom eine steigende Tendenz zu erkennen.

Zwischen 2021 und 2022 konnte der Anteil von EE am Stromverbrauch um 18 % erhöht werden

Wärme

Für den Wärmebereich werden Wärmemengen aus Biomasse, Umweltwärme (i. d. R. Nutzung von Wärmepumpen) und Solarthermie ausgewiesen. Im Referenzjahr 2022 entfielen die größten Anteile an der erneuerbaren Wärmebereitstellung auf Biomasse² (73 %) und Solarthermie (14 %). Umweltwärme (13 %) machte einen etwas geringeren Anteil aus.



Die nachfolgende Abbildung 3-10 zeigt die Entwicklung der erneuerbaren Wärmebereitstellung nach Energieträgern für die Jahre 2019 bis 2022. Diese betragen in Summe 8.253 MWh im Jahr 2019. Im Jahr 2022 ist der Wert auf 8.409 MWh gestiegen. Die Wärmebereitstellung aus Umweltwärme und Solarthermie stieg im Betrachtungszeitraum von 2019 bis 2022 leicht an, während die Wärmemenge aus der Biomasse konstant blieb. Auch der Anteil am gesamten Wärmebedarf veränderte sich zwischen 2019 und 2022 nur geringfügig, von 5,2% auf 5,5%.

² Bedingt durch die Bilanzierungsmethodik handelt es sich bei der Biomasse im Bereich der Wärmebereitstellung ausschließlich um Holzfeuerungsanlagen.

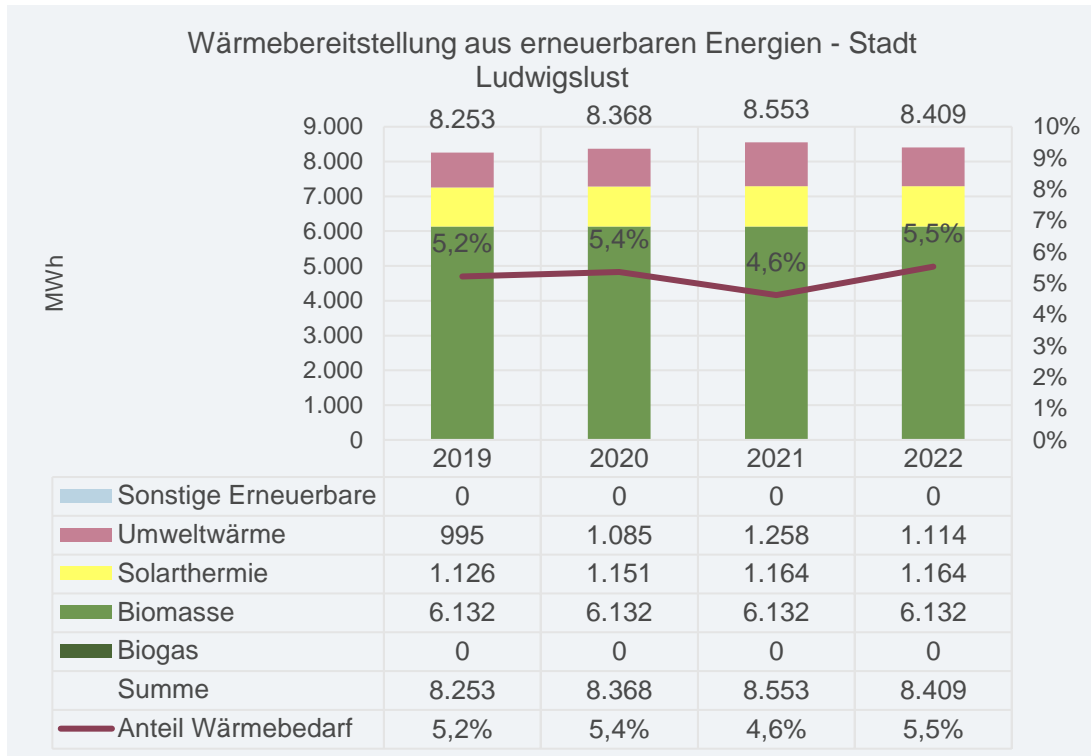


Abbildung 3-10: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern

3.6 Zusammenfassung

Der Endenergieverbrauch der Stadt Ludwigslust betrug im Bilanzjahr 2022 rund 297,4 GWh. Der Verkehrssektor wies mit 37 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch auf. Darauf folgte der Sektor der privaten Haushalte mit einem Anteil von 29 %. Der Industriesektor hatte einen Anteil von 24 %. Der Sektor GHD hatte einen Anteil von 9 %, während die kommunalen Einrichtungen lediglich 1 % des Endenergieverbrauchs ausmachten.

Die Aufschlüsselung nach Energieträgern zeigte für das Jahr 2022 einen hohen Anteil fossiler Brenn- und Kraftstoffe, wie etwa Gas, Diesel und Benzin. Wärme aus erneuerbaren Energien (etwa Biomasse, Umweltwärme, Solarthermie und sonstige Erneuerbare) machte dagegen lediglich einen geringen Anteil aus.

Die aus dem Endenergieverbrauch der Stadt Ludwigslust resultierenden Emissionen summieren sich im Bilanzjahr 2022 auf 97.598 tCO₂e. Die Anteile der Sektoren korrespondierten in etwa mit ihren Anteilen am Endenergieverbrauch. Der Sektor Verkehr (39 %) war auch hier vor dem Haushaltssektor (26 %) der größte Emittent.

Werden die THG-Emissionen auf die Einwohner*innen der Stadt Ludwigslust bezogen, ergab sich ein Wert von rund 7,95 t/a. Damit lag die Stadt Ludwigslust leicht unter dem angenommenen bundesweiten Durchschnittswert von 8,1 tCO₂e/Einwohner*in für die Bilanzierung nach BSKO (Klima-Bündnis e.V., 2022).

Die Stromproduktion aus regenerativen Energien auf dem Stadtgebiet machte im Jahr 2022, bezogen auf den gesamten Stromverbrauch der einen Anteil von 64 % aus. Die Photovoltaik hatte dabei mit 78 % den größten Anteil an der regenerativen Stromproduktion.

4 Potenzialanalyse

Wie die Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz gezeigt haben, beruhen die Emissionen vor allem auf dem hohen Anteil konventioneller Energieträger in den Sektoren Wärme und Verkehr sowie auf dem Bundesstrommix, der zur Bilanzierung in BSKO verwendet wird. Damit ergeben sich bereits aus der Energie- und THG-Bilanz eindeutige Instruktionen:

- Sowohl der Wärme- als auch der Verkehrssektor bedürfen einer umfassenden Umstellung auf erneuerbare Energieträger, die signifikant geringere Emissionsfaktoren aufweisen. Dabei spielt insbesondere die Elektrifizierung dieser Sektoren eine entscheidende Rolle (Stichwort Sektorenkopplung).
- Mit zunehmender Elektrifizierung der Wärme und Mobilität und dem folglich steigenden Strombedarf wird der Ausbau erneuerbarer Energien zur Stromproduktion essenziell.
- Koinzident sind zudem entsprechende Endenergieeinspar- und Effizienzpotenziale zu heben, etwa durch Sanierung im Gebäudesektor und die Umstellung der Antriebsart (bspw. auf Elektromobilität) im Verkehrssektor.

Nachfolgend wurde auf Basis der aktuellen Energie- und THG-Bilanz eine Potenzialanalyse für die Stadt Ludwigslust aufgestellt. Die Potenziale werden dabei in den drei Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr dargestellt. Die Berechnungen basieren auf deutschlandweiten Studien und beziehen zudem lokale Gegebenheiten mit ein. Zudem werden die Potenziale für erneuerbare Energien dargestellt.

Des Weiteren stellt die Potenzialanalyse die Grundlage zur Ausarbeitung der Szenarien dar und bietet wichtige Ansatzpunkte zur Entwicklung von Maßnahmen. Dabei bleibt zu erwähnen, dass es sich um eine Analyse des gesamten Stadtgebiets handelt. Für genauere Ergebnisse sind weiterführende und spezifischere Analysen notwendig.

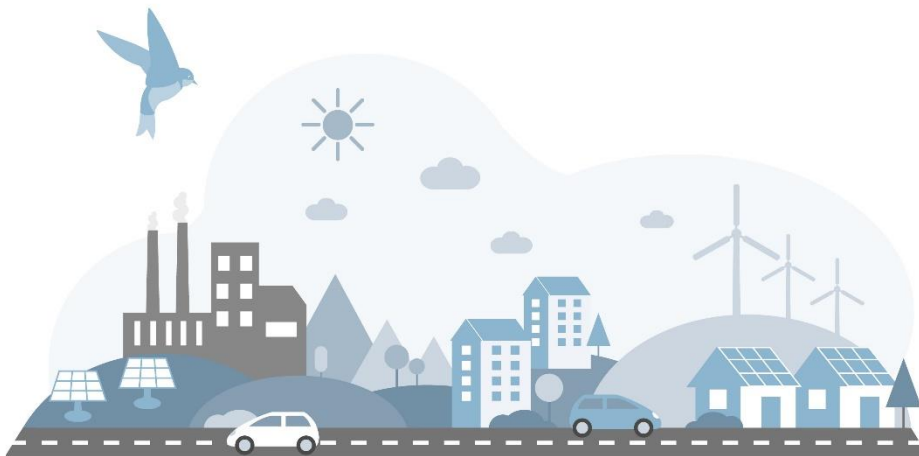
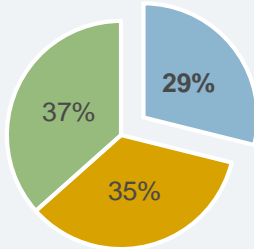


Abbildung 4-1: Flughöhe eines Klimaschutzkonzepts (energielenker projects GmbH)

4.1 Private Haushalte

Anteil der privaten Haushalte am Endenergieverbrauch



Gemäß der dargestellten Energie- und THG-Bilanz entfallen im Jahr 2022 rund 29 % des gesamten Endenergieverbrauchs auf den Sektor der privaten Haushalte. Während rund 15 % dieses Endenergieverbrauchs auf den Stromverbrauch der privaten Haushalte zurückzuführen sind, nimmt der Wärmeverbrauch mit rund 85 % einen wesentlichen Anteil am Endenergieverbrauch ein und weist somit ein erhebliches THG-Einsparpotenzial auf.

Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestands können der Endenergieverbrauch und damit die THG-Emissionen im Bereich der privaten Haushalte erheblich reduziert werden (dena, 2021). Von zentraler Bedeutung sind zum einen die Verbesserung der Effizienz der Gebäudehüllen sowie die Umstellung der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren Energieträgern, wie etwa Wärmepumpen und Solarthermie (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Es wird angenommen, dass im Jahr 2022 rund 15 % des Gebäudebestands als saniert gelten. Grundlage hierfür ist die Annahme, dass im Jahr 2017 rund 11 % der Gebäude als saniert galten (Mehr Demokratie e.V., 2020) und seitdem jährlich 0,8 % hinzugekommen sind. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, stellt eine ambitionierte Steigerung der Sanierungsrate einen Schlüsselfaktor dar. Nach dem Handbuch Klimaschutz ist etwa eine Steigerung der Sanierungsrate auf bis zu 2,5 % pro Jahr anzustreben.

Eine Sanierungsrate von 2,5 % ist bei aktuell 0,8 % erstrebenswert

Neben der Sanierungsrate spielt zudem die Sanierungstiefe eine entscheidende Rolle. Diese hängt von verschiedenen Faktoren ab, etwa um welchen Gebäudetypen und welche Baualterklasse es sich handelt. Im Bereich der kommunalen Wärmeplanung werden über den „Technikkatalog Wärmeplanung“ (Langreder, et al., 2024) Einsparpotenziale für die Gebäudetypen Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) sowie Mehrfamilienhäuser (MFH) nach Baualterklassen angegeben. Mittels des Zensus 2022 kann diese Unterscheidung in EZFH und MFH für die Stadt Ludwigslust vorgenommen werden; auch die Baualterklassen sind über den Zensus 2022 abrufbar. So erfolgt unter Einbezug der individuellen Gebäudestruktur der Stadt Ludwigslust eine spezifische Berechnung der möglichen Einsparpotenziale. Des Weiteren werden auch etwaige Neubauten nach dem Energieeffizienzhausstandard (EH) 55 einbezogen.

Einfluss des Nutzer*innenverhaltens (Suffizienz)

Das Verhalten der Nutzer*innen nimmt einen wesentlichen Einfluss auf die Einsparpotenziale. Eine rein technische Betrachtung führt stets zu einer starken Verminderung des Haushaltsstromverbrauchs. In der Realität zeigt sich allerdings, dass besonders effiziente Geräte zu Rebound-Effekten führen. Das bedeutet, dass mögliche Stromeinsparungen durch neue Geräte, etwa durch die stärkere Nutzung dieser oder durch die Anschaffung von Zweitgeräten (Beispiel: der alte Kühlschrank wandert in den Keller und wird dort weiterhin genutzt), begrenzt oder sogar vermindert werden (Sonnberger, 2014).

Um das Nutzer*innenverhalten zu beeinflussen, kann die Kommune Aufklärungsarbeit leisten und die Einwohner*innen für Rebound-Effekte sensibilisieren.

Grundlage für die Berechnung des Stromverbrauchs ist die Studie „Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland“. Berücksichtigt sind hier etwa eine Effizienzsteigerung von Elektrogeräten und der Beleuchtung (Umweltbundesamt, 2024). Auf Grundlage der Studie wurde ein prozentualer Absenkpfad berechnet. Damit nimmt der Stromverbrauch nach eigenen Berechnungen von 2.150 kWh pro Haushalt im Jahr 2022 um rund 21 % bis 2045 ab, sodass dieser einen Wert von 1.704 kWh pro Haushalt erreicht.

Der nachfolgenden Abbildung 4-2 ist der Sanierungspfad sowie die damit einhergehende Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte zu entnehmen.

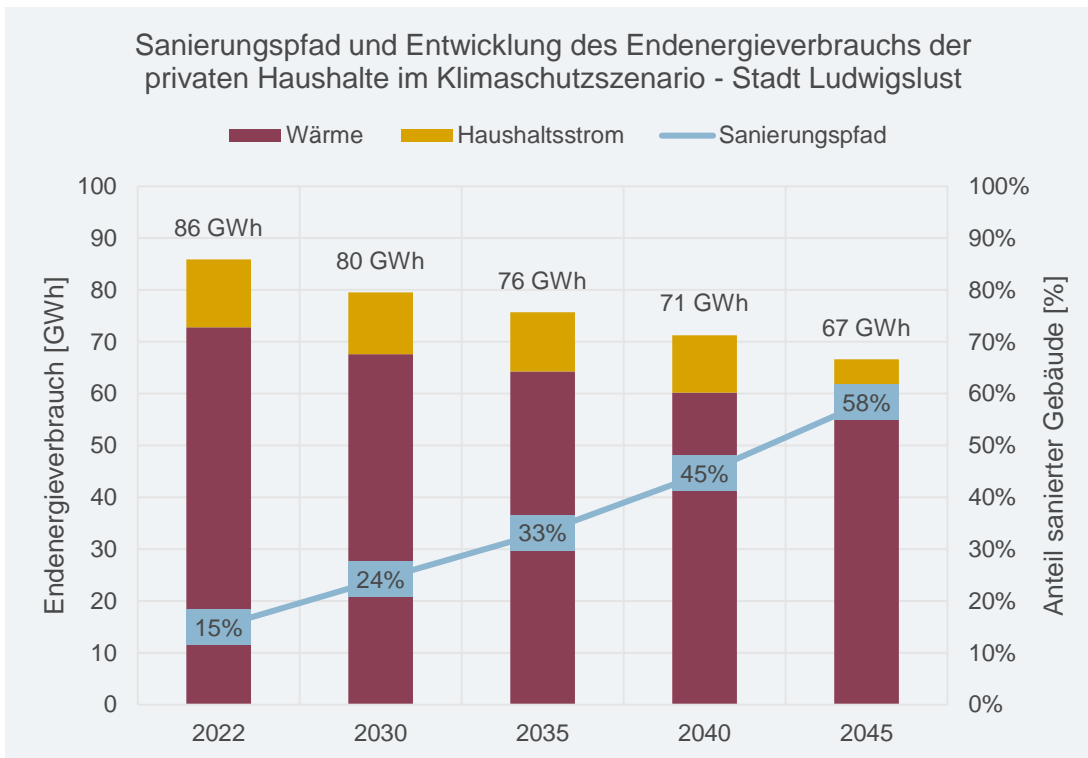
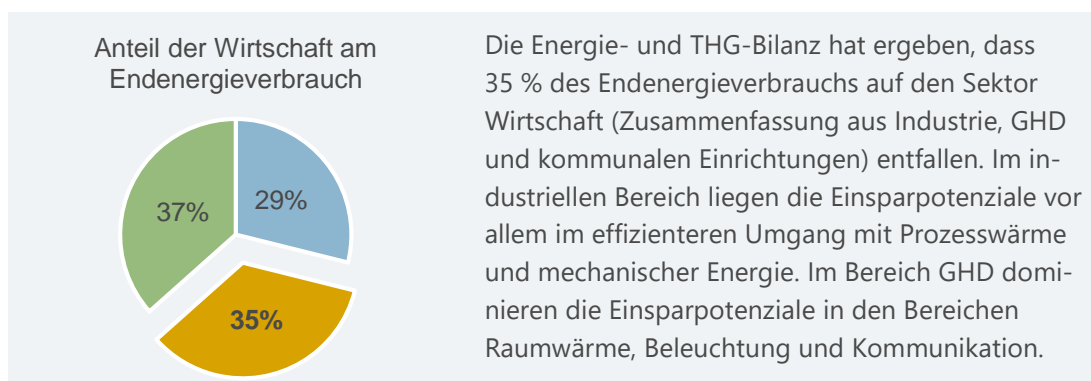


Abbildung 4-2: Sanierungspfad und Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor private Haushalte

Erfolgt die Sanierung nach dem Sanierungspfad „Handbuchs Klimaschutz“ sind bis zum Zieljahr 2045 rund 58 % der Gebäude saniert. Insgesamt können somit rund 24 % des Wärmeverbrauchs eingespart werden. Auch der Stromverbrauch steigt um rund 16 %. Insgesamt sinkt der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte von ursprünglich 86 GWh auf rund 67 GWh. Dies entspricht einer Gesamtreduktion um 22 %. Wie bereits eingangs beschrieben spielt neben der Verbesserung der Effizienz der Gebäudehüllen vor allem die Umstellung der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren Energieträgern eine entscheidende Rolle. Diese wird in Kapitel 5.2 thematisiert.

4.2 Wirtschaft



Für die Ermittlung der Einsparpotenziale von Industrie und GHD wird auf das Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung zurückgegriffen (Solar Institut Jülich der FH Aachen in Kooperation mit Wuppertal Institut und DLR, 2016).³ Hier werden Potenziale für die Entwicklung des Energieverbrauchs von Gewerbebetrieben ausgewiesen. Dabei werden die Faktoren Effizienzentwicklung sowie Nutzungsintensität⁴ zu einem Energiebedarfsindex zusammengefasst, welcher die Grundlage zur Ermittlung des zukünftigen Endenergiebedarfs im Sektor Wirtschaft darstellt.

Im industriellen Bereich liegen die Einsparpotenziale vor allem im effizienteren Umgang mit Prozesswärme und mechanischer Energie. Im Bereich GHD wird dagegen ein großer Teil der Energie zur Bereitstellung von Raumwärme sowie zur Beleuchtung und Kommunikation eingesetzt. Für die Stadt Ludwigslust ergeben sich auf Grundlage der ansässigen Betriebe die in der nachfolgenden Abbildung 4-3 dargestellten Potenziale.

Im Wirtschaftssektor können Einsparungen im Endenergieverbrauch von 13 % erzielt werden

³ Für weitere Nebenrechnungen wurde auf weitere Studien zurückgegriffen: (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, 2023), (IREES, 2015) und (Rohde, et al., 2023).

⁴ Hier werden auch die Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz durch energetische Sanierung (Einfluss auf Laufzeiten von Heizungen und Klimaanlage) sowie der Klimawandel (steigender Kühlungsbedarf) berücksichtigt.

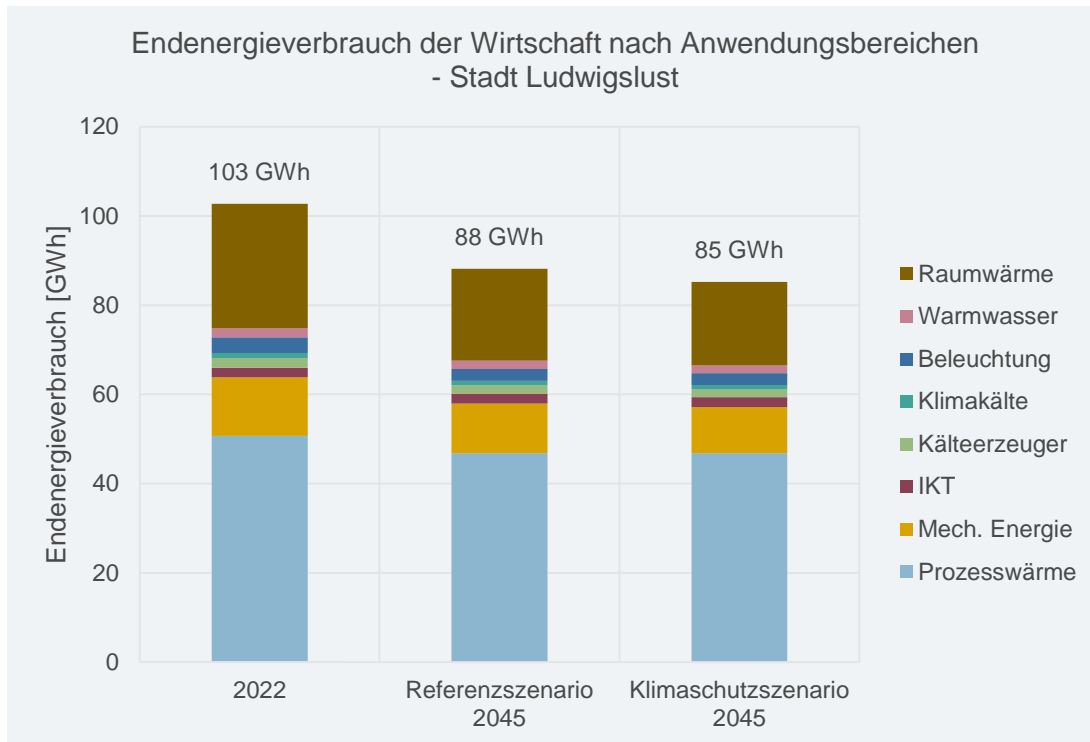
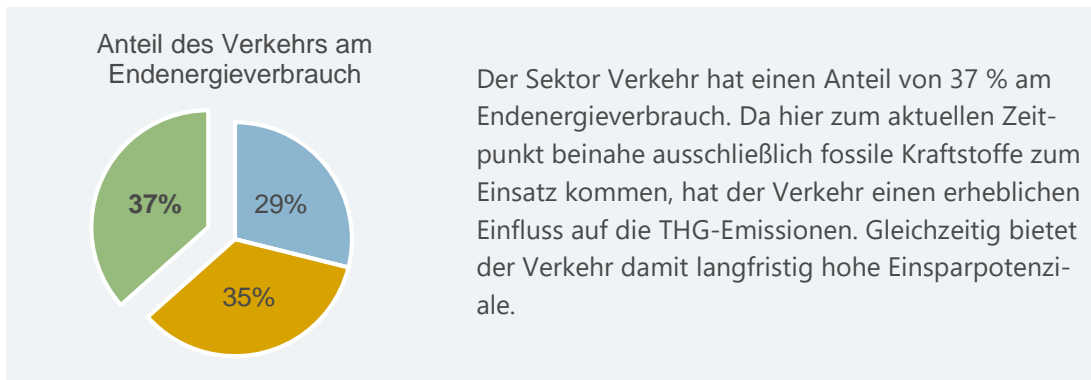


Abbildung 4-3: Endenergieverbrauch der Wirtschaft nach Anwendungsbereichen

Es wird ersichtlich, dass in der Stadt Ludwigslust auch im Wirtschaftssektor große Einsparpotenziale im Bereich der Raumwärme liegen. So können bis zum Jahr 2045 rund 9,3 GWh Raumwärme eingespart werden; dies entspricht einer Einsparung von rund 33 %. Auch im Bereich der mechanischen Energie zeigen sich mit 2,8 GWh möglicher Reduktion Einsparpotenziale. Dies vor allem durch den Einsatz effizienterer Technologien.

Insgesamt kann im Sektor Wirtschaft mit einer Einsparung von 17 % gerechnet werden.

4.3 Verkehr



Um die Klimaschutzziele im Sektor Verkehr zu erreichen, muss ein Technologiewechsel auf alternative Antriebskonzepte (z. B. E-Motoren und Brennstoffzellen) sowie eine Verkehrsverlagerung Richtung „Umweltverbund“ stattfinden. Unter Umweltverbund werden dabei alle umweltverträglichen Verkehrsmittel verstanden, darunter fallen der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV), Carsharing und Mitfahrzentralen sowie nicht motorisierte Verkehre, wie etwa das Bestreiten von Wegen zu Fuß oder mit dem Fahrrad. Des Weiteren ist eine Verlagerung des Gütertransports auf die Schiene anzustreben (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Die Entwicklungen der Personen- sowie der Güterverkehrsnachfrage dienen als Grundlage für das Klimaschutzszenario und wurden mit den lokalen Daten, wie den zurückgelegte Fahrzeugkilometern und dem Endenergieverbrauch der verschiedenen Verkehrsmittel, verrechnet (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Neben der Entwicklung der Personen- und Güterverkehrsnachfrage wurde des Weiteren der Umstieg auf alternative Antriebe sowie damit einhergehende Effizienzvorteile berücksichtigt. Grundsätzlich ist im Besonderen bei den Personenkraftwagen (Pkw) mit einer höheren Elektrifizierungsrate zu rechnen, sodass im Jahr 2045 rund 48 % der Fahrzeuge einen elektrischen Antrieb besitzen. Bei den leichten Nutzfahrzeugen (LNF) beträgt der Anteil der elektrisch fahrenden Fahrzeuge im Jahr 2045 rund 46 %, während ein Anteil von rund 4 % auf Brennstoffzellenfahrzeuge entfällt. Bei den Lastkraftwagen (Lkw) fällt der Anteil der Brennstoffzellenfahrzeuge mit rund 12 % im Jahr 2045 etwas höher aus, doch auch hier wird der Schwerpunkt auf elektrisch betriebenen Fahrzeugen liegen (rund 38 % in 2045). Dabei kann es sich um batterieelektrische Lkw, Oberleitungs-Lkw oder eine Kombination aus beidem handeln, „die Zusammensetzung hängt [...] von politischen Rahmenbedingungen, dem Ausbau eines flächendeckenden Ladesystems in Depots, Umschlagpunkten und von Ladepunkten an Autobahnen sowie vom Ausbau einer Oberleitungsinfrastruktur entlang der Autobahnen [ab]“ (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Der Abbildung 4-4 ist die Entwicklung der Fahrleistung sowie des Endenergieverbrauchs nach Antriebsart für die Stadt Ludwigslust zu entnehmen. Dabei handelt es sich jeweils um die Summe aller Straßenverkehrsmittel (Pkw, LNF, Lkw und Busse).

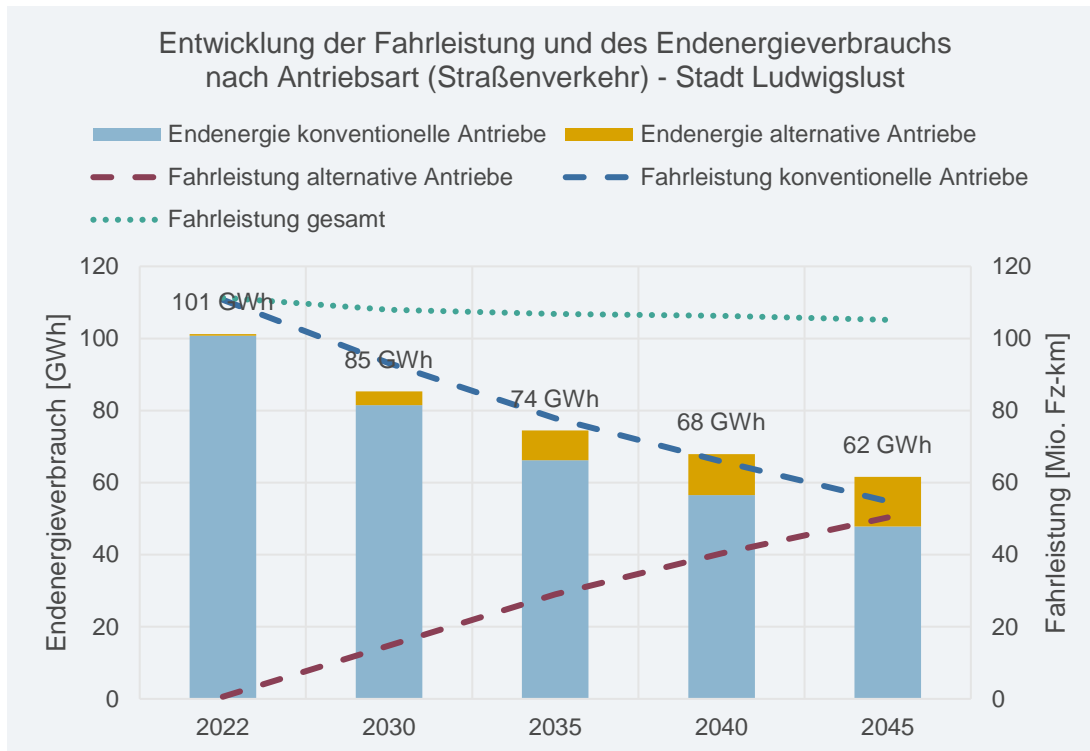


Abbildung 4-4: Entwicklung der Fahrleistung und des Endenergieverbrauchs nach Antriebsart

Es wird erkenntlich, dass die Gesamtfahrleistung bis zum Jahr 2045 um rund 6 % abnimmt. Dabei verschiebt sich auch der Anteil der Fahrzeuge mit konventionellen Antrieben zugunsten von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben. Dies hat auch einen direkten Einfluss auf den Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr, da alternative Antriebskonzepte große Effizienzvorteile gegenüber dem Verbrennungsmotor besitzen. Während der Endenergieverbrauch im Bilanzjahr bei rund 101 GWh lag, beträgt der für das Jahr 2045 ermittelte Endenergieverbrauch nur noch 62 GWh und ist damit um rund 39 % gesunken.

Neben der Reduktion der Fahrleistung spielt die Umstellung auf alternative Antriebe eine entscheidende Rolle

Für den Schienenverkehr in der Stadt Ludwigslust gilt, dass z.B. der Schienengüterverkehr zum aktuellen Zeitpunkt teilweise noch über fossile Kraftstoffe abgedeckt wird. Wie bereits dargestellt, fällt dem Schienenverkehr sowohl im Bereich der Personen- als auch der Güterbeförderung eine große Bedeutung zu. Der Endenergieverbrauch des Schienenverkehrs wird demnach steigen und ist analog zum Straßenverkehr auf alternative Antriebe umzustellen. Die Elektrifizierung der Schiene ist ein entscheidender Hebel für einen klimafreundlichen Bahnverkehr und ermöglicht eine lokal emissionsfreie und ressourcenschonende Mobilität.

4.4 Erneuerbare Energien

Der Ausbau der erneuerbaren Energien – sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeproduktion – ist für die Erreichung der Klimaschutzziele von essenzieller Bedeutung. erneuerbare Energien, wie etwa Wind-, Solar- und Bioenergie sowie Umweltwärme, sollen schrittweise die fossilen Energieträger ersetzen.

Der nachfolgenden Tabelle 4 kann der aktuelle Ausbaustand sowie die maximalen Potenziale der strom- sowie wärmeerzeugenden erneuerbaren Energien in der Stadt Ludwigslust entnommen werden. Dabei stellen die Potenziale theoretische Maximalwerte dar, deren Umsetzbarkeit im Einzelfall zu prüfen und weiter zu konkretisieren ist.

Tabelle 4: Potenzieller Strom- und Wärmeertrag durch erneuerbare Energien

Potenzieller Stromertrag durch erneuerbare Energien		
	Stromertrag Bilanzjahr 2022 [GWh/a]	Maximaler Stromertrag [GWh/a]
Windenergie	0	112,7
Dachflächenphotovoltaik	22,3	63,4
Freiflächenphotovoltaik	0	1.820,0
Bioenergie	6,4	9,8
Potenzieller Wärmeertrag durch erneuerbare Energien		
	Wärmeertrag Bilanzjahr 2022 [GWh/a]	Maximaler Wärmeertrag [GWh/a]
Solarthermie	1,2	29,2
Bioenergie	6,1	28,0
Umweltwärme	1,1	-
Industrielle Abwärme	0	10,9

Durch EE könnte im Bereich Strom ein Maximalpotenzial von 2006 GWh gehoben werden

Nachfolgend werden die berechneten Potenziale und deren Herleitung im Detail beschrieben.

Exkurs Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial: Bezieht sich auf das theoretisch vorhandene Potenzial einer Region, z.B. einer Kommune. Beispielsweise die theoretische Windenergie, die auf einer bestimmten Fläche innerhalb eines definierten Zeitraums verfügbar ist.

Technisches Potenzial: Hierbei handelt es sich um eine Eingrenzung des theoretischen Potenzials, welche die technologischen Möglichkeiten aber auch die rechtlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Das technische Potenzial stellt somit das obere Limit der Erschließung des Potenzials dar.

Wirtschaftliches Potenzial: Dieser Potenzialbegriff schränkt das technische Potenzial ein, indem die Wirtschaftlichkeit und deren Darstellung berücksichtigt wird, einschließlich Material- und Erschließungskosten sowie Betriebskosten und erzielbare Energiepreise.

Akzeptiertes Potenzial: Das akzeptierte Potenzial ist das Potenzial, das durch die Akzeptanz in der Bevölkerung und die kommunalen Prioritäten die tatsächliche Umsetzbarkeit in der Region darstellt.

Umsetzbares Potenzial: Wenn alle genannten Aspekte in die Betrachtung eingeflossen sind, spricht man vom realisierbaren Potenzial oder dem umsetzbaren Potenzial.



Abbildung 4-5 Erläuterung der Potenzialbegriffe (energielenker projects GmbH in Anlehnung an (Averdung Ingenieure & Berater und ZEBAU GmbH, 2023)

Windenergie

Wie bereits in Kapitel 3.5 herausgestellt, betrug die Strom-Einspeisemenge aus Windenergie 0 GWh im Jahr 2022.

Zur weiteren Potenzialermittlung wurde eine Analyse des Regionalen Raumentwicklungsprogramms Westmecklenburg (RREP WM) (Westmecklenburg, 2024) durchgeführt. Dabei konnte eine Potenzialfläche identifiziert werden, welche sich pauschal für die Errichtung von Windenergieanlagen eignet (siehe Abbildung 4-6). Diese Fläche erstreckt sich über das Stadtgebiet von Ludwigslust und einer Nachbarkommune, weswegen sich das Potenzial nur teilweise anrechnen lässt.

1.1.46 VR Wind 46/24 Bresegard

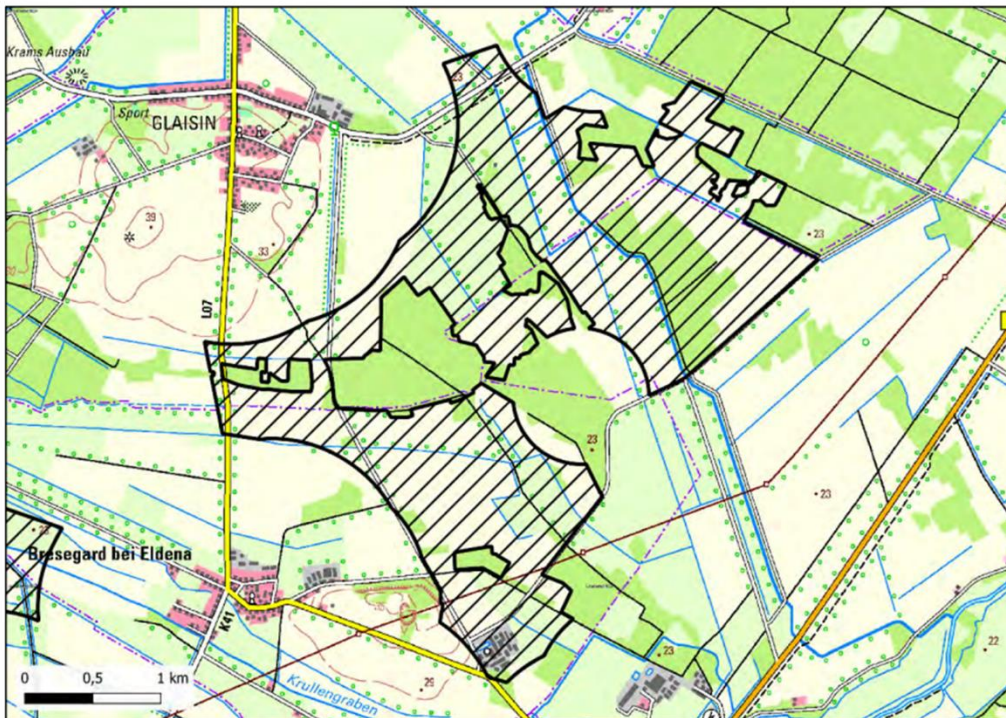


Abbildung 46: Kartenausschnitt VR Wind 46/24 Bresegard - eigene Darstellung

Kurzcharakteristik: 64% Acker, 19% Grünland, 12% Wald Fläche: 710 ha

Abbildung 4-6: Ausschnitt aus der Teilfortschreibung RREP WM aus dem April 2024)

Es konnte ein Flächenpotenzial von 246 ha auf dem Stadtgebiet von Ludwigslust identifiziert werden. Zur Potenzialermittlung wird die Nutzung einer Referenzanlage, der Enercon E-175 EP5 E2 6,6 MW sowie eine jährliche Volllaststunden in Höhe von 2.300 h angenommen. Es können somit rund 7 WEA mit einer Gesamtleistung von rund 49 MW sowie einem theoretischen Ertrag von rund 112,7 GWh/a installiert werden. An dieser Stelle gilt es erneut zu erwähnen, dass weitere Analysen, Umweltprüfungen etc. notwendig sein werden, um die Errichtung von Windenergieanlagen auf der genannten Potenzialflächen zu realisieren.

Solarenergie

Die Stromerzeugung durch Solarenergie spielt in der Stadt Ludwigslust anteilig an der insgesamt durch erneuerbare Energien erzeugten Strommenge eine große Rolle. So beläuft sich die eingespeiste Strommenge im Bilanzjahr 2022 auf 22,3 GWh (vgl. Abschnitt 3.5). Des Weiteren wurde im Jahr 2022 ein Wärmeertrag von rund 1,2 GWh durch Solarthermie gewonnen (vgl. Abschnitt 3.5). Nachfolgend wird das Solarenergiepotenzial in Dachflächen- und Freiflächen-PV (FF-PV) sowie Solarthermie unterteilt.

Dachflächenphotovoltaik

Gemäß dem durch eine GIS-Analyse ermittelten Potenzials gibt es in der Stadt Ludwigslust eine gesamte Dachfläche von rund 1.213.808 m². Es wird angenommen, dass davon 30 % für Photovoltaik und Solarthermie zur Verfügung stehen. Zieht man dann noch die für Solarthermie benötigte Fläche ab (siehe Abschnitt zu Solarthermie), erhält man eine geeignete Dachfläche mit einer installierbaren Modulfläche von 305.780 m², einer installierbaren Gesamtleistung von 62 MWp und einem möglichen Stromertrag von 63,4 GWh/a (LANUK, 2023).



Insbesondere in Kombination mit der E-Mobilität oder auch stationären Batteriespeichern schafft die Photovoltaik (PV) große Synergieeffekte für das Energiesystem. Diese lassen sich v. a. durch die dezentrale Installation in den stationären Sektoren (private Haushalte und Wirtschaft) erzielen.

Freiflächenphotovoltaik

Im Rahmen des EEG 2023 werden die Randstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen vom Gesetzgeber als förderungswürdige Standorte für PV-Freiflächenanlagen festgelegt. In diesen Randstreifen sollen große Freiflächenanlagen ab dem Jahr 2023 in einem Korridor von 500 m errichtet werden. Die Flächen entlang der Autobahnen und Schienenwege eignen sich vor allem deshalb, da das Landschaftsbild bereits vorbelastet ist, es kaum Nutzungskonkurrenz gibt und die Flächen häufig geböscht sind, sodass die Module in einem günstigen Neigungswinkel stehen und daher mit weniger Abstand zueinander aufgestellt werden können als auf ebenen Flächen. Prinzipiell sind folgende Flächen unproblematisch als Potenzialflächen für Solarfreiflächenanlagen geeignet:

- 500 m Randstreifen von Autobahnen (beidseitig, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn), welche als Acker- oder Grünland ausgewiesen sind.
- 500 m Randstreifen von Bahntrassen (beidseitig), welche als Acker- oder Grünland ausgewiesen sind.

Zusätzlich ermöglicht seit 11.01.2023 die Gesetzesänderung des Baugesetzbuches ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren für PV-Freiflächenanlagen auf Flächen längs von Autobahnen und mehrgleisigen Schienenwegen des übergeordneten Netzes in einem Bereich von 200 m. Auf solchen Flächen sind die Anlagen baurechtlich privilegiert. Dementsprechend muss für ein Vorhaben auf diesen Flächen kein Bebauungsplan erstellt werden. Im Bereich von 0 m bis 40 m entlang von Autobahnen dürfen derzeit keine Hochbauten errichtet werden. Zwischen 40 m und 100 m sind bauliche Anlagen nur mit Zustimmung des Fernstraßen-Bundesamtes grundsätzlich genehmigungsfähig. Künftig wird man für den ersteren Bereich allerdings auch von einer Genehmigungsfähigkeit ausgehen können, da Erneuerbare-Energien-Anlagen laut EEG 2023 „im überragenden öffentlichen Interesse“ stehen und das Fernstraßen-Bundesamt in seiner Veröffentlichung vom 31.01.2023 (Fernstraßen-Bundesamt, 2023) annimmt, dass die Errichtung von Freiflächen-PV straßenrechtlich regelmäßig möglich ist. Zusammengefasst kann also davon ausgegangen werden, dass der Bereich von 200 m entlang von Autobahnen und mehrgleisigen Schienenwegen potenziell für die Freiflächen-PV genutzt werden kann.

Siedlungs- und Waldflächen sowie folgende Schutzgebiete werden als ungeeignet für die Solar-Freiflächen bewertet: Naturschutzgebiete, Biotope, Naturdenkmale, Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (FFH), Wasserschutzgebiete (Zone I u. II), Überschwemmungsgebiete und Vogelschutzgebiete.

Auch im Zuge der Ermittlung der Photovoltaikpotenziale auf Freiflächen wurde eine GIS-Analyse für die privilegierten Bereiche nach EEG 2023 durchgeführt. Darüber hinaus hat die Stadt Ludwigslust bereits Flächen für die Nutzung von Freiflächen-Photovoltaik ausgewiesen und beschlossen (in der Karte rot markiert), wodurch spezifische Potenziale bestimmt werden konnten. Innerhalb des 500 m-Korridors befindet sich eine potenzielle Fläche von 216 ha, wovon sich wiederum 102 ha im privilegierten 200 m-Korridor befinden. Darüber hinaus konnten 1604 ha außerhalb der Korridore als potenzielle Flächen für die Errichtung von Freiflächenphotovoltaik identifiziert werden, wovon die Stadt Ludwigslust rund 373 ha ausgewiesen hat.

Durch die Annahme einer durchschnittlichen Leistung von 1.000 kWp/ha und einem spezifischen Ertrag von 1.00 kWh/kWp lässt sich der potenzielle Ertrag für die Stadt Ludwigslust ermitteln. Insgesamt lassen sich durch die installierbare Modulfläche demnach rund 1.820 GWh/a an erneuerbaren Strom durch Freiflächen-PV-Anlagen erzeugen.

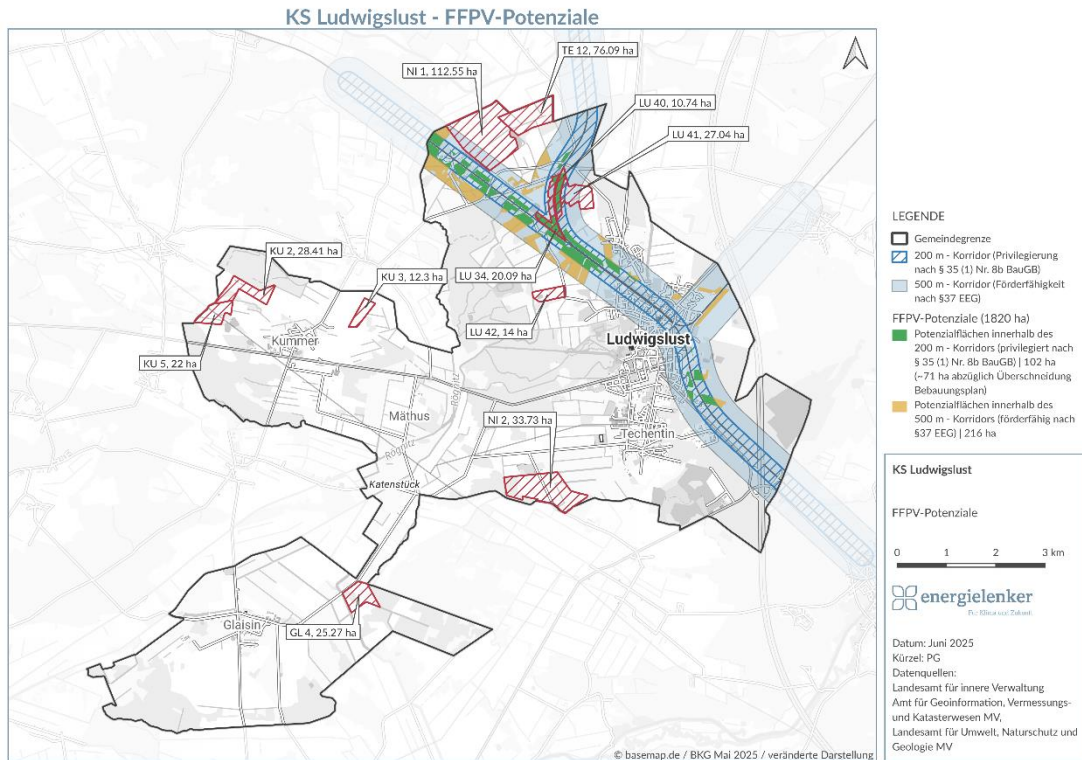


Abbildung 4-7: FFPV-Potenziale in der Stadt Ludwigslust

Auch an dieser Stelle gilt es erneut zu erwähnen, dass dies lediglich um einen theoretischen Wert handelt und die Stadt Ludwigslust durch die Ausweisung bereits Flächen zur Errichtung von Freiflächenanlagen definiert hat.

Exkurs Agri-PV und weitere Anlagenformen

Im Besonderen im Hinblick auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ist die Technologie der Agri-PV vermehrt im Gespräch. Dies bezeichnet ein Verfahren zur gleichzeitigen Nutzung von Flächen für die Landwirtschaft und die Solarstromproduktion. Damit steigert Agri-PV die Flächeneffizienz und ermöglicht den Ausbau der PV-Leistung bei gleichzeitigem Erhalt fruchtbarer Acker- oder Weideflächen für die Landwirtschaft. Die Agri-PV lässt sich als bodennahe (landwirtschaftlicher Betrieb zwischen den PV-Modulen, bspw. Grünland) und hoch aufgeständerte Anlagen (mindestens 2,1 m Höhe, landwirtschaftlicher Betrieb unter den PV-Modulen, bspw. Obstanbau) realisieren. Der Flächenbedarf von hoch aufgeständerten Agri-PV-Systemen liegt im Normalfall 20-40 % über dem von herkömmlichen Freiflächenanlagen. Der Flächenbedarf von bodennahen Agri-PV-Systemen ist etwa drei Mal so hoch wie bei herkömmlichen Anlagen (Fraunhofer ISE, 2022). Agri-PV-Anlagen weisen derzeit aufgrund der aufwändigeren Konstruktion zudem höhere Stromgestehungskosten auf. Der nicht mehr landwirtschaftlich nutzbare Flächenanteil macht je nach Anlagendesign 8 % bis 15 % der Anlagenfläche aus (Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe TFZ, 2021). Die Technologie ist deshalb bislang noch nicht weit verbreitet und mögliche Ausbauraten können somit nur schwer abgeschätzt werden. Im Rahmen des EEG 2023 wird die Agri-PV bereits aus der Innovationsausschreibung in die reguläre Vergütung überführt (Energieagentur Ebersberg-München gGmbH, 2022).

Zusätzliche Potenziale können etwa in Form von Anlagen auf Parkplätzen oder auch an Lärmschutzwänden und Brücken existieren. Diese sind zwar von untergeordneter Bedeutung, können jedoch bei entsprechender Ausgestaltung die Akzeptanz in der Bevölkerung erhöhen und weitere Vorteile für die Klimaresilienz bieten, wie etwa im Fall der Parkplätze durch den Schutz vor intensiver Sonnenstrahlung und Verminderung der Aufheizung von Wegen und Flächen.

Solarthermie

Die Nutzung der Solarenergie zur direkten Wärmeerzeugung erscheint neben der Stromerzeugung durch Photovoltaik ebenfalls als eine interessante Möglichkeit. Jedoch haben solarthermische Kollektoren den inhärenten Nachteil, dass die Zeiten der höchsten Wärmebereitstellung außerhalb der Heizperiode liegen (ca. Mai bis September). Somit ist es wirtschaftlich angeraten, die Kollektoren für die Warmwasserbereitung auszulegen, wobei eine Abdeckung von ca. 70 % des jährlichen Warmwasserbedarfs durch die Solarthermie möglich ist. Ein 4-Personen-Haushalt benötigt etwa 6 m² Kollektorfläche zur Deckung des vollständigen Warmwasserbedarfs außerhalb der Heizperiode (Mai bis September).

In sogenannten Kombi-Solaranlagen kann darüber hinaus, neben der Warmwasserbereitung, auch Energie zum Heizen der Wohnfläche genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend große Dachfläche, da die Kollektorfläche ungefähr doppelt so groß sein muss, wie bei reinen Solaranlagen für die Warmwasserbereitung. Dies führt zu einer Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen. Ein Speicher im Keller sorgt durch seine Pufferwirkung dafür, dass die Solarwärme auch nutzbar ist, wenn die Sonne nicht scheint. Im Vergleich zu Anlagen, die lediglich der Warmwasserbereitung dienen, ist das Speichervolumen bei Kombi-Anlagen zwei- bis drei-mal so groß. Zudem ist der Speicher im Gegensatz zu einfachen Anlagen zum überwiegenden Teil mit Heizungswasser gefüllt.

Durch Kombi-Solaranlagen lassen sich rund 20 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine zusätzliche herkömmliche Wärmeerzeugungsanlage ist in jedem Fall erforderlich.

Für die Stadt Ludwigslust konnte durch die durchgeführte GIS-Analyse eine theoretisch maximal erzeugbare Wärmemenge in Höhe von 29,2 GWh/a ermittelt werden. Diese basiert auf der ermittelten Dachfläche von 58.362 m² und einem angenommenen Kollektorertrag von

Exkurs Solarthermie in Wärmenetzen und solare Prozesswärme

Abseits der privaten Dach-Anlagen stellt ggf. eine Einbindung großflächiger Solarthermieanlagen in moderne Wärmenetze eine geeignete Möglichkeit zur Nutzung erneuerbarer Energien in der zentralen Wärmeversorgung dar und ist im Einzelfall etwa in der kommunalen Wärmeplanung zu prüfen.

Darüber hinaus kann Solarthermie in Form von solarer Prozesswärme auch in der Wirtschaft eingesetzt werden. Dabei kann mittels Dach-, Fassaden- und Freianlagen eine nahezu CO₂-neutrale Wärmebereitstellung bis zu einem Temperaturniveau von 150 °C erfolgen. Dabei belegen Potenzialstudien, dass dieses Temperaturniveau für rund ein Viertel des Wärmebedarfs in der Industrie greift. Beispiele hierfür sind etwa Trockner oder Reinigungs- und Waschprozesse sowie zahlreiche weitere Teilprozesse aus dem Ernährungs-, Papier-, Textil- und Holzgewerbe sowie den Branchen „Metallerzeugnisse“, „Maschinenbau“ und „Gummi- und Kunststoffe“ (dena, 2021).

501 kWh/m² pro Jahr.

Bioenergie

Unter den erneuerbaren Energien ist die Biomasse die Technologie, die am flexibelsten eingesetzt werden kann. Im Gegensatz zu Strom aus den fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen Sonne und Wind kann sie technisch einfacher „gelagert“ bzw. gespeichert werden und folglich als Puffer eingesetzt werden, wenn Sonne und Wind zu wenig Energie liefern. Dabei kann Biomasse sowohl bei der Strom- als auch bei der Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen.

Exkurs Flächeneffizienz und Flächenkonkurrenz von Biomasse

Biomasse ist die flächenintensivste Energieproduktion unter den erneuerbaren Energien. Die Energieerträge aus verschiedenen Substraten variieren zum Teil stark. So beträgt z. B. der Energiegehalt für Silomais rund 45 MWh/(ha a), vor der verlustbehafteten Stromerzeugung über den Zwischenschritt im BHKW, wobei ein Großteil der Abwärme genutzt werden kann. Im Vergleich dazu kann als Richtwert für Freiflächen-PV ein Stromertrag von 1.000 MWh/(ha a) angesetzt werden. Trotz der genannten Vorteile der Biomasse ist die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen mit Photovoltaik aufgrund der weitaus höheren Energieeffizienz sinnvoller.

Zudem gibt es viele kritische Stimmen zur Nutzung von Biomasse als Energielieferant. Hier ist beispielsweise die „Teller oder Tank“-Debatte zu nennen, in der häufig kritisiert wird, dass Biomasse nicht primär zur energetischen Nutzung angebaut, sondern eher auf Reststoffe wie z. B. Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, organische Abfälle und Gülle zurückgegriffen werden sollte.

In der Stadt Ludwigslust werden im Referenzjahr 2022 bereits 6.1 GWh Wärme sowie 6,4 GWh Strom aus Biomasse gewonnen (vgl. Abschnitt 3.5). Dabei ist anzumerken, dass es sich bei der

Wärme ausschließlich um Wärme aus Holzfeuerungsanlagen handelt, welche auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten ermittelt wurde.

Unter Berücksichtigung der Land- und Forstwirtschaftsflächen und der Tierbestände (Rinder, Schweine und Geflügel) auf dem Stadtgebiet sowie der Bevölkerungszahlen wurden die Potenziale für die Stadt Ludwigslust mittels eines eigens erstellten Bioenergie-Potenziale-Rechners, angelehnt an der für das Land NRW geltenden Potenzialermittlung nach dem LANUK ermittelt. Demnach beträgt der potenzielle Stromertrag aus Bioenergie für die Stadt Ludwigslust rund 9,8 GWh/a und der potenzielle Wärmeertrag rund 28,0 GWh/a.

In der Abbildung 4-6 sind die potenziellen Energieerträge nach Art und Gewinnungssektor dargestellt. Das größte thermische Bioenergiepotenzial liegt für die Stadt Ludwigslust in der Landwirtschaft. Im Sektor der Forstwirtschaft wird lediglich ein thermisches Potenzial angenommen, da davon ausgegangen wird, dass die Biomasse nur in Privathaushalten zur thermischen Energiegewinnung verwendet wird. Aus der Abfallwirtschaft ergeben sich auf Grundlage der Einwohnenden der Stadt Ludwigslust, woraus z.B. potenzielle Mengen an Klärschlamm oder Deponiegas ermittelt werden können. ebenfalls potenzielle Energieerträge in Höhe von rd. 6 GWh elektrisch sowie rd. 10 GWh thermisch.

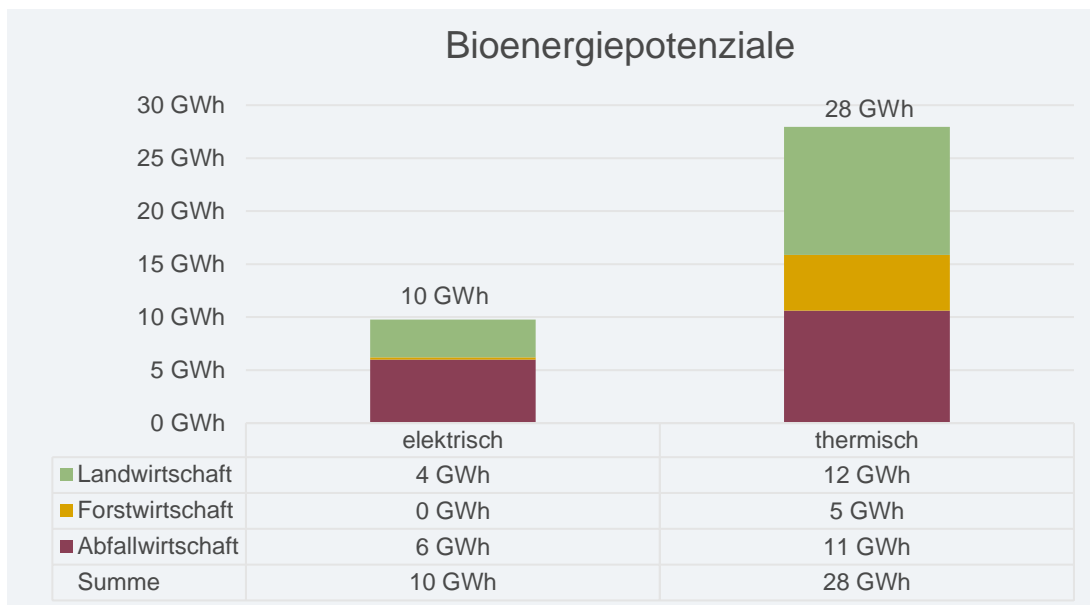


Abbildung 4-8: Bioenergiepotenziale der Stadt Ludwigslust

Umweltwärme

Die Nutzung von Umweltwärme für die Energieversorgung wird in Zukunft eine entscheidende Rolle auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität spielen. Als Wärmequellen kommen etwa Erdwärme (Geothermie) oder auch die z. B. in der Umgebungsluft, dem Grundwasser oder dem Abwasser gespeicherte Wärme infrage. Die etablierte Technologie zur Umweltwärmenutzung ist die Wärmepumpe. Derzeit werden in Deutschland v. a. Luft/Wasser-Wärmepumpen installiert (Bundesverband Wärmepumpe e. V., 2022), welche jedoch zumindest aus technischer Sicht eine weniger effiziente Art der Wärmeversorgung darstellen als erdgekoppelte Wärmepumpen. Der Hauptvorteil bei der Nutzung der Erdwärme gegenüber der Umgebungsluft liegt in dem höheren Temperaturniveau während der Heizperiode. An dieser Stelle wird auf eine quantitative Angabe des Potenzials verzichtet, weil Umweltwärme kein klassisch begrenzter Energieträger ist. Das nutzbare Potenzial hängt stark von der technischen Erschließung, dem Bedarf und den Rahmenbedingungen ab und nicht von der Verfügbarkeit der Ressource selbst.

Exkurs oberflächennahe Geothermie und Tiefengeothermie

Grundsätzlich kann zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie unterschieden werden:

- Oberflächennahe Geothermie (bis 400 m Tiefe) kommt zur Anwendung, um einzelne Gebäude mit Wärme zu versorgen.
- Tiefengeothermische Kraftwerke mit Bohrungen bis in 5.000 m Tiefe liefern sowohl Strom als auch Wärme.

Der große Vorteil von Geothermie gegenüber Wind- und Sonnenenergie ist die meteorologische Unabhängigkeit. Die Wärme in der Erde ist konstant vorhanden, ab 5 m Tiefe gibt es keine witterungsbedingten Temperaturveränderungen mehr. Jahreszeitenunabhängig können 24 Stunden am Tag Strom und Wärme produziert werden.

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist besonders für die partikulare, gebäudebezogene Wärmeversorgung (Niedertemperatur-Heizsysteme) geeignet. Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden oder Wärmepumpen werden vor allem im Rahmen von Neubau und Gebäudesanierung installiert, sind jedoch prinzipiell auch für weniger gut gedämmte Gebäude geeignet (Günther, et al., 2020).

Neben Erdwärmesonden besteht die Möglichkeit, Erdwärmekollektoren zur Nutzung von Erdwärme einzusetzen. Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie horizontal im Boden unterhalb der Frostgrenze bis zu einer Einbautiefe von 1,5 Metern verlegt werden. Da sie das Grundwasser nicht gefährden, können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu möglicherweise nicht genehmigungsfähigen Erdwärmesonden darstellen.

Die Stadtwerke Ludwigslust-Grabow GmbH haben im Rahmen einer Vorplanung für ein geothermisches Heizwerk eine umfassende Studie zur Nutzung von tiefengeothermischer Energie durchgeführt. Ziel war dabei die Untersuchung der Nutzung von Thermalwasserlagerstätten zur Wärmeversorgung im Stadtgebiet Ludwigslust, um die wirtschaftliche Erschließung und Integration in das bestehende bzw. erweiterbare Fernwärmenetz in Ludwigslust zu prüfen. Parallel dazu arbeitet die Stadt Ludwigslust an einem kommunalen Wärmeplan, in dem Geothermie als eine zentrale Option für die zukünftige klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 betrachtet wird

Abwärme

In industriellen Prozessanlagen entsteht täglich eine enorme Menge an Abwärme. Energie, die bislang oft ungenutzt in die Umgebung abgegeben wird. Dabei birgt diese thermische Energie ein enormes Potenzial für die nachhaltige Wärmeversorgung von Städten, Gemeinden und privaten Haushalten. Angesichts steigender Energiepreise, wachsender Klimaschutzanforderungen und dem Umbau der Energieversorgung hin zu erneuerbaren Quellen rückt die Nutzung industrieller Abwärme zunehmend in den Fokus von Politik, Wirtschaft und Forschung.

Durch intelligente Kopplung von Industrie und kommunalen Wärmenetzen kann Abwärme effizient eingespeist und zur Beheizung von Wohngebäuden, öffentlichen Einrichtungen oder Gewerbebauten genutzt werden. Auch dezentrale Lösungen, etwa die direkte Nutzung in angrenzenden Wohnquartieren, eröffnen neue Möglichkeiten für eine ressourcenschonende und

THG-arme Wärmeversorgung. Im Zuge der Potenzialermittlung konnte auf „Die Plattform für Abwärme“ (Die Plattform für Abwärme, 2025) zurückgegriffen werden. Für die Stadt Ludwigslust werden hier theoretische Potenziale von 10,9 GWh/a angegeben, welche sich auf 2 Unternehmen in Ludwigslust verteilen.

5 Szenarien zur Energieeinsparung und THG-Minderung

Auf Grundlage der ermittelten Potenziale werden nachfolgend Szenarien abgeleitet. Diese zeigen mögliche Entwicklungspfade des Endenergieverbrauchs sowie der THG-Emissionen auf. Dabei werden zwei unterschiedliche Szenarien betrachtet:

- Das **Referenzszenario** stellt eine Trendentwicklung ohne bzw. mit lediglich geringen Klimaschutzanstrengungen dar. Für die privaten Haushalte wird angenommen, dass die Sanierungsrate konstant auf einem Niveau von 0,8 % pro Jahr bleibt. Im Wirtschaftssektor werden die Effizienzpotenziale nur in geringem Maße gehoben und im Verkehrssektor greifen die Marktanzreizprogramme für Elektromobilität nur zum Teil. Der Ausbau der erneuerbaren Energien schreitet weiter gut voran und sich damit im Vergleich zum Ausgangsjahr in etwa verdoppelt.
- Im **Klimaschutzszenario** hingegen werden vermehrt klimaschutzfördernde Maßnahmen mit einbezogen und die vorangestellten Potenziale vollständig gehoben. Es wird angenommen, dass Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung, Effizienztechnologien und Nutzungsverhalten erfolgreich umgesetzt werden und eine hohe Wirkung zeigen. Effizienzpotenziale können aufgrund der guten Wirtschaftlichkeit verstärkt umgesetzt werden. Im Verkehrssektor greifen die Marktanzreizprogramme für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben. Zusätzlich wird das Nutzungsverhalten positiv beeinflusst, wodurch die Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs sinkt und der Anteil der Nahmobilität am Verkehrssektor steigt. Auch Erneuerbare-Energien-Anlagen werden mit hohen Zubauraten errichtet und durch den Einsatz von Batterien effektiver integriert. Die Annahmen des Klimaschutzszenarios setzen dabei zum Teil Technologiesprünge und rechtliche Änderungen voraus.

Nachfolgend wird zunächst die Entwicklung im Referenzszenario aufgezeigt. Anschließend folgt eine detaillierte Betrachtung des Klimaschutzszenarios, welches den Weg zur THG-Neutralität aufzeigt und als Grundlage zur Entwicklung von Leitzielen und Maßnahmen dient.

5.1 Referenzszenario

Wie bereits im vorangestellten Abschnitt beschrieben, stellt das Referenzszenario eine Trendentwicklung ohne bzw. mit lediglich geringen Klimaschutzanstrengungen dar. Neben einer moderaten Sanierungsrate im Sektor private Haushalte von 0,8 % pro Jahr und der geringen Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen im Wirtschaftssektor wird hier zudem davon ausgegangen, dass auch der Umstieg auf erneuerbare Energien nur bedingt voranschreitet und eine unzureichende Anzahl an Umstellungen auf regenerative Heizsysteme stattfindet. Das Szenario unterliegt der Annahme, dass Erdgas auch im Jahr 2045 einen großen Anteil ausmachen wird. Auch im Verkehrssektor dominieren weiterhin die fossilen Kraftstoffe Diesel und Benzin. Da eine umfassende Elektrifizierung der Wärme und Mobilität somit ausbleibt, wird auch der Stromverbrauch bis zum Jahr 2045 nur moderat ansteigen.

In der nachfolgenden Abbildung 5-1 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs dargestellt.

Im Referenzszenario lässt sich der Energieverbrauch um 21 % reduzieren

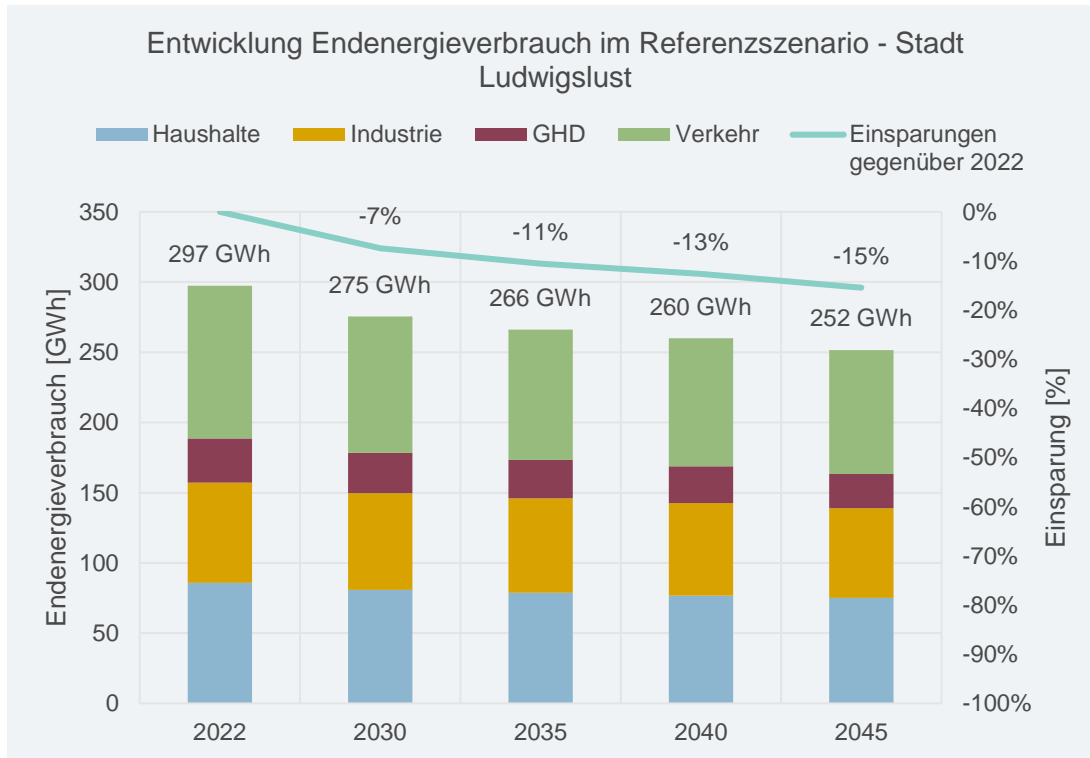


Abbildung 5-1: Entwicklung Endenergieverbrauch im Referenzszenario

Es zeigt sich, dass bis 2045 rund 15 % des Endenergieverbrauchs eingespart werden können. Die größten Einsparungen, etwa 21 GWh, werden dabei im Sektor Verkehr erzielt (aufgrund eines teilweisen Umstiegs auf alternative Antriebe mit deutlichen Effizienzvorteilen). Darüber hinaus können auch im Sektor der Privaten Haushalte Einsparungen in Höhe von 11 GWh erzielt werden.

In der nachfolgenden Abbildung 5-2 ist die Entwicklung der THG-Emissionen dargestellt.

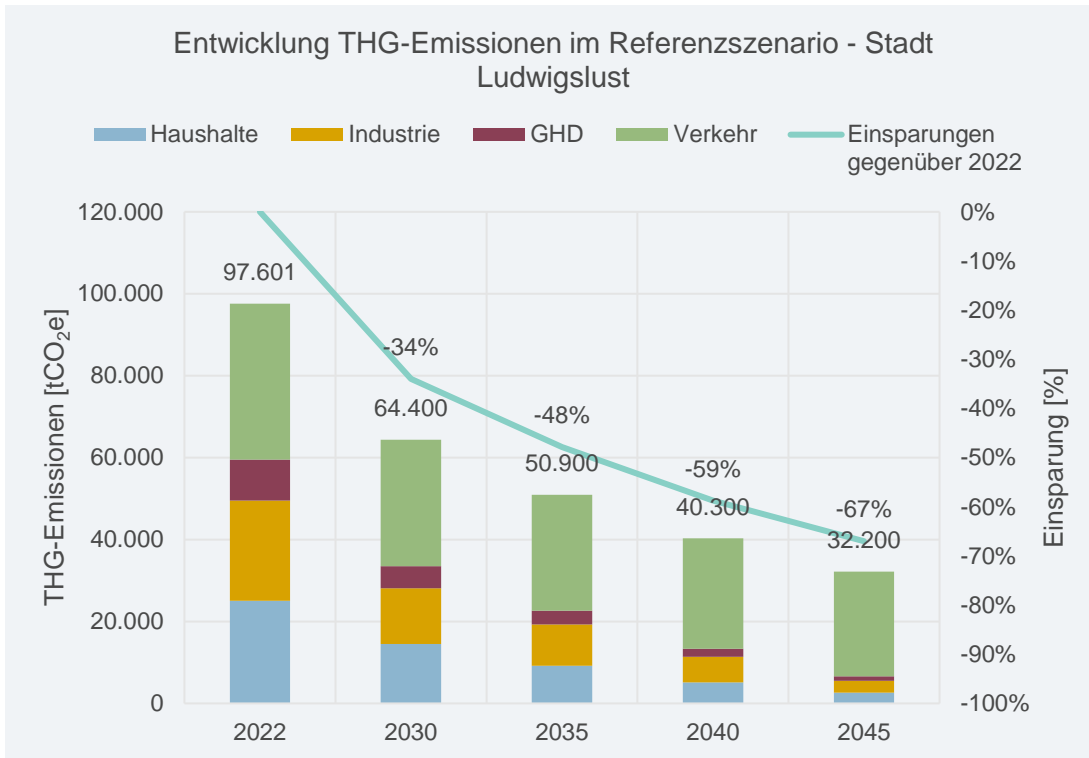


Abbildung 5-2: Entwicklung THG-Emissionen im Referenzszenario

Für die THG-Emissionen wird im Jahr 2045 angenommen, dass der Emissionsfaktor für Strom rund 29 g CO₂e/kWh beträgt (nach dem „Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)“ aus dem „Projektionsbericht 2023 für Deutschland“ (UBA, 2023)). Die THG-Emissionen sinken im Referenzszenario um rund 67 % bis zum Jahr 2045. Umgerechnet auf die Einwohnenden der Stadt Ludwigslust entspricht dies rund 3,5 tCO₂e pro Einwohner*in und Jahr in 2045. Im Ausgangsjahr 2022 betragen die THG-Emissionen pro Kopf und Jahr dagegen rund 8,0 tCO₂e, so dass auch im Referenzszenario mit einer Reduktion der THG-Emissionen zu rechnen ist. Diese ist jedoch bei Weitem nicht ausreichend, um die Klimaziele zu erreichen.

5.2 Klimaschutzszenario

Aus den Ergebnissen des Referenzszenarios geht hervor, dass die Klimaziele ohne große Anstrengungen nicht erreichbar sind. Das Klimaschutzszenario ist darauf ausgelegt, den THG-Ausstoß in der Stadt Ludwigslust höchstmöglich zu reduzieren. Hierzu werden die in Kapitel 4 dargestellten Potenziale in den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr vollständig gehoben. Das bedeutet, dass etwa für die privaten Haushalte eine Sanierungsrate von 2,8 % pro Jahr (jährliche Steigerung um 0,1 %) angestrebt wird, sodass bis zum Zieljahr 2045 rund 58% der Gebäude als saniert gelten (vgl. Kapitel 4.1). Für den Wirtschaftssektor wird ebenfalls angenommen, dass hohe Einsparungen durch Effizienzpotenziale (im Besonderen etwa in den Anwendungsbereichen Raumwärme, Beleuchtung und mechanische Energie) erzielt werden (vgl. Kapitel 4.2). Dabei spielt nicht nur die Reduktion des Endenergieverbrauchs eine entscheidende Rolle, sondern auch der Energieträgerwechsel.

Wärme

In der nachfolgenden Abbildung 5-3 wird die Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Verbindung mit dem erforderlichen Energieträgerwechsel sektorenübergreifend (Wärmeverbrauch der privaten Haushalte und der Wirtschaft) dargestellt. Dabei beinhaltet dieser sowohl Raumwärme und Warmwasser als auch Prozesswärme.

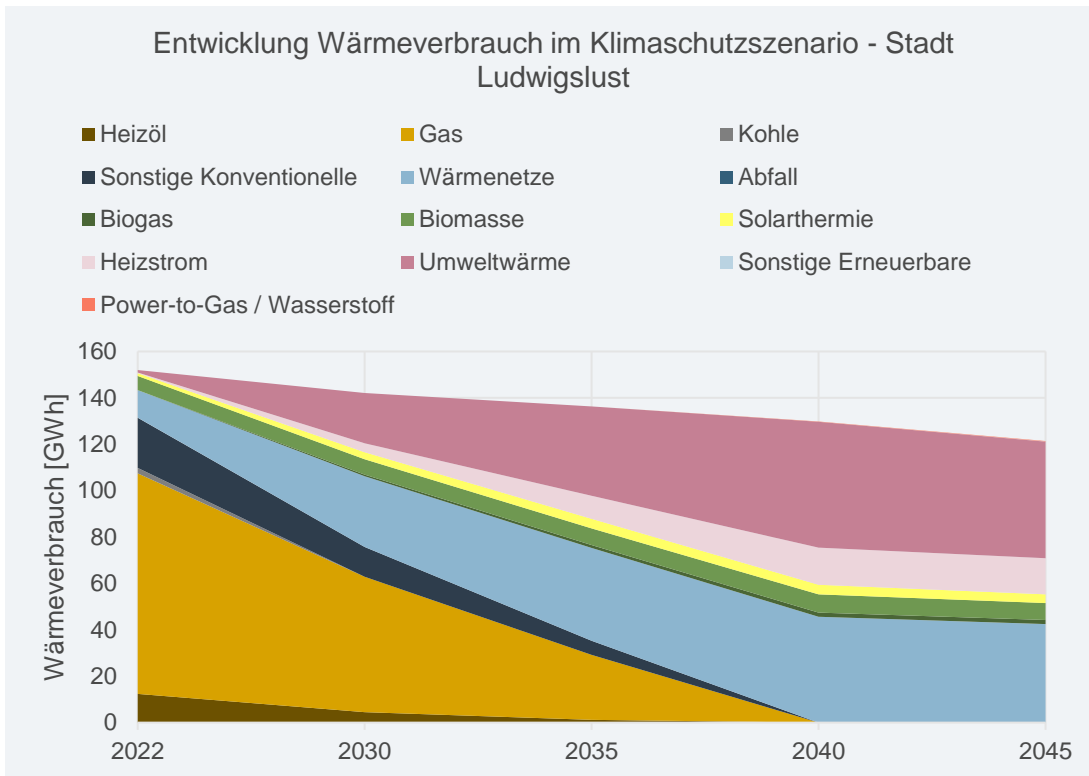


Abbildung 5-3: Entwicklung Wärmeverbrauch im Klimaschutzscenario

Der Wärmeverbrauch sinkt durch die Sanierung des Gebäudebestands und durch die Erzielung von Effizienzvorteilen im Bereich der Prozesswärme bis zum Zieljahr 2045 um 20 % auf rund 130 GWh. Es wird angenommen, dass der Wärmesektor sogar schon 5 Jahre früher, also im Jahr 2040 dekarbonisiert werden kann. Dabei nehmen die konventionellen Energieträger stark ab, sodass der Wärmemix im Zieljahr ausschließlich aus erneuerbaren Energieträgern besteht. Es wird lediglich von einem geringen und zu vernachlässigen Anteil nicht substituierter konventioneller Energieträger ausgegangen (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Wie in Kapitel 4.4 herausgestellt, liegen in der Stadt Ludwigslust große Potenziale in der Umweltwärme sowie der Bioenergie. Dabei eignet sich die Umweltwärme im Besonderen zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser, während Biogas etwa auch für Prozesswärme genutzt werden kann. Auch der Energieträger Heizstrom spielt im Klimaschutzszenario, vor allem im Sektor Wirtschaft zur Anwendung im Prozesswärmebereich, eine entscheidende Rolle und komplettieren die größten Energieträger im Jahr 2045. Darüber hinaus spielt auch der Ausbau von Wärmenetzen sowie der Solarthermie eine Rolle, während der Anteil an Biomasse in etwa auf dem gleichen Niveau wie im Bilanzjahr bleibt. An dieser Stelle gilt es zu erwähnen, dass der hier gezeigte Wärmemix mit dem Zielszenario der Kommunalen Wärmeplanung, welche zurzeit erstellt wird, abgestimmt wurde. Nichtsdestotrotz ist im Falle einer genaueren Analyse des Wärmesektors auf die kommunale Wärmeplanung und die darin beteiligten Stadtwerke Ludwigslust zu verweisen.

Verkehr

Auch im Verkehrssektor fällt dem Energieträgerwechsel eine Schlüsselrolle zu. Der nachfolgenden Abbildung 5-4 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs zu entnehmen.

Der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor sinkt um 35 %

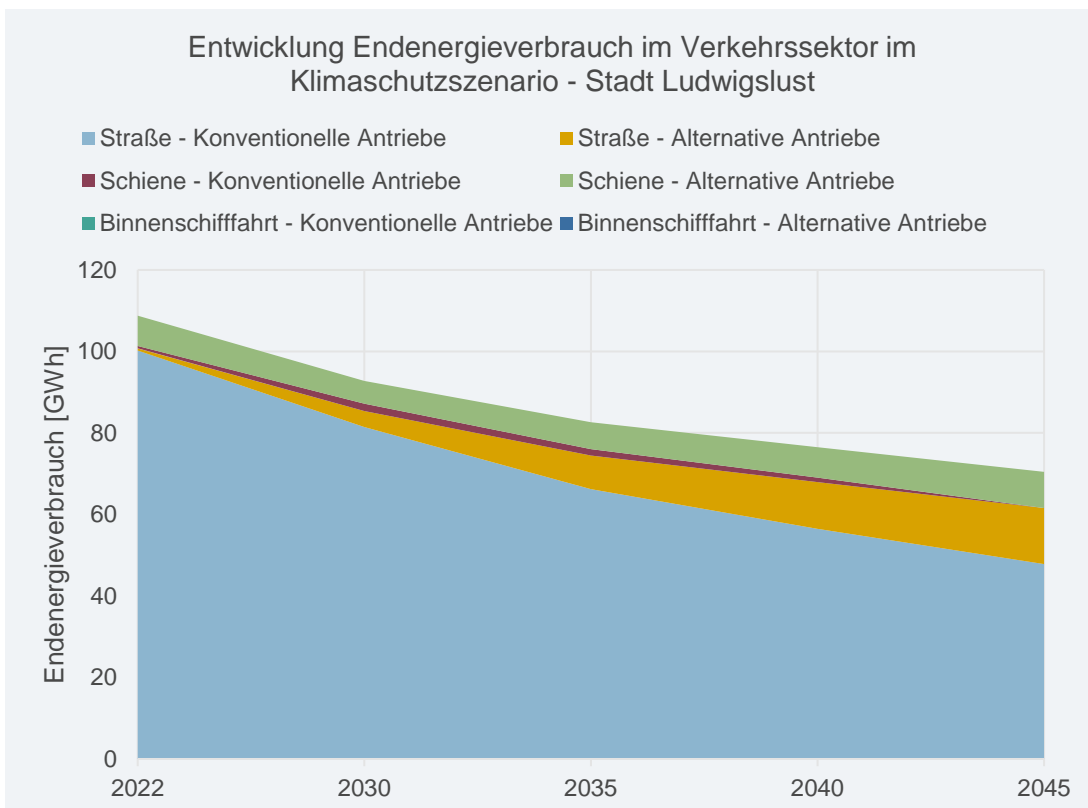


Abbildung 5-4: Entwicklung Endenergieverbrauch im Verkehrssektor im Klimaschutzszenario

Insgesamt nimmt der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor um rund 35 % ab. Es wird angenommen, dass die Marktanzreizprogramme für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben greifen

und zusätzlich das Nutzungsverhalten positiv beeinflusst wird, wodurch die Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs sinkt und der Anteil der Nahmobilität steigt (vgl. Kapitel 4.3). Im Besonderen der Umstieg auf alternative Antriebe bedingt dabei den stark sinkenden Endenergieverbrauch, da der Elektromotor deutliche Effizienzvorteile gegenüber konventionellen Antrieben aufweist. Auch im Schienenverkehr wird zudem eine Umstellung auf alternative Antriebe angenommen. Der verbleibende Anteil an konventionellen Antrieben wird mit biogenem Diesel oder sonstigen erneuerbaren Kraftstoffen betrieben.

Strom

Die vorangestellten Entwicklungen in den Bereichen Wärme und Verkehr implizieren einen deutlichen Anstieg des Stromverbrauchs. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Stromsystem in Zukunft nicht nur den klassischen Stromverbrauch, sondern auch den zukünftig anzunehmenden Stromverbrauch für die Sektoren Wärme und Verkehr ausgleichen muss (Stichwort Sektorenkopplung). So bedingen etwa die Umstellung auf alternative Antriebe sowie die Umrüstung auf regenerative Heizsysteme (Betrieb von Wärmepumpen und Wärmenetzen sowie Herstellung von Wasserstoff für Prozesswärme) eine deutliche Steigerung des Verbrauchs.

Der nachfolgenden Abbildung 5-5 ist die Entwicklung des Stromverbrauchs zu entnehmen:

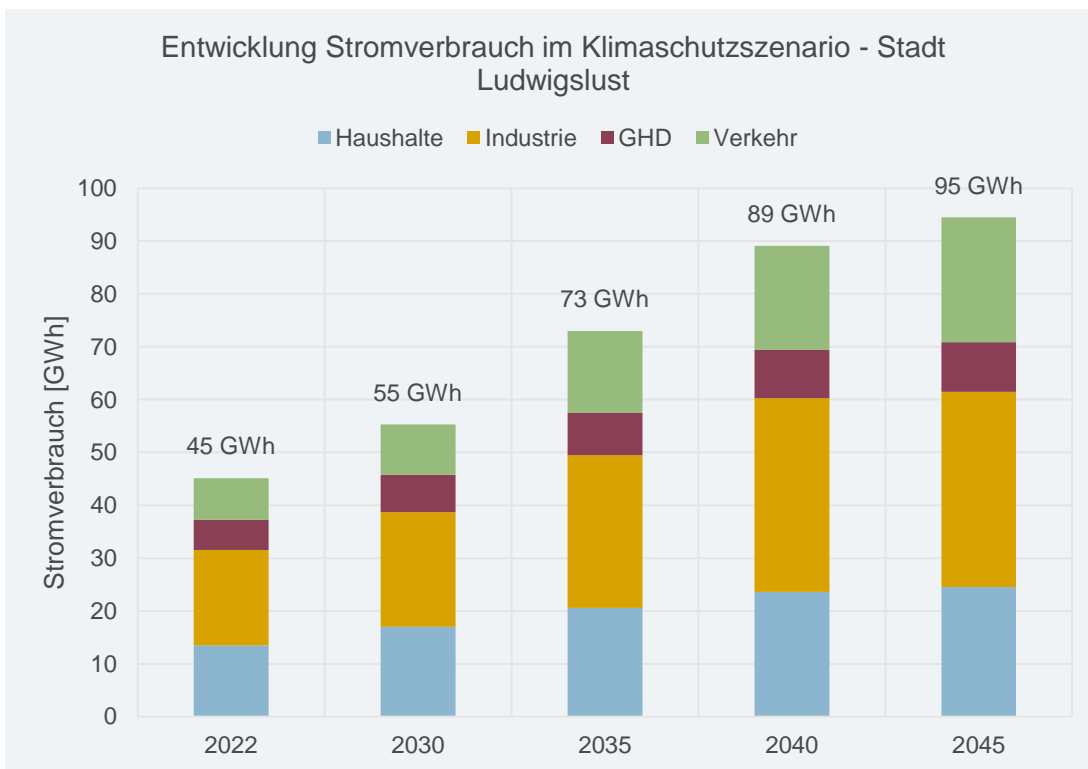


Abbildung 5-5: Entwicklung Stromverbrauch im Klimaschutzszenario

Der Stromverbrauch in der Stadt Ludwigslust nimmt im Klimaschutzszenario bis zum Jahr 2045 deutlich zu. Während im Jahr 2022 der Gesamtverbrauch noch bei rund 45 GWh lag, steigt er bis 2045 auf etwa 95 GWh an. Damit verdreifacht sich der Strombedarf im Betrachtungszeitraum nahezu. Besonders stark fällt der Anstieg in den Sektoren Industrie und Verkehr aus. Der industrielle Stromverbrauch wächst kontinuierlich und bildet ab 2030 den größten Anteil am Gesamtverbrauch. Noch dynamischer entwickelt sich der Verkehrssektor, dessen Strombedarf infolge der zunehmenden Elektrifizierung des motorisierten Verkehrs stark zunimmt. Die Haus-

halte und der Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor (GHD) zeigen dagegen eine vergleichsweise moderate Zunahme. Während der Stromverbrauch der Haushalte bis 2045 nur leicht ansteigt, bleibt der Anteil des GHD-Sektors über die Jahre hinweg relativ konstant.

Um die Dimensionen des zukünftigen Stromverbrauchs besser vorstellbar zu machen, wurden für Dach- und Freiflächen-PV sowie Windenergie äquivalente Flächen bzw. Anlagenzahlen berechnet, die bilanziell zur Deckung des gesamten Stromverbrauchs nötig wären. Dabei wird jeweils nur eine einzelne Anlagenart und keine Kombinationen aus diesen betrachtet. Eine Übersicht der Äquivalente ist in Tabelle 7 dargestellt. Hier finden sich die Äquivalente aufgeteilt nach den Sektoren Haushalte, Wirtschaft sowie Verkehr. Bei den Windenergie-Anlagen wurde auf ganze Anlagen aufgerundet. Für die Abschätzung der Äquivalente wurde auf gängige Werte für Anlagenleistungen, Flächenbedarfe und Energieerträge zurückgegriffen. Dabei handelt es sich um grobe und eher konservative Annahmen. Für die vereinfachte Abschätzung wurden bestehende Anlagen zudem nicht mitberücksichtigt, sondern nur neue Anlagen entsprechend des aktuellen bzw. in Zukunft zu erwartenden Standes der Technik angenommen.

Tabelle 5: EE-Äquivalente zur Deckung des Stromverbrauchs im Klimaschutzszenario

		Stromverbrauch [MWh/a]	Freifläche [ha]	Dachfläche [m²]	Windenergieanlagen [Anzahl]
2019	Haushalte	13.478,90 MWh	13,48 ha	79.287,65 m ²	1 x 4 MW
	Wirtschaft	23.752,10 MWh	23,75 ha	139.718,24 m ²	3 x 4 MW
	Verkehr	7.917,89 MWh	7,92 ha	46.575,82 m ²	1 x 4 MW
	Summe	45.149	45,15 ha	265.581,71 m²	5 x 4 MW
2045	Haushalte	24.500,00 MWh	24,50 ha	122.500,00 m ²	1x 7 MW
	Wirtschaft	46.500,00 MWh	46,50 ha	232.500,00 m ²	3 x 7 MW
	Verkehr	23.600,00 MWh	23,60 ha	118.000,00 m ²	1 x 7 MW
	Summe	94.600	94,60 ha	473.000,00 m²	5 x 7 MW

Aufgrund der technologischen Entwicklung in der Windenergie mit steigenden Nennleistungen und entsprechenden Stromerträgen wäre in Zukunft nicht deutlich mehr Windenergieanlagen nötig. Das relative Wachstum der PV-Flächen fällt höher aus, da das Potenzial für die Verbesserung der Technologie hier in Zukunft geringer ist.

Ausbau erneuerbarer Energien zur Stromproduktion

Die ermittelten EE-Potenziale beruhen auf den in Kapitel 4.4 dargestellten Inhalten. Insgesamt besitzt die Stadt Ludwigslust ein erhebliches Potenzial an erneuerbaren Energien, insbesondere im Bereich der Photovoltaik. Für das ermittelte Potenzial der Photovoltaik wird angenommen, dass aufgrund wirtschaftlicher Faktoren etwa 80 % des vorhandenen Potenzials an Dach-PV ausgeschöpft wird. Im Bereich des Freiflächen-PV-Potenzials wird pauschal ein Ausschöpfungsgrad von 50-60 % angenommen. Darüber hinaus wird angenommen, dass bis 2045 30 % des Potenzials innerhalb des 500-m-Korridors und 46 % des Potenzials außerhalb des 500-

Korridors ausgeschöpft wird. Das entspricht jeweils den von der Stadt Ludwigsust ausgewiesenen Flächen innerhalb der beiden Korridore. Auch im Bereich Windenergie wird im dargestellten Ausbaupfad lediglich die Potenzialausschöpfung von 75 % berücksichtigt.

Wie der nachfolgenden Abbildung 5-6 ersichtlich, steigt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von rund 29 GWh im Jahr 2022 auf etwa 562 GWh an. Damit wächst auch der Deckungsanteil am Stromverbrauch der Stadt deutlich – von 63 % im Jahr 2022 auf über 595 % im Jahr 2045. Hierbei werden lediglich 28 % des berechneten Maximalpotenzials ausgeschöpft. Das bedeutet, dass Ludwigslust langfristig ein Vielfaches des eigenen Strombedarfs durch erneuerbare Energien decken kann. Wie beschrieben, muss das zukünftige Stromsystem nicht nur die Fluktuationen des klassischen Stromverbrauchs ausgleichen, sondern auch den zusätzlichen Strombedarf in den Sektoren Wärme und Verkehr decken. Trotz der oben genannten Einschränkungen in den Bereichen Dach- und Freiflächen-PV sowie Windenergie zeigt sich, dass das Gesamtpotenzial der Stadt Ludwigslust den im Klimaschutzscenario prognostizierten Stromverbrauch deutlich übersteigt. Insgesamt können bei Ausschöpfung aller EE-Potenziale etwa 2.017 GWh/a Strom erzeugt werden.

Durch den Ausbaupfad gilt es, ein Maximalpotenzial von 2.017 GWh/a auszu-schöpfen

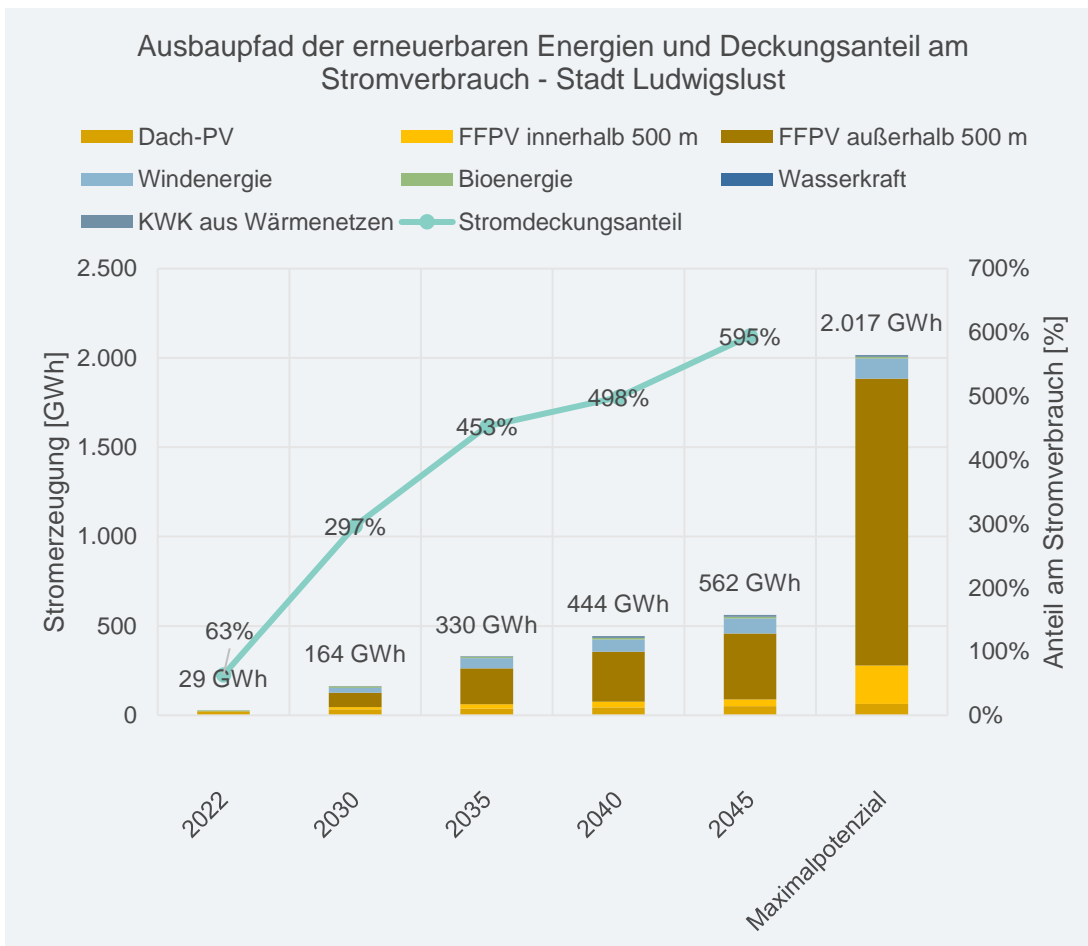


Abbildung 5-6: Ausbaupfad erneuerbare Energien und Deckungsanteil am Stromverbrauch

End-Szenarien

Aufbauend auf den in Kapitel 4 dargestellten Potenzialen sowie den zuvor aufgeführten Entwicklungen in den Bereichen Wärme, Verkehr und Strom werden nachfolgend End-Szenarien dargestellt. Diese zeigen den Entwicklungspfad des Endenergieverbrauchs sowie der THG-

Emissionen im Klimaschutzscenario auf. Die nachfolgende Abbildung 5-7 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Stadt Ludwigslust

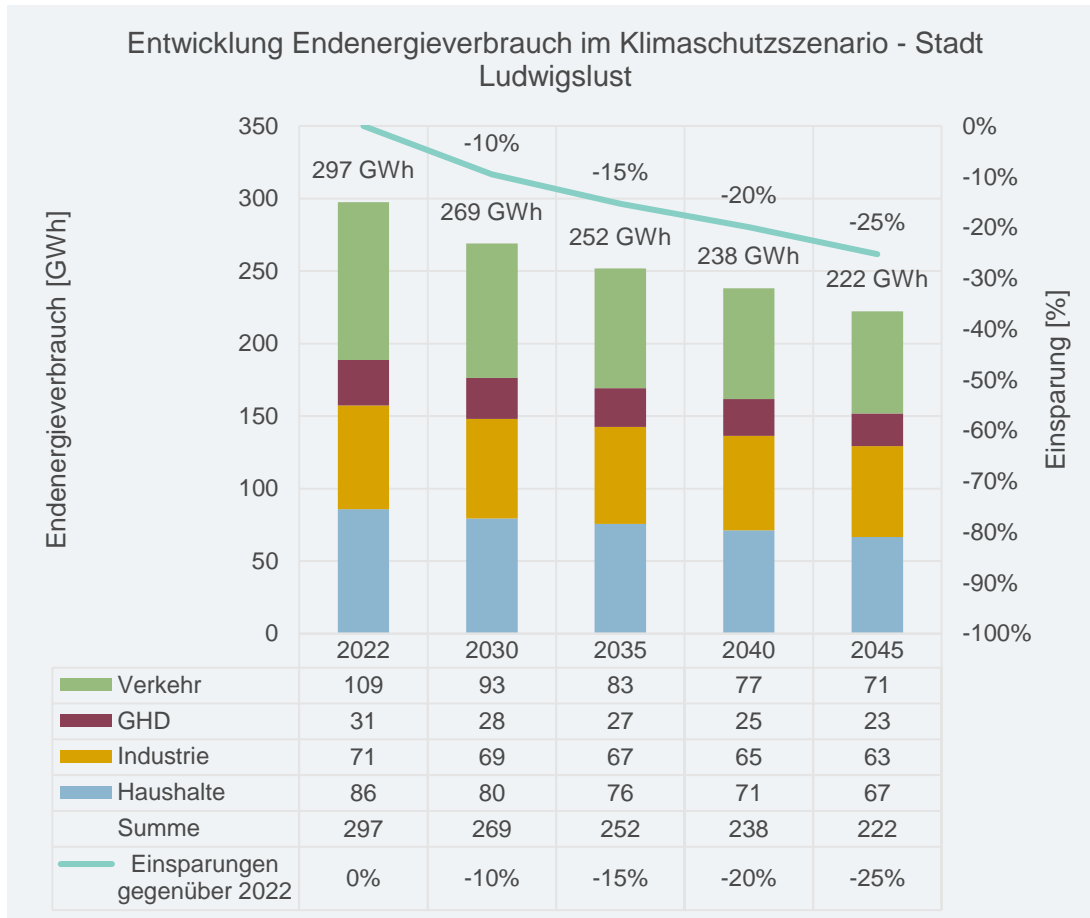


Abbildung 5-7: Entwicklung Endenergieverbrauch im Klimaschutzscenario

Es zeigt sich, dass der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 (bezogen auf das Referenzjahr 2022) um 13 % gesenkt werden kann. Bis zum Zieljahr 2045 können sogar 25 % des Endenergieverbrauchs eingespart werden. Dabei sind die größten Einsparungen im Sektor Verkehr (etwa durch die Umstellung auf alternative Antriebe mit deutlichen Effizienzvorteilen gegenüber konventionellen Antrieben sowie Reduktion der Fahrleistung) gefolgt vom Sektor der privaten Haushalte (durch die angenommene Sanierung des Gebäudebestands) zu erzielen. Insgesamt geht der Endenergieverbrauch auf 222 GWh zurück.

Zur Ermittlung der THG-Emissionen wird ein prognostizierter Bundesstrommix angesetzt. Dieses Vorgehen ist mit der BSKO-Methodik konform. Für die Berechnung der durch den Stromverbrauch verursachten Emissionen wird innerhalb des Klimaschutzscenario im Jahr 2045 ein Emissionsfaktor von 20 gCO₂e/kWh angenommen („Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)“ aus dem „Projektionsbericht 2023 für Deutschland“ (UBA, 2023)). In der nachfolgenden Abbildung 5-9 ist die Entwicklung der THG-Emissionen dargestellt:

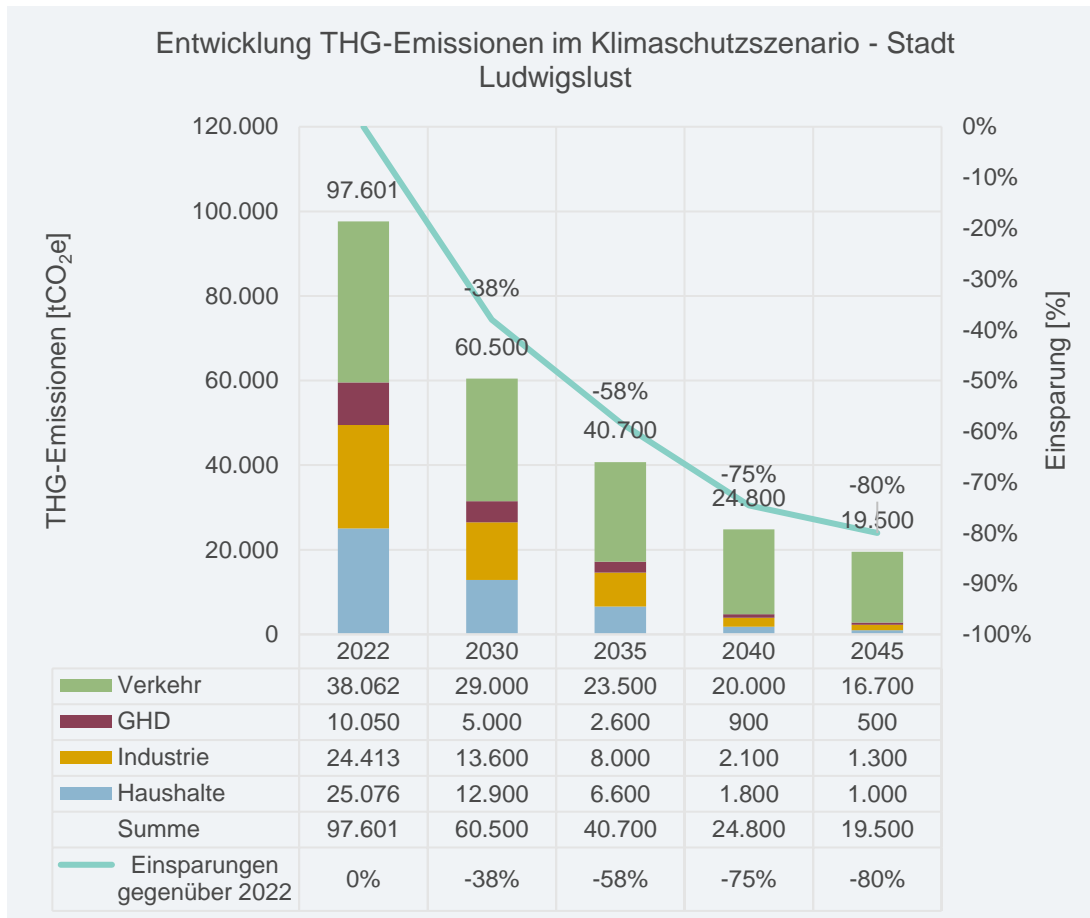


Abbildung 5-8: Entwicklung THG-Emissionen im Klimaschutzscenario

Die THG-Emissionen sinken im Klimaschutzscenario (ausgehend vom Ausgangsjahr 2022) um 38 % bis zum Jahr 2030 und um 80 % bis zum Jahr 2045. Im Sektor Wirtschaft, also GHD und Industrie, können bis zum Zieljahr rund 95 % eingespart werden. Im Sektor der privaten Haushalte können rund 96 % der THG-Emissionen eingespart werden. Dabei bleibt anzumerken, dass im Besonderen die Umstellung auf erneuerbare Energieträger im Sektor Wärme zu erheblichen Reduktionen führen. Der Sektor Verkehr weist mit 56 % aufgrund des noch immer vertretenen Anteils an fossilen Kraftstoffen die geringsten Einsparungen im Bereich der THG-Emissionen auf.

Umgerechnet auf die Einwohner*innen der Stadt Ludwigslust entsprechen die Gesamtemissionen rund 5,1 tCO₂e pro Einwohner*in und Jahr in 2030 und rund 2,1 tCO₂e pro Einwohner*in und Jahr in 2045. Dabei wurde ein Bevölkerungsrückgang von 6 % angenommen.

5.3 Instruktionen aus dem Klimaschutzscenario

Nachfolgend werden die wesentlichen Instruktionen aus dem Klimaschutzscenario dargestellt. Dabei dient die Zusammenfassung als erste Grundlage und Leitfaden zur Identifikation und Entwicklung von Maßnahmen.

- **Steigerung der Sanierungsrate:** Um den Endenergieverbrauch im Sektor der privaten Haushalte zu senken, ist eine ambitionierte Steigerung der Sanierungsrate anzustreben. Im Klimaschutzscenario steigt die Sanierungsrate (ausgehend von einem Wert von 0,8 %

Durch ein konsequentes Vorgehen kann eine Einsparung von 80 % der THG-Emissionen erzielt werden

pro Jahr) jährlich um 0,1 % auf maximal 2,8 % pro Jahr an und bleibt anschließend konstant. Bis zum Zieljahr 2045 können somit rund 58 % des Gebäudebestands saniert werden, was zu Endenergieeinsparungen in Höhe von rund 22 % führt.

- **Energieträgerwechsel im Wärmesektor:** Neben der Sanierungsrate spielt auch die Umstellung auf regenerative Heizsysteme eine entscheidende Rolle. Erneuerbare Energieträger, wie etwa Umweltwärme, Solarthermie, Bioenergie oder auch regenerativ erzeugter Wasserstoff, erzeugen deutlich geringere Emissionen und stellen damit einen Schlüsselfaktor auf dem Weg zur angestrebten THG-Neutralität dar. Die fossilen Energieträger, wie etwa Erdgas und Heizöl, sollten bis zum Zieljahr 2045 daher bestenfalls vollständig substituiert werden.
- **Minderung der Fahrleistung:** Im Sektor Verkehr wird ein Großteil der THG-Emissionen durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) verursacht. Demnach stellt die Minderung der Fahrleistung einen wesentlichen Faktor dar, indem Fahrten vermieden oder mit einer klimafreundlichen Alternative zurückgelegt werden. Der MIV muss um rund 6 % gesenkt werden.
- **Förderung des Umweltverbundes:** Um eine Minderung der Fahrleistung zu erreichen, muss der Umstieg auf klimafreundliche Verkehrsmittel gefördert werden. Hierzu gehört etwa der Ausbau von Radwegen und die Verbesserung des ÖPNVs.
- **Umstellung auf alternative Antriebe:** Fossile Kraftstoffe, wie etwa Diesel und Benzin, besitzen hohe Emissionsfaktoren und müssen substituiert werden. In Kombination mit einem klimafreundlichem Bundesstrommix stellen etwa Elektrofahrzeuge eine emissionsarme Alternative dar.
- **Ausbau der erneuerbaren Energien:** In Anbetracht der zu erwartenden Sektorenkopplung und dem hieraus resultierenden steigenden Stromverbrauch fällt dem Ausbau erneuerbarer Energien zur Stromproduktion eine Schlüsselrolle zu. Insgesamt besitzt die Stadt Ludwigslust ein erhebliches Potenzial an erneuerbaren Energien. Besonders große Potenziale bestehen dabei in den Bereichen Photovoltaik und Windenergie. Für das Zieljahr 2045 ergibt sich ein möglicher Stromertrag von 562 GWh (Maximalpotenzial liegt bei 2.017 GWh).

6 Beteiligungsprozess

Der Weg zu einem wirksamen integrierten Klimaschutzkonzept für Ludwigslust beginnt mit einem offenen Ohr für die Menschen, die hier leben und wirken. Denn Klimaschutz ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die nur durch gemeinsames Handeln erfolgreich sein kann. Im Rahmen der Erstellung des KSK wurde daher großer Wert auf Beteiligung gelegt: Bürgerinnen, lokale Akteurinnen, Unternehmen und Institutionen waren gefragt, ihre Ideen, Erfahrungen und Erwartungen einzubringen. Der gesamte Prozess der Beteiligung gliederte sich dabei in folgende Punkte:

Aktivierende Interviews

Zu Beginn des öffentlichen Beteiligungsprozesses führte der Klimaschutzmanager Interviews mit lokalen Vertretern folgender Bereiche durch:

- ▶ Energieversorgung/Verkehr
- ▶ Wohnungsbau/Verbraucher
- ▶ Wirtschaft/Handwerk/Industrie

- ▶ interne Verwaltung
- ▶ Verbände und Vereine

Im Rahmen der Interviews konnte der Klimaschutzmanager erste Informationen zu laufenden Aktivitäten sowie Anregungen und Vorschläge für Klimaschutzmaßnahmen sammeln sowie zur Mitwirkung an der Erstellung des Konzeptes motivieren. Die Anregungen und Vorschläge der Gesprächspartner sind in die Erstellung des Maßnahmenkatalogs (siehe Teil 2 zum Klimaschutzkonzept) eingeflossen.

Öffentliche Beteiligungsveranstaltungen

Die Erarbeitung des Klimaschutzkonzepts für die Stadt Ludwigslust erfolgte unter Mitwirkung von etwa 286 Bürgerinnen und Bürgern in einer Online- Umfrage sowie zahlreichen Veranstaltungen und Gesprächsrunden mit Vertretern aus Wirtschaft, Politik, Verbänden und der gesamten Verwaltung. (siehe Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2). Die Ergebnisse der Veranstaltungen wurden jeweils in Protokollen dokumentiert und Ideen für gespeichert und der Katalog in einer Ideenliste gespeichert. Der intensive Beteiligungsprozess konzentrierte sich auf die Monate Februar 2025 bis Oktober 2025.



Abbildung 6-1: Priorisierungs-Workshop am 28.10.2025

Bekanntmachungsblatt der Stadt Ludwigslust

- 5 -

Ludwigslust macht sich stark für den Klimaschutz – Ihre Meinung zählt!

Die Stadt Ludwigslust arbeitet derzeit an einem Klimaschutzkonzept, um gemeinsam mit Ihnen unsere Stadt umweltfreundlicher, lebenswerter und zukunftssicher zu gestalten. Unterstützt wird das Projekt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Ziel ist es, Wege zu finden, wie wir gemeinsam den CO₂-Ausstoß reduzieren, Energie effizienter nutzen und unsere Lebensqualität langfristig verbessern können.

gestalten Sie die Zukunft Ludwigslusts aktiv mit! Ihre Rückmeldungen fließen direkt in das neue Klimaschutzkonzept ein – die Grundlage für viele konkrete Maßnahmen in den kommenden Jahren. Die Erstellung des Konzepts wird im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert.

Und dabei kommt es auf Sie an! Ab dem 20. Juni 2025 startet eine Online-Umfrage, bei der Ihre Ideen, Wünsche und Erfahrungen gefragt sind – ob zu Themen wie Energie, Mobilität, Stadtgrün oder anderen Bereichen rund um den Klimaschutz. Machen Sie mit und

gestalten Sie die Zukunft Ludwigslusts aktiv mit!
Ihre Rückmeldungen fließen direkt in das neue Klimaschutzkonzept ein – die Grundlage für viele konkrete Maßnahmen in den kommenden Jahren. Die Erstellung des Konzepts wird im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert.




Start der Umfrage: 20. Juni 2025
Hier geht's zur Teilnahme: www.ludwigslust.de/umfrage-klimaschutz

Abbildung 6-2: Bewerbung der Umfrage zur Erstellung des KSK

7 Ziele und Strategien

Die in den vorherigen Kapiteln dargestellten Sachverhalte der Energie- und Treibhausgasbilanzen bis hin zu den Potenzialanalysen und Szenarien bilden die Grundlage, um die Klimaschutzziele für Ludwigslust festzulegen und die zur Erreichung dieser Ziele notwendigen Strategien zu entwickeln.

Gleichermaßen wird mit den Klimaschutzzielen ein eigenes Leitbild geschaffen, welches der Motivation, Orientierung und Selbstverpflichtung dient. Es werden zu erreichende Meilensteine formuliert, die eine klimafreundliche Entwicklung der Stadt Ludwigslust zum Ziel haben.

Allgemeine Ziele

Ludwigslust will seiner Vorbildfunktion nachkommen und seinen Bürgern, Besuchern aber auch Mitarbeitern eine klimafreundliche und lebenswerte Umwelt bieten. Es sollen Wege zur Transformation in eine THG-reduzierte Gesellschaft und die hierzu notwendigen Schritte ermittelt

werden. Die Stadt Ludwigslust will hiermit auch ihren Beitrag zur Erfüllung der Klimaziele des Bundes und des Landes Mecklenburg- Vorpommern leisten.

Ziel der Vorbildfunktion

Um der Vorbildfunktion nachzukommen, stehen der Stadt verschiedene Wege zur Verfügung. Diese reichen von der internen Organisation, den kommunalen Liegenschaften, der Öffentlichkeitsarbeit aber auch in Teilen der Versorgung und Entsorgung.

Ziel von Maßnahmen bei der internen Organisation ist es, Verwaltungsprozesse anzupassen, umzugestalten und ggfs. neue Prozesse zu implementieren, um den THG-Ausstoß, welcher aus dem Verwaltungsbetrieb resultiert, zu reduzieren. Dies betrifft z. B. die Etablierung eines Klimaschutzmanagements, die Umstellung auf eine nachhaltige Beschaffung oder auch der Weg hin zur papierlosen Verwaltung.

Im Bereich der kommunalen Liegenschaften sind die direkten THG-Emissionen der Verwaltung und auch mögliche Einsparpotenziale zu verorten. Zum Heben dieser Potenziale durchgeführte bauliche Maßnahmen sind zumeist öffentlich wahrnehmbar. Ebenso stehen hierbei eingesetzte klimafreundliche Technologien und Verfahren im öffentlichen Raum. Dementsprechend wird mit Maßnahmen an den kommunalen Liegenschaften der Vorbildfunktion nachgekommen.

Ein wichtiger Punkt, um der Vorbildfunktion nachzukommen, ist die Öffentlichkeitsarbeit. Ziel hierbei ist es, die Bürger über relevante Vorhaben zu informieren, zur Beteiligung zu animieren und ggfs. zum Nachahmen anzuregen.

Klimafreundliche und lebenswerte Umwelt

Maßgeblich verantwortlich für die Gestaltung der Stadt und somit für die Entwicklung einer klimafreundlichen und lebenswerten Umwelt ist die Stadtplanung. In Ludwigslust ist die Stadtplanung ein Sachgebiet im Fachbereich Stadtentwicklung und Tiefbau und somit im Austausch zu anderen Sachgebieten wie dem Tief- und Hochbau, Gebäude- und Liegenschaftsmanagement. Mit dem Flächennutzungsplan, Bauleitplänen und Satzungen stehen der Stadtplanung diverse Mittel zur Verfügung, um auf das Stadtbild und dessen Entwicklungen Einfluss zu nehmen.

Wege zur Transformation in eine THG-reduzierte Gesellschaft

Eine wichtige Säule zur Erreichung der Klimaziele und auf den Weg hin zu einer THG-reduzierten Gesellschaft ist die Umstellung auf eine emissionsfreie Energieversorgung. Hierzu spielen der Ausbau der erneuerbaren Energie und die Transformation der Wärmeversorgung hin zu fossil-freien Energieträgern eine entscheidende Rolle. Eine weitere tragende Säule ist das Thema der Mobilität und wie diese zukünftig gestaltet wird, um den ÖPNV aber auch den fossilfreien Individualverkehr zu stärken. Für diese Themen sind Pläne und Konzepte zu erarbeiten, um die Transformationsprozesse in Ludwigslust einzuleiten und die hierfür notwendigen Schritte festzulegen.

THG-Minderungsziele

Die deutschen Treibhausgas-minderungsziele sind im Bundes-Klimaschutzgesetz (Stand August 2024) festgelegt. Die Emissionen sollen ...

- ▶ ... bis 2030 um mind. 65 % und bis 2040 um mind. 88 % gesenkt werden (gegenüber 1990).
- ▶ Bis zum Jahr 2045 hat Deutschland das Ziel Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen
- ▶ Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden.

Diese Ziele entsprechen dem Szenario, welches in Abbildung 5-9 dargestellt ist. Der Gesamt-THG-Ausstoß betrug in Ludwigslust im Jahr 2021 ca. 100.750 tCO₂e und ist von 2021 bis 2022 um ca. 3,5 % im Jahr gesunken, sodass die THG-Emissionen im Jahr 2022 dann 97.598 tCO₂e betragen. In der folgenden Tabelle 6 werden die darauf aufbauenden THG-Minderungsziele dargestellt:

Tabelle 6: THG-Minderungsziele aus dem Klimaschutzszenario

Sektoren		2030	2035	2040	2045
Private Haushalte	tCO ₂ e	12.900	6.600	1.800	1.000
Industrie	tCO ₂ e	13.600	8.000	2.100	1.300
GHD	tCO ₂ e	5.000	2.600	900	500
Verkehr	tCO ₂ e	29.000	23.500	20.000	16.700
Kommunale Einrichtungen	tCO ₂ e	60.500	40.700	24.800	19.500
Einsparungen gegenüber 2022	%	-38%	-58%	-75%	-80%

An dieser Stelle gilt es zu erwähnen, dass die Erreichung der THG-Minderungsziele auch von äußeren Einflüssen und globalpolitischen Entwicklungen abhängig ist und es sich daher lediglich um die Darstellung eines prognostizierten Absenkpades handelt.

Die Stadt Ludwigslust erreicht eine bilanzielle THG-Neutralität bis spätestens zum Jahr 2045.

Strategien

Bei der Auswahl an Maßnahmen für Ludwigslust wurden mehrere Strategien verfolgt, welche die schnelle bzw. sinnvolle Umsetzbarkeit, die langfristige Ausrichtung und Entwicklung der Stadt sowie die Kosten betreffen. Die Maßnahmen wurden so gewählt, dass mindestens ein oder zwei der zuvor genannten Kriterien erfüllt werden.

Zur Umsetzbarkeit wurde Wert auf Maßnahmen gelegt, welche sich leicht und ohne große technischen und/oder finanziellen Aufwand umsetzen lassen. Dies betrifft z. B. interne und externe Schulungen, Veranstaltungen oder öffentlich wirksame Meldungen oder die Bereitstellung von Informationen bzw. Informationsmaterial. Diese Maßnahmen eignen sich teilweise zu Beginn der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes oder können zwischenzeitlich umgesetzt werden.

Weiterhin wurden strategische Maßnahmen ausgewählt, bei welchen die langfristige Ausrichtung und Entwicklung von Ludwigslust im Fokus liegen. Aus diesen Maßnahmen sollen für verschiedene Themen Konzepte und/oder Pläne resultieren, die übergeordnete Ziele verfolgen und zur Erreichung dieser, aufeinander abgestimmte Folgemaßnahmen beinhalten.

Ein weiterer Punkt bei der Auswahl der Maßnahmen waren die Kosten. Es wurde überwiegend auf eine Mischung von geringinvestiven und förderfähigen Maßnahmen gesetzt. So besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit der Maßnahmenumsetzung und eine geringere Belastung des Finanzhaushaltes der Stadt.

8 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie für das Klimaschutzkonzept mit Maßnahmenplan der Stadt Ludwigslust ist entscheidend, um sicherzustellen, dass die ergriffenen Maßnahmen langfristig wirksam sind und kontinuierlich umgesetzt werden. Wichtige Aspekte, die für diese Strategie erforderlich sind:

1. Langfristige Zielsetzung: Es werden klare, messbare und langfristige Ziele, die über kurzfristige Maßnahmen hinausgehen definiert. Diese Ziele werden regelmäßig überprüft und angepasst.
2. Ressourcensicherung: Die Stadt Ludwigslust stellt sicher, dass die notwendigen finanziellen, personellen und technischen Ressourcen bereitgestellt werden, um die Maßnahmen nachhaltig umzusetzen.
3. Monitoring und Evaluation: Es wird ein System zur kontinuierlichen Überwachung und Bewertung der Fortschritte implementiert. Dies ermöglicht es, Erfolge zu dokumentieren und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.
4. Stakeholder-Engagement: Relevante Akteure, wie Bürger, Unternehmen der und Institutionen der Stadt Ludwigslust werden, aktiv in den Prozess eingebunden. Ihre Unterstützung und Mitwirkung sind entscheidend für den langfristigen Erfolg.
5. Bildung und Sensibilisierung: Das Klimamanagement der Stadt Ludwigslust wird das Bewusstsein für Klimaschutzmaßnahmen in der Bevölkerung fördern. Bildung und Informationskampagnen können helfen, das Engagement zu erhöhen.
6. Politische Unterstützung: Es ist zwingend notwendig sich die Unterstützung von politischen Entscheidungsträgern der Stadt Ludwigslust zu sichern, um die notwendigen Rahmenbedingungen für die Umsetzung der Maßnahmen zu schaffen.
7. Integration in bestehende Strukturen: Die Klimaschutzmaßnahmen werden in bestehenden politischen und administrativen Strukturen verankert, um eine nachhaltige Umsetzung zu gewährleisten.

Die Verstetigungsstrategie sollte also ganzheitlich und anpassungsfähig sein, um den Herausforderungen des Klimawandels effektiv zu begegnen.

Die Sicherstellung des erforderlichen Personals und der Finanzmittel sind dabei vorrangig. Für die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wird von Oktober 2024 bis einschließlich 31. Oktober 2026 eine Stelle für das Klimaschutzmanagement gefördert. Für die Umsetzung des Konzepts und eine generelle Fortführung der Klimaschutzaktivitäten in der Stadt Ludwigslust muss diese Stelle verlängert werden. Denn wie der Maßnahmenkatalog zeigt, gibt es an verschiedensten Stellen Interesse und Bereitschaft für eine Umsetzung von Maßnahmen, die Koordination und Unterstützung muss aber von einer zentralen Stelle innerhalb der Verwaltung erfolgen. Die Umsetzung des Konzepts durch ein Klimaschutzmanagement wird für weitere drei Jahre von der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundes gefördert. Im Anschlussvorhaben Klimaschutzmanagement erfolgt für 36 Monate eine 40 %ige Förderung von Personal- und Sachkosten. Voraussetzung ist ein Beschluss der Stadtvertretung. Die Aufgaben in der Anschlussphase umfassen u.a. die Betreuung der Umsetzung der Maßnahmen aus dem Klimaschutzkonzept, die Festlegung einer Struktur zur fachübergreifenden Zusammenarbeit und die Implementierung und Anwendung eines Klimaschutz-Controllings (Umsetzungskontrolle). Ein Teil der Maßnahmen wird in der Umsetzung länger als drei Jahre benötigen. Zudem werden in den kommenden Jahren weitere Aufgaben auf den kommunalen Klimaschutz zukommen (u.a.

Klimaschutzgesetz M-V). Daher sollten in der Anschlussphase Maßnahmen zur Entfristung der Stelle geprüft werden.

9 Handlungsfelder und Maßnahmen

Bei der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wurden zahlreiche Maßnahmenblätter erarbeitet, die sich aus Beteiligungs- und Abstimmungsrunden und einzelnen Gesprächen innerhalb der Verwaltung, mit der Politik, mit der Öffentlichkeit und mit weiteren Akteuren entwickelten:

- ▶ Klimaschutzumfrage für Bürgerinnen und Bürger (20.06.2025, ca. 245 Teilnehmende, Dauer 6 Wochen).
- ▶ Präsentation der vorläufigen Ergebnisse des Klimaschutzkonzeptes in den Ausschüssen/Stadtvertretung (Mai/Juni 2025)
- ▶ Informationsveranstaltung für Stadtvertreter und der Lenkungsgruppe Ludwigslust sowie dem Fachbüro Theta Rostock (09.12.2024) zur kommunalen Wärmeplanung
- ▶ Präsentation der Ergebnisse des Klimaschutzkonzeptes für die Verwaltung (28.10.2025)
- ▶ Einzelgespräche mit dem Großteil der Verwaltungsangestellten der Kernverwaltung (Oktober 2024 bis April 2025)
- ▶ Beteiligung der Horte, des Bauhofs, der Tourist-Information und von der Bibliothek
- ▶ Gespräche mit den Unternehmen mit städtischer Beteiligung (u.a. Stadtwerke, Wohnungsbaugesellschaft)
- ▶ Gespräche mit weiteren Akteuren (Wohnungsbaugenossenschaft, Abwasserzweckverband, Volkshochschule Landkreis LUP)

Die Maßnahmen-Steckbriefe sind mit den Hauptakteuren abgestimmt und verschiedenen Handlungsfeldern zugeordnet:

- ▶ Kommune als Klimaschützerin
- ▶ Klimafolgenanpassung
- ▶ Nachhaltige Mobilität
- ▶ Erneuerbare Energien
- ▶ Klima- und Umweltbildung
- ▶ Private Haushalte
- ▶ Klimafreundliche Wirtschaft
- ▶ Handlungsfeldübergreifende Maßnahmen

In Tabelle 6 sind die Maßnahmen zusammengefasst.

Tabelle 7: Maßnahmenkatalog

K	A	M	E	B	H	W	Ü
K 1	A 1	M 1	E 1	B 1	H 1	W 1	Ü 1
Einführung Klima-Check in Beschlussvorlagen	Ökologische Freiflächen- und Fassadenplanung	Klimafreundliche Mobilität / Verkehrsentwicklungsplan 2025-30	kommunale Wärmeplanung	Nachhaltige Hort- und Kindertagesstätten/ Schulen Erstellen einer Handreichung	Aktivierung der Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern zur energetischen Gebäudesanierung	Nachhaltigkeit bei der VEWOBA Wohnungsbau-gesellschaft Ludwigslust mbH	Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz
K 2	A 2	M 2	E 2	B 2	H 2	W 2	Ü 2
Einführung des Treibhausgasrechners	Schrittweise Umsetzung des „Schwammstadt“-Prinzips	Betriebliches Mobilitätsmanagement – Fuhrpark	Prüfung Einführung eines Strombilanzkreismodells	Zusammenarbeit VHS	Stromspareck-Klimaschutz sozial gestalten	Nachhaltige Veranstaltungen	Kommunikationskonzept Klimaschutz
K 3	A 3	M 3	E 3	B 3	H 3	W 3	Ü 3
weitere schrittweise Umsetzung der Innenbeleuchtung kommunaler Gebäude auf LED	Konzepterstellung öffentlicher Trinkwasserspender erarbeiten und umsetzen	Shared Mobility	weiterer PV-Ausbau auf kommunalen (Dach) Flächen	Prüfauftrag zur Umsetzung eines Klimapfad in Ludwigslust	Aufbau einer Saatgutbörse in der Bibliothek		Klimaschutz als zentrale Verwaltungsaufgabe etablieren
K 4	A 4	M 4	E 4	B 4	H 4	W 4	Ü 4
Einführung eines Klimadashboards für Ludwigslust	Aufbau und Nutzung eines LoRaWAN Netzes zur besseren Steuerung von Klimaschutz und Klima-anpassung		Photovoltaik-Parkplatzüberdachungen				
K 5	A 5	M 5	E 5	B 5	H 5	W 5	Ü 5
weitere Schrittweise Umsetzung der Straßenbeleuchtung auf LED	Detailliertes Konzept für das Projekt „Gießkannenhelden und Wasserquellen für gesunde Bäume und Blühwiesen in“						
K 6							
Nachhaltige Beschaffung und Vergabe							
K 7							
Sanierungsfahrpläne und Konzept für kommunale Gebäude							
K 8							
Ausbau der Anwendungen des Energiemanagements (Communal-FM) digitale Thermostate in allen städtischen Gebäuden.							

Die Maßnahme- Blätter sind im Maßnahmenkatalog im Detail erläutert: Hier sind neben der Priorisierung der Maßnahmen auch Angaben zum Kostenumfang enthalten, wo dies möglich ist. Der Maßnahmenkatalog selbst ist in einem separaten Dokument (Teil 2) zu finden, das ebenfalls auf der Homepage zum Download bereitsteht.

Vorrangig umgesetzt werden Maßnahmen mit den höchsten Treibhausgas-Einsparpotentialen bzw. mit der höchsten Hebelwirkung. Grundsätzlich sollen alle Maßnahmen möglichst zeitnah umgesetzt werden. Die zunächst nicht priorisierten Maßnahmen gehen nicht verloren, sondern werden bei der Evaluation des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt und zu einem späteren Zeitpunkt umgesetzt.

10 Umsetzungskontrolle/Controlling

Die Umsetzungskontrolle oder das Controlling des Klimaschutzkonzeptes mit Maßnahmenplan der Stadt Ludwigslust ist entscheidend, um den Fortschritt zu überwachen und sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele der Stadtvertretung Ludwigslust erreicht werden. Hier sind einige wesentliche Elemente, die für eine effektive Umsetzungskontrolle erforderlich sind:

1. Zieldefinition: Klare, messbare und realistische Ziele sollten festgelegt werden. Diese Ziele dienen als Grundlage für die Erfolgsmessung.
2. Indikatoren: Es werden spezifische Indikatoren entwickelt, die den Fortschritt der Maßnahmen quantifizieren. Diese können beispielsweise CO2-Emissionen, Energieverbrauch oder die Anzahl umgesetzter Projekte umfassen.
3. Monitoring-System: Das Klimaschutzmanagement der Stadt Ludwigslust implementiert ein System zur kontinuierlichen Überwachung der Fortschritte. Dies kann durch regelmäßige Berichte, Datenerhebungen und Analysen erfolgen.
4. Datenmanagement: Die Stadtverwaltung stellt sicher, dass relevante Daten systematisch erfasst, gespeichert und ausgewertet werden. Eine zentrale Datenbank kann hierbei hilfreich sein.

5. Regelmäßige Evaluierung: Die beteiligten Fachabteilungen führen regelmäßige Evaluierungen durch, um den Erfolg der Maßnahmen zu überprüfen. Dies kann in Form von jährlichen oder halbjährlichen Berichten geschehen.
6. Feedback-Mechanismen: Durch das Klimamanagement werden Mechanismen implementiert, um Feedback von Stakeholdern und der Öffentlichkeit zu erhalten. Dies kann helfen, die Maßnahmen anzupassen und zu verbessern.
7. Anpassungsfähigkeit: Durch das Klimamanagement der Stadt Ludwigslust ist die Verwaltung in der Lage, den Maßnahmenplan basierend auf den Ergebnissen der Umsetzungskontrolle anzupassen. Flexibilität ist wichtig, um auf neue Herausforderungen oder Veränderungen zu reagieren.
8. Transparenz: Durch die Stadtverwaltung werden die Ergebnisse der Umsetzungskontrolle offen und transparent kommuniziert. Dies fördert das Vertrauen und das Engagement der Stadtvertreter und beteiligten Gruppen.
9. Ressourcenzuweisung: Das Klimamanagement prüft regelmäßig, ob die notwendigen Ressourcen (finanziell, personell, technisch) zur Verfügung stehen, um die Maßnahmen erfolgreich umzusetzen.

Das Controlling dient der Überprüfung der im KSK vorgeschlagenen Minderungsziele der THG und der Erfolgskontrolle. Es handelt sich sowohl um die Bewertung der Zielerreichung der ermittelten Minderungsstrategien für einen bestimmten Zeitraum als auch um die Erfolgsmessung der konkreten Maßnahmen. Mit dem Controlling wird die zeitliche und inhaltliche Umsetzung der Maßnahmen geprüft. Umsetzungsfortschritte und Ergebnisse werden ausgewertet und dokumentiert. Die einzelnen Maßnahmensteckbriefe beinhalten bereits eine Priorisierung, die einzelnen Handlungsschritte, die Benennung der Verantwortlichen und die Erfolgsindikatoren. Diese Inhalte werden zusätzlich in je ein Monitoringblatt pro Maßnahmensteckbrief überführt. Um den Gesamtfortschritt beurteilen zu können, wird alle sechs Monate eine Prozessevaluierung mit Begutachtung der Monitoringblätter durchgeführt, beginnend im November 2024.

Die folgenden Bereiche werden in der Evaluierung betrachtet:

- Fortschritte und Zielerreichung, ggf. Nachsteuerung
- Beteiligung und Einbindung von Akteuren (ausreichende Einbindung mit breiter Beteiligung, Motivierung an der Beteiligung)
- Netzwerke (Vernetzung und Zusammenarbeit der Akteure)
- Auswertung umgesetzter Projekte, u.a. zu Prozessen, Strukturen und Beratungsbedarf („Lessons Learnt“)
- Auswirkungen umgesetzter Projekte (z.B. Nachfolgeinvestitionen)
- Ggf. Anpassung des Konzeptes bei geänderten Rahmenbedingungen

In Tabelle 7 ist der Zeitplan für die Umsetzung der Maßnahmen dargestellt.

Kommunaler Klimaschutz bedeutet nicht nur das Einsparen hoher Mengen THG und das Umsetzen großer Maßnahmen, sondern auch die Summe vieler kleiner Alltagshandlungen, besonders in Bezug auf unsere städtische Multiplikatorenfunktion.

Für die Umsetzung einer kontinuierlichen Erfolgskontrolle ist es notwendig, dass Mitarbeiter aus allen relevanten Fachbereichen der Stadtverwaltung in Ihrem jeweiligen Fachbereich Daten zur Evaluierung von durchgeführten Maßnahmen erfassen und auswerten, so dass die damit erzielten THG-Einsparungen aufgezeigt werden können. Sie unterstützen maßgeblich das Klimaschutzmanagement, welches die Daten der verschiedenen Fachbereiche zusammenführt. Das Controlling der Einzelmaßnahmen soll in einem jährlichen Turnus erfolgen, so dass ein Gesamtüberblick über die Entwicklung der Maßnahmen im Rahmen des Klimaschutzberichtes veröffentlicht werden kann. In den politischen Gremien (Ausschüsse/Stadtvertretersitzungen) wird neben der Energie- und THG-Bilanz auch über das maßnahmen- und projektbezogene Klimaschutzcontrolling Bericht erstattet. So soll sichergestellt werden, dass die Politik regelmäßig über bereits umgesetzte und abgeschlossene Maßnahmen/Projekte sowie derzeit laufende Aktivitäten seitens der Stadtverwaltung informiert wird. Zudem können zukünftig geplante Maßnahmen/Projekte vorgestellt sowie die Zielerreichung hinsichtlich angestrebter Energie- und THG-Minderungen thematisiert werden.

11 Kommunikation

Die Kommunikationsstrategie dient einerseits dazu, die Inhalte und v.a. Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes zu kommunizieren und zugänglich zu machen. Andererseits geht es darum, über die Fortschritte zu berichten und zu Diskussionen und zum Mitmachen anzuregen.

Ziele der Kommunikationsstrategie sind:

- ▶ Sensibilisierung, Motivierung und Mobilisierung der kommunalen Akteure und Einwohner für den Klimaschutz,
- ▶ Schaffung eines Klimaschutzbewusstseins auf breiter Ebene,
- ▶ dauerhafte Positionierung der Themenfelder Klimawandel, Klimaschutz, Energiewende und Klimaanpassung in Ludwigslust,
- ▶ laufende Information zur Projektumsetzung.

Die wesentlichen Aufgaben der Kommunikationsstrategie bestehen darin Impulse zu setzen, Informationen bereitzustellen und die richtigen Akteure zusammenzubringen.

Im Erstvorhaben werden bereits erfolgreich verschiedenste Kommunikationskanäle genutzt:

- ▶ Webseite der Stadt Ludwigslust: <https://www.ludwigslust.de>
- ▶ Öffentliche Präsentation der Arbeit der Stadt in Stadtvertretersitzungen
- ▶ Organisation von Veranstaltungen
- ▶ Social-Media-Kanäle (Facebook, WhatsApp)
- ▶ Berichterstattung im Stadtanzeiger
- ▶ Netzwerkarbeit
- ▶ Nutzung von E-Mail-Verteilern
- ▶ Aushänge von Plakaten
- ▶ Auslegen von Flyern
- ▶ Kooperation mit Vereinen und Initiativen

Diese Kommunikationskanäle sollen auch in der Anschlussphase weiter genutzt und ausgebaut werden.

Statt einzelner Veranstaltungen ist in Kooperation mit der vhs Landkreis Ludwigslust und dem Zebef e.V. eine Veranstaltungsreihe zu Klimaschutz- und Umweltthemen wird jährlich geplant (siehe Steckbrief SG 1).

Zusätzlich wird eine Kurzversion des Klimaschutzkonzeptes als Informationsbroschüre erstellt.

Literaturverzeichnis

- Averdung Ingenieure & Berater und ZEBAU GmbH. (2023). *Energetisches Quartierskonzept: Marli in Lübeck*. Hamburg: Hansestadt Lübeck.
- Borrmann, R., Rehfeldt, K., & Kruse, D. (2020). *Volllaststunden von Windenergieanlagen an Land*. Varel: Deutsche WindGuard GmbH. Von https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2020/Volllaststunden%20von%20Windenergieanlagen%20an%20Land%202020.pdf abgerufen
- Bundesregierung. (2022). *Klimaschutzgesetz, Generationenvertrag für das Klima*. Abgerufen am 15. August 2022 von Die Bundesregierung: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>
- Bundesverband Wärmepumpe e. V. (20. Januar 2022). *Starkes Wachstum im Wärmepumpenmarkt*. Von <https://www.waermepumpe.de/presse/pressemitteilungen/details/starkes-wachstum-im-waermepumpenmarkt/#content> abgerufen
- co2online. (2023). *Stromspiegel, Strom im Fokus, So sparen Sie Energie und Kosten!* Von https://www.verbraucherzentrale.de/sites/default/files/2023-04/stromspiegelflyer_2023_web.pdf abgerufen
- dena. (2021). *Solare Prozesswärme – Einsatzmöglichkeiten und Potenziale*. Von https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/FS_Solare_Prozesswaerme_-_Einsatzmoeglichkeiten_und_Potenziale.pdf abgerufen
- dena. (2021). *Zwischenbericht, dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität, Ein Blick in die Werkstatt: Erste Erkenntnisse und Ableitungen zentraler Handlungsfelder*. Von Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.): https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf abgerufen
- Deutscher Wetterdienst DWD. (2020). *Zeitreihen und Trends*. Abgerufen am 15. 06 2022 von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html?nn=344886>
- Die Plattform für Abwärme, P. (2025). *Übersicht zu gewerblichen Abwärmepotentialen in Deutschland*.
- Energieagentur Ebersberg-München gGmbH. (4. 10 2022). *Energieagentur Ebersberg - München*. Von Energieagentur Ebersberg - München: <https://www.energieagentur-ebe-m.de/News/2480/Neuerungen-fr-PV-Freiflchenanlagen-ab-2023> abgerufen
- Enevoldsen, P., & Jacobson, M. Z. (2020). Data investigation of installed and output power densities of onshore and offshore wind turbines worldwide. *Energy for Sustainable Development*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.11.004>
- Fernstraßen-Bundesamt. (2023). *Handreichung Photovoltaikanlagen nach EEG innerhalb der Anbauverbotszone*. Leipzig.
- Fraunhofer ISE. (2022). *Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende*. Freiburg: Fraunhofer ISE. Von <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energiewende.html> abgerufen

- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. (12. 04 2019). *Agrophotovoltaik: hohe Energieerträge im Hitzesommer*. Abgerufen am 15. 06 2022 von <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2019/agrophotovoltaik-hohe-ernteertraege-im-hitzesommer.html>
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. (2023). *Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2021 bis 2023 für die Sektoren Industrie und GHD, Studie für die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB)*. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. Von <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/anwendungsbilanzen/> abgerufen
- Günther, D., Wapler, J., Langner, R., Helmling, S., Miara, M., Fischer, D., . . . Willie-Hausmann, B. (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“*. Freiburg: Fraunhofer ISE.
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., & Reinhard, C. (2019). *BISKO - Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu).
- ifeu. (2022). *TREMODO*. Abgerufen am 24. März 2022 von Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg: <https://www.ifeu.de/methoden-tools/modelle/tremod/>
- IREES. (2015). *Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013*. Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien, Karlsruhe, München, Nürnberg. Von https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2015/Schlussbericht-GHD_2006-2013_Kurzfassung_Februar2015.pdf abgerufen
- Klima-Bündnis e.V. (2022). *Klimaschutz-Planer*. Von <https://www.klimaschutz-planer.de/index.php> abgerufen
- Langreder, N., Lettow, F., Sahnoun, M., Kreidelmeyer, S., Aurel, W., Lengning, S., . . . Radgen, P. (2024). *Technikkatalog Wärmeplanung Version 1.1 - August 2024*. Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER).
- LANUK. (2014). *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 3 - Biomasse-Energie, LANUV-Fachbericht 40*. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK). Von https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30040c.pdf abgerufen
- LANUK. (2015). *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 4 - Geothermie, LANUV-Fachbericht 40*. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK).
- LANUK. (2021). *Solarkataster*. Abgerufen am 24. März 2022 von Energieatlas NRW: https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster
- LANUK. (2023). *Potenzialstudie PV Dach*. Recklinghausen. Abgerufen am 24. März 2022 von Energieatlas NRW: https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster
- Mehr Demokratie e.V. (2020). *Handbuch Klimaschutz. Wie deutschland das 1,5 Grad-Ziel einhalten kann*. München: oekom Verlag.

- Öko-Institut / Fraunhofer ISI. (2015). *Klimaschutzszenario 2050, 2. Endbericht, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit*. Öko-Institut e.V. und Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Berlin und Karlsruhe.
- Öko-Institut e.V. (2023). *Energiewende - verursachergerecht und sozialverträglich*.
- Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Berlin: Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut;. Von https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf abgerufen
- Rohde, C., Arnold-Keifer, S., Hirzel, S., Schlomann, B., Brugger, H., & Reinfandt, N. (2023). *Erhebung des Endenergieverbrauchs im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für das Jahr 2019. Endbericht mit Sonderauswertung Digitalisierung*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Solar Institut Jülich der FH Aachen in Kooperation mit Wuppertal Institut und DLR. (2016). *Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung, Kommunale Masterpläne für 100 % Klimaschutz*. Aachen.
- Sonnberger, M. (2014). Weniger provoziert Mehr. Energieeffizienz bei Gebäuden und der Rebound-Effekt. *Gebäude-Energieberater*.
- Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe TFZ. (2021). *Agri-Photovoltaik - Stand und offene Fragen*. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe TFZ.
- Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe TFZ. (2021). *Agri-Photovoltaik - Stand und offene Fragen*. Straubing.
- UBA. (2020). *Der Weg zur treibhausgasneutralen Verwaltung, Etappen und Hilfestellungen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_fb_weg_zur_treibhausgasneutralen_verwaltung_bf.pdf abgerufen
- UBA. (April 2020). *Weiterentwicklung des kommunalen Bilanzierungsstandards für THG-Emissionen, Bilanzierungssystematik kommunal – BSKO Abschlussbericht*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_19-2020_endbericht_sv-gutachten_bisko.pdf abgerufen
- UBA. (2021). *Treibhausgasneutralität in Kommunen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2021-03-24_factsheet_treibhausgasneutralitaet_in_kommunen.pdf abgerufen
- UBA. (2023). *Projektionsbericht 2023 für Deutschland*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Umweltbundesamt. (2021). *Klimaschutzpotenziale in Kommunen*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Umweltbundesamt. (2024). *Technischer Anhang der Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Westmecklenburg, R. P. (2024). *Teilfortschreibung Regionalen Raumentwicklungsprogramms Westmecklenburg (RREP WM)*.

Abkürzungsverzeichnis

BHKW	<i>Blockheizkraftwerk</i>
BISKO	<i>Bilanzierungs-Systematik Kommunal</i>
CO ₂ e	<i>CO₂-Äquivalente</i>
CO ₂ e/kWh	<i>Kohlenstoffdioxid-Äquivalent pro Kilowattstunde</i>
EEG	<i>Erneuerbare-Energien-Gesetz</i>
FFH	<i>Fauna-Flora-Habitat-Gebiete</i>
FF-PV	<i>Freiflächenphotovoltaik</i>
g	<i>Gramm</i>
GEMIS	<i>Global Emissions-Modell integrierter Systeme</i>
GHD	<i>Gewerbe-Handel-Dienstleistungen</i>
GWh	<i>Gigawattstunden</i>
ifeu	<i>Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH</i>
kWh	<i>Kilowattstunden</i>
LANUK	<i>Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen</i>
Lkw	<i>Lastkraftwagen</i>
LNF	<i>Leichte Nutzfahrzeuge</i>
m ²	<i>Quadratmeter</i>
MIV	<i>Motorisierter Individualverkehr</i>
MWh	<i>Megawattstunden</i>
MWh/a	<i>Megawattstunden pro Jahr</i>
MWp	<i>Megawattstundenpeak</i>
ÖPNV	<i>Öffentlicher Personennahverkehr</i>
Pkw	<i>Personenkraftwagen</i>
t/a	<i>Tonnen pro Jahr</i>
TREMOD	<i>Transport Emission Modell</i>
UBA	<i>Umweltbundesamt</i>

12 Anhang

12.1 Nachrichtliche Darstellung der THG-Emissionen nach lokalem Strommix

Neben der BSKO-Basisbilanz besteht die Möglichkeit, lokale Bemühungen und Besonderheiten mit einer ergänzenden Bilanz nachrichtlich darzustellen. Ziel ist es hierbei nicht, eine zweite THG-Bilanz mit einem separaten Ergebnis zu erstellen, sondern die Einsparungen oder Steigerungen der THG-Emissionen im Verhältnis zur Basisbilanz darzustellen (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2019).

Lokaler Strommix

Im Rahmen der Erstellung kommunaler Klimaschutzkonzepte wird die Berechnung von Treibhausgasemissionen nach den Vorgaben von BSKO (Bilanzierungssystematik Kommunal) durchgeführt. Dabei kommt standardmäßig der Emissionsfaktor des bundesweiten Strommixes zum Einsatz. Dieser lag im Jahr 2022 bei etwa 505 gCO₂e/kWh und bildet den durchschnittlichen Stromverbrauch in Deutschland ab. Anstelle des Bundesstrommix kann ein territorialer Emissionsfaktor für das Stadtgebiet von Ludwigslust berechnet und angewendet werden, der aufzeigt, inwieweit die Energieversorgungsstruktur vor Ort zum lokalen Klimaschutz beiträgt. In Abbildung 12-2 werden die THG-Emissionen des Energieträgers Strom unter Berücksichtigung des Bundesstrommix sowie des lokalen Strommix dargestellt. Der lokale Emissionsfaktor in Ludwigslust lag im Jahr 2022 für Strom unter Berücksichtigung der territorialen Stromerzeugung bei 219 gCO₂e/kWh. Dabei berechnet sich der lokale Emissionsfaktor aus der Einspeisemengen der erneuerbaren Energien (vgl. Abschnitt 3.5) und dem zusätzlichen Bezug aus dem Stromnetz. Damit würden sich die THG-Emissionen im Strombereich um ca. 57 % verringern und auf 9.801 tCO₂e im Jahr 2022 sinken.

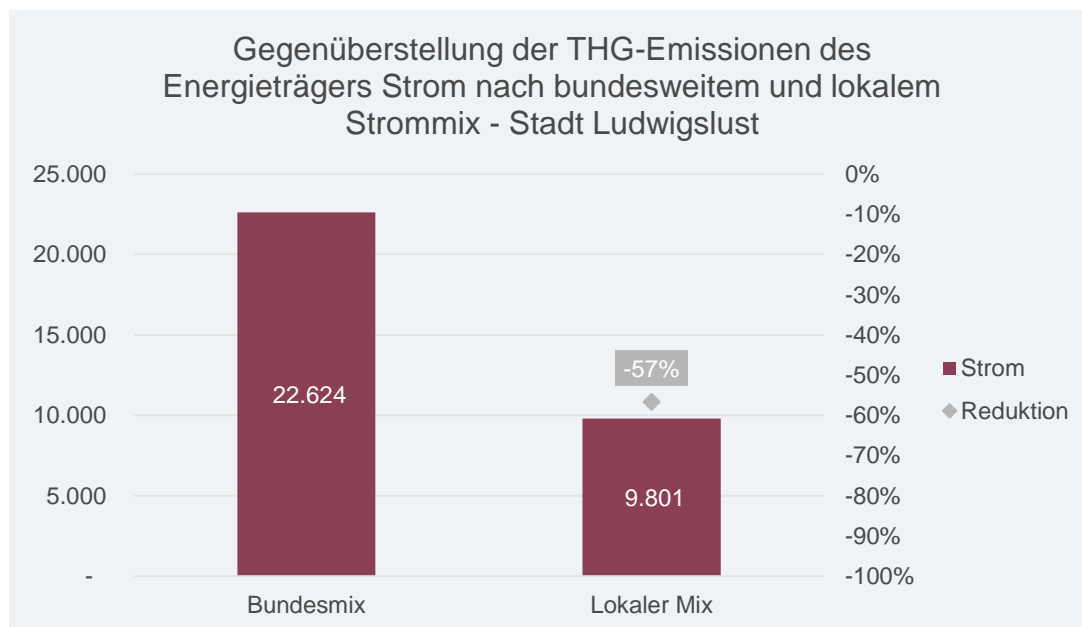


Abbildung 12-1: Einfluss des lokalen Strommix auf die THG-Emissionen des Energieträgers Strom

Bezieht man den territorialen Emissionsfaktor für Strom auf die gesamten Emissionen des Stadtgebietes, zeigt sich ein relativiertes Bild (vgl. Abbildung 12-2). Nichtsdestotrotz zeigt sich, dass sich unter Einbezug dieser Darstellungsweise die gesamten Emissionen um 13 % reduzieren lassen. Doch diese Reduktion stellt lediglich einen ersten Schritt dar. Ein konsequenter und

flächendeckender Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere von Wind- und Solarenergie, würde diese Entwicklung nicht nur stabilisieren, sondern deutlich verstärken.

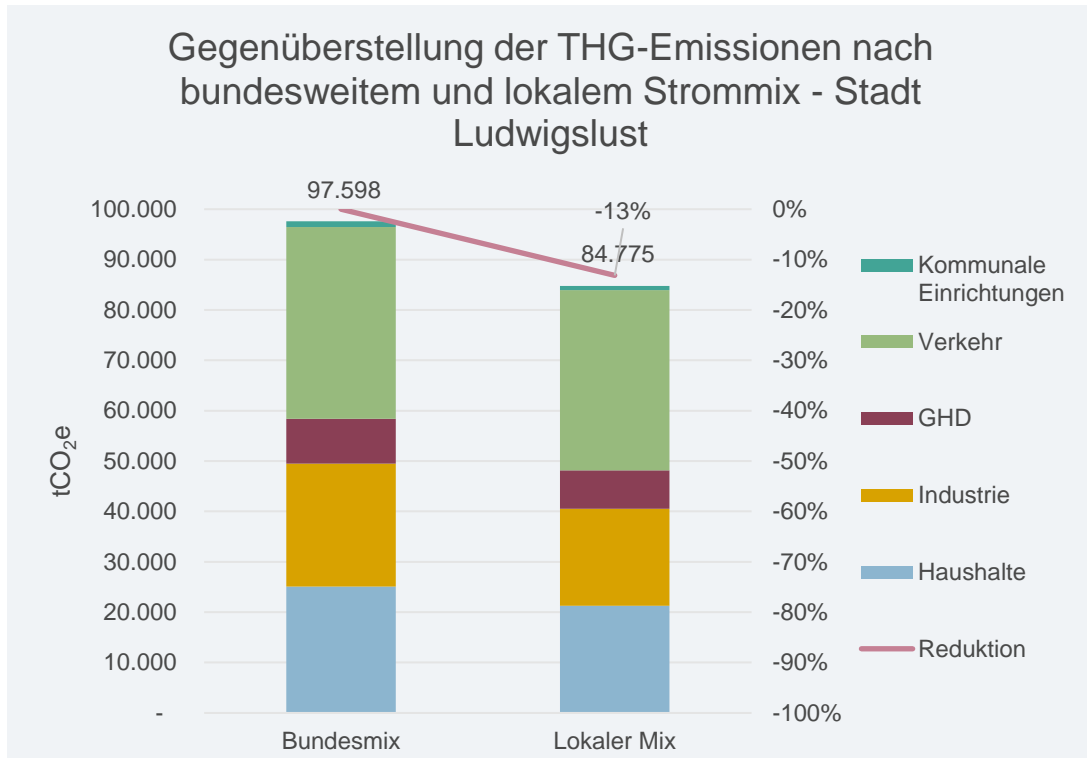


Abbildung 12-2: Gegenüberstellung der THG-Emissionen nach bundesweitem und lokalem Strommix - Stadt Ludwigslust: