

Stadt Neustadt am Rügenberge

Methodenpapier

Anhang III zum Klimaschutz-Vorreiterkonzept



Impressum

Herausgeberin

Stadt Neustadt am Rübenberge

Ansprechpartner

Pamela Klages

Fachbereich 3 – Infrastruktur

Jörg Homeier

Fachbereichsleitung Fachbereich 3

Verantwortlich für den Inhalt

ist die target GmbH. Nicht jede Aussage muss der Auffassung der Stadt entsprechen. Sofern nicht anders angegeben, stammen alle Grafiken und Tabellen von der target GmbH.

Gender-Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Bezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Förderprojekt

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen der Erstellung des Integrierten Vorreiterkonzepts für die Stadt Neustadt am Rübenberge erarbeitet und durch die Nationale Klimaschutzinitiative sowie aus dem Regionalen Kofinanzierungsfond (REKO) der Region Hannover gefördert.

Das vorliegende Dokument ist Teil des Berichtswerks zum Integrierten Klimaschutz-Vorreiterkonzepts.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Gefördert durch die
Region Hannover

Stand

Januar 2025

target

target GmbH

Hefehof 8

31785 Hameln

www.targetgmbh.de



NEUSTADT
AM RÜBENBERGE

Stadt Neustadt am Rübenberge

An der Stadtmauer 1

31535 Neustadt am Rübenberge

www.neustadt-a-rbge.de

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
1. Methodik Energie- und Treibhausgasbilanz.....	4
1.1 Bilanzierungsprinzip.....	4
1.2 Bilanzzeitraum.....	7
1.3 Vergleichbarkeit mit bestehenden Bilanzen.....	8
1.4 Fortschreibung der Bilanz.....	9
1.5 Datenquellen.....	9
Stromverbrauch.....	9
Stromerzeugung.....	10
Erdgas.....	10
Nah- und Fernwärme.....	10
Nahwärme aus Biogas.....	11
Nicht-leitungsgebundene Energieträger.....	11
Solarthermie.....	12
Verkehr.....	12
Nicht-energetische Emissionen.....	12
1.6 Datengüte.....	12
2. Methodik Klimaschutz-Szenario.....	14
2.1 Klimaschutz-Szenario.....	14
2.2 Trend-Szenario.....	15
2.3 Potenzialanalyse erneuerbare Energien.....	16
2.4 Vergleichbarkeit mit der Szenarien-Entwicklung auf Ebene der Region Hannover.....	17
Glossar.....	19
Abkürzungen.....	24
Abbildungen.....	25
Tabellen.....	25
Quellen.....	26

1. Methodik Energie- und Treibhausgasbilanz

Damit Energie- und Treibhausgasbilanzen als kommunales Monitoring-Instrument genutzt werden können und vergleichbar sind, empfiehlt es sich, bei der Erstellung eine harmonisierte Bilanzierungsmethodik zu verfolgen. Beauftragt vom damaligen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, wurde 2014 die BSKO-Methodik (Bilanzierungs-Systematik Kommunal) veröffentlicht [1]. Die BSKO-Methodik findet in der Erstellung der vorliegenden Bilanzen unter Nutzung der webbasierten Bilanzierungssoftware „Klimaschutzplaner“¹ Anwendung.

Bei der Methodik innerhalb des Klimaschutzplaners kommt der sogenannte *Bedarfsansatz* zum Einsatz. Das bedeutet, dass die Bilanz über vorliegende Verbrauchsdaten ermittelt wird. Etwaige Lücken werden durch Kennzahlen und Abschätzungen ergänzt.

1.1 Bilanzierungsprinzip

Als Basis für kommunale Energiekonzepte hat sich entsprechend der Grundlagen der BSKO-Methodik die sogenannte *endenergiebasierte Territorialbilanz* etabliert. Dabei werden alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche der verschiedenen Sektoren (Private Haushalte (HH), Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie (IND)) inklusive des Sektors Mobilität (MOB) auf Ebene der Endenergie berücksichtigt (siehe Abbildung 1). Energie, die außerhalb der jeweiligen kommunalen Grenzen anfällt (z. B. Hotelaufenthalt) sowie graue Energie, die z. B. in Produkten steckt, wird nicht berücksichtigt.

Im vorliegenden Konzept wurden lediglich die energiebedingten Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt, die für fast 85 % aller Emissionen in Deutschland stehen [2]. Nicht betrachtet werden die nicht-energetischen Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF), der Abfallwirtschaft und Emissionen aus dem Konsumverhalten. Grund hierfür ist, dass eine quantitative Betrachtung in diesen Bereichen aufgrund der Datenlage mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Lediglich für das Jahr 2020 werden die nicht-energetische Emissionen entsprechend der kommunenscharfen Ergebnisse der Erweiterung der Energie- und Treibhausgasbilanz der Region Hannover übernommen und nachrichtlich in der Auswertung ergänzt. [3]

Die Anwendung der BSKO-Methodik dient in erster Linie dazu, einen einheitlichen Standard vorzugeben und damit die Vergleichbarkeit zwischen den Kommunen untereinander sowie mit Bundes- und Länderwerten sicherzustellen.

Gleichwohl können aufgrund des räumlichen Bezugs Bereiche, auf die der direkte Einfluss der Kommune begrenzt ist, einen vergleichsweise hohen Stellenwert einnehmen. Das betrifft vor allem die Bereiche Verkehr und Industrie. Im Mobilitätsbereich können das Vorhandensein einer Autobahn, und der damit verbundene Durchgangsverkehr zu einem überdurchschnittlich großen Anteil am energetischen Gesamtverbrauch führen. Im Bereich Industrie kann lediglich ein einzelner hochenergieintensiver Betrieb dazu führen, dass der Verbrauch und damit auch die Emissionen im Vergleich sehr hoch sind. Umgekehrt bedeutet das auch, dass

¹ Vgl. <https://www.klimaschutz-planer.de/> [7]

Um diese Schwächen in der Methodik auszugleichen und gleichzeitig den Einflussbereich der Kommune hervorzuheben, werden die entsprechenden Ergebnisse um wichtige Indikatoren, wie bspw. die Entwicklung der zugelassenen PKWs ergänzt.

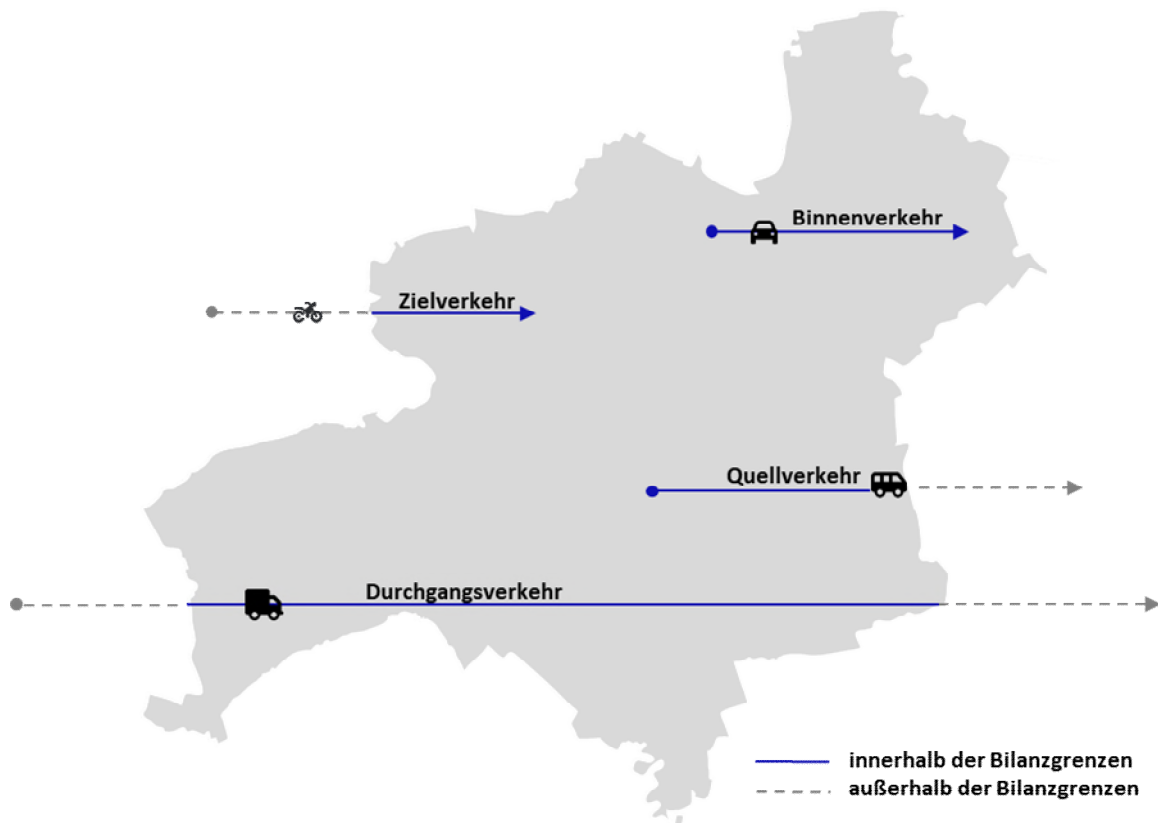


Abbildung 1 | Bilanzierungsmethodik nach dem Territorialprinzip am Beispiel Verkehr für die Stadt Neustadt a. Rbge.

Die wichtigste Kenngröße innerhalb einer Treibhausgasbilanz ist die Emission von Kohlendioxid (CO₂), welches bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (Kohle, Erdöl, Erdgas etc.) freigesetzt wird. CO₂ leistet den größten Beitrag zum Treibhauseffekt und wird als Leitindikator für die Treibhausgase (THG) verwendet. Neben Kohlendioxid (CO₂) haben weitere Gase wie Methan (CH₄) oder Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) Einfluss auf den Treibhauseffekt. Die verschiedenen Gase tragen jedoch nicht in gleichem Maß zum Treibhauseffekt bei und verbleiben über unterschiedliche Zeiträume in der Atmosphäre. So hat CH₄ eine 25-mal größere Klimawirkung als CO₂, verbleibt aber weniger lange in der Atmosphäre. Um die Wirkung von THG vergleichbar zu machen, wird über einen Index die jeweilige Erwärmungswirkung eines Gases im Vergleich zu derjenigen von CO₂ ausgedrückt. THG-Emissionen können so in CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq) umgerechnet und zusammengefasst werden. Bei der Erstellung der Bilanz wurden diese Äquivalente berücksichtigt. Die ausgewiesenen THG berücksichtigen die gesamte Vorkette für die Bereitstellung der jeweiligen Energieträger. Das umfasst alle Emissionen von der Primärenergiegewinnung bis zum Endkunden einschließlich aller Materialaufwendungen, Transporte und Umwandlungsschritte (sogenanntes Life Cycle Assessment).

Die THG-Emissionen nach Energieträgern (Strom, Erdgas, Benzin etc.) wurden anhand von Emissionsfaktoren mit der Software Klimaschutzplaner berechnet. Die einheitlichen Emissionsfaktoren basieren größtenteils auf den Daten aus GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme, [4]) sowie auf Angaben des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (ifeu) und des Umweltbundesamts (UBA). Stellenweise wurden diese durch Werte aus anderen Datenquellen

ergänzt. Die wichtigsten Emissionsfaktoren (in g CO₂-Äq/kWh) sind in Tabelle 1 dargestellt. Bei der Bilanzierung wird grundsätzlich der Heizwert (H_u) herangezogen.

Tabelle 1 | Emissionsfaktoren der wichtigsten Energieträger für die Erstellung der Treibhausgasbilanz für die Stadt Neustadt a. Rbge. im Jahr 2021 [5]

Energieträger	Emissionsfaktor
Benzin	322 g/kWh
Diesel	327 g/kWh
Erdgas	247 g/kWh
Heizöl	318 g/kWh
Flüssiggas	276 g/kWh
Biomasse	22 g/kWh
Fernwärme	172 g/kWh

Für den Emissionsfaktor von Strom wird in der vorliegenden Bilanz der Bundes-Mix gemäß der BSKO-Methodik verwendet, um so einen Vergleich der Bilanzen zwischen den Kommunen zu ermöglichen und eine Doppelbilanzierung zu vermeiden. Der bundesdeutsche Strom-Mix variiert entsprechend der Zusammensetzung im jeweiligen Bilanzjahr. Darin enthalten ist auch die Stromerzeugung der lokalen Anlagen in der Stadt Neustadt am Rübenberge. Laut Fraunhofer ISE resultierten 2021 54 % der öffentlichen Nettostromerzeugung in Deutschland aus fossilen Energieträgern und Kernenergie. Dabei spielen Braun- und Steinkohle (30 %), Kernenergie (13 %) und Gas (10 %) die größte Rolle.

Der Anteil der erneuerbaren Energien belief sich auf knapp 46 %. Dabei ist auch im Jahr 2021 – trotz widriger Witterungsverhältnisse – Wind die tragende Säule (23 %). Dazu kommen die Solarenergie (10 %), die Netzeinspeisung aus Biomasse (9 %) und aus Wasserkraft (4 %). [6] Anhand des Strom-Mix für das Jahr 2021 hat das ifeu einen Emissionsfaktor von 472 g/kWh ermittelt. [5] Dabei gilt, je größer der Anteil erneuerbarer Energien im Bundes-Mix, umso geringer ist der Emissionsfaktor. Nach einem konstanten Anstieg des Anteils der erneuerbaren Energien in den Jahren zuvor, ist dieser im Jahr 2021 erstmalig deutlich auf das Niveau von 2019 zurückgegangen. Der Grund dafür waren die für die erneuerbare Stromerzeugung widrigen Witterungsbedingungen, v. a. die vergleichsweise geringen Windgeschwindigkeiten. [6] Umso bedeutender ist der fortschreitende Ausbau der erneuerbaren Energien, auch auf lokaler Ebene.

Die Bedeutung der lokalen Stromerzeugung rückt innerhalb der BSKO-Methodik jedoch in den Hintergrund. Um die Wichtigkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf der lokalen Ebene zu verdeutlichen, wird in diesem Bericht zusätzlich der lokale Emissionsfaktor für die Stadt Neustadt a. Rbge. ausgewiesen, der 2021 bei 59 g/kWh lag. Dabei handelt es sich um den Emissionsfaktor, der sich entsprechend der Stromerzeugung vor Ort zusammensetzt. Der lokale Emissionsfaktor umfasst jedoch nicht den lokalen Händler-Mix des Energieversorgers vor Ort.

Eine Berücksichtigung des Strom-Mix der Grundversorger vor Ort findet nicht statt. Grund dafür ist unter anderem die in Deutschland geltende freie Wahl des Energieversorgungsunternehmens (EVU).

Je nach präferiertem EVU variiert die Zusammensetzung des Strom-Angebots, entsprechend ergibt sich ein lokaler Mix an Angeboten. Da nicht bekannt ist, welche Anteile am Stromverbrauch von welchem Strom-Tarif bedient werden, ist eine konsistente und einheitliche Systematik dahingehend nicht möglich, sodass die Vergleichbarkeit nicht mehr gegeben ist.

Entsprechend wird auch der Bezug von Ökostrom durch Verbrauchende in der Stadt Neustadt a. Rbge. in der Bilanzierung nur indirekt über den deutschen Strom-Mix berücksichtigt. Dies betrifft beispielsweise die Stadtverwaltung, die bereits für die eigenen Liegenschaften Ökostrom bezieht. Grundsätzlich gilt, dass die Wirkung von Ökostrom auf den Klimaschutz differenziert bewertet werden muss, da jener nur einen geringen Beitrag zum lokalen Klimaschutz leistet. Grund dafür sind unter anderem rechtliche und regulatorische Bedingungen. So darf EEG-Strom (80 % der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland) in Deutschland nicht als Ökostrom verkauft werden. Der Bedarf an Ökostrom wird demnach über Nicht-EEG-Anlagen (zumeist alte Wasserkraftanlagen) sowie erneuerbaren Strom aus dem Ausland über Herkunftsnachweise gedeckt. Ferner werden durch den Bezug von Ökostrom nicht zwangsläufig Investitionen in den Ausbau erneuerbarer Energien gefördert. [7] Gleichwohl wird mit dem Bezug von Ökostrom ein positives Signal für den Klimaschutz und den Ausbau erneuerbarer Energien gesetzt.

1.2 Bilanzzeitraum

Basis der vorliegenden Bilanz sind Daten aus den Jahren 2018 bis 2021. Die Entwicklung in diesem Zeitraum wird entsprechend dargestellt und dient damit zur Prüfung der Plausibilität der Ergebnisse sowie der Abbildung von Trends. Die Bilanz ist ein wichtiges Instrument für die Ableitung von Maßnahmen und letztlich die strategische Grundlage für die weiteren Klimaschutzaktivitäten der Stadt Neustadt am Rübenberge. Als Basisjahr, unter anderem für die spätere Ableitung der Szenarien, wurde entsprechend das Jahr 2021 gewählt.

Grundsätzlich gilt, dass nach der BSKO-Methodik die Bilanzergebnisse nicht um äußere Einflüsse bereinigt werden. Dennoch finden bei der Bewertung und Interpretation der Ergebnisse entsprechende Einflussfaktoren Berücksichtigung. Spätestens bei einer möglichen Fortführung der Bilanz stellt sich die Frage, inwieweit die Bilanzen unter sich ändernden Rahmenbedingungen über mehrere Jahre hinweg vergleichbar sind. Denn verschiedene Faktoren können einen deutlichen Einfluss auf eine Bilanz haben. So können lokale und durch Maßnahmen erzielte Minderungseffekte unter Umständen überlagert werden. Neben der Witterung gehören dazu unter anderem auch Faktoren wie die Konjunktur, demografische Entwicklungen oder ein verändertes Verbrauchsverhalten.

Es ist davon auszugehen, dass sich in den vorliegenden Bilanzergebnissen, insbesondere im Jahr 2020, die Auswirkungen der Corona-Pandemie bemerkbar machen. Das zeichnet sich auch in den Bilanzergebnissen für Deutschland ab. Im Jahr 2020 wurden in Deutschland 732 Millionen Tonnen THG-Emissionen (ohne Emissionen/Senken aus LULUCF) freigesetzt. Damit reduzierten sich die Treibhausgasemissionen gegenüber 2019 um rund 65 Millionen Tonnen bzw. 8 % (vgl. Abbildung 2). Die Minderung im Jahr 2020 ist der größte jährliche Rückgang seit dem Jahr der deutschen Einheit 1990. Damit setzt sich der deutliche Emissionsrückgang der beiden Vorjahre auch im Jahr 2020 fort. Im Vergleich zu 1990 sanken die Emissionen in Deutschland um fast 41 %. Fortschritte gab es dabei in allen Bereichen, besonders in der Energiewirtschaft. [8]

Die verfügbaren Daten zeigen aber auch, dass gut ein Drittel der Minderungen auf die (Folgen der Bekämpfung der) Corona-Pandemie zurückzuführen ist, vor allem im Verkehrs- und Energiebereich. Die Ergebnisse für 2021 zeigen hingegen wieder einen Anstieg der Emissionen um 4 % und auch 2022 wurde mit 750 Millionen Tonnen mehr emittiert als in 2020. Weltweit hat die THG-Konzentration in der Atmosphäre laut der Weltorganisation für Meteorologie im Jahr 2020 einen neuen Höchststand erreicht. [9] Insofern ist das Jahr 2020 tatsächlich kein belastbares Vergleichsjahr bezüglich der Entwicklung der THG-Emissionen.

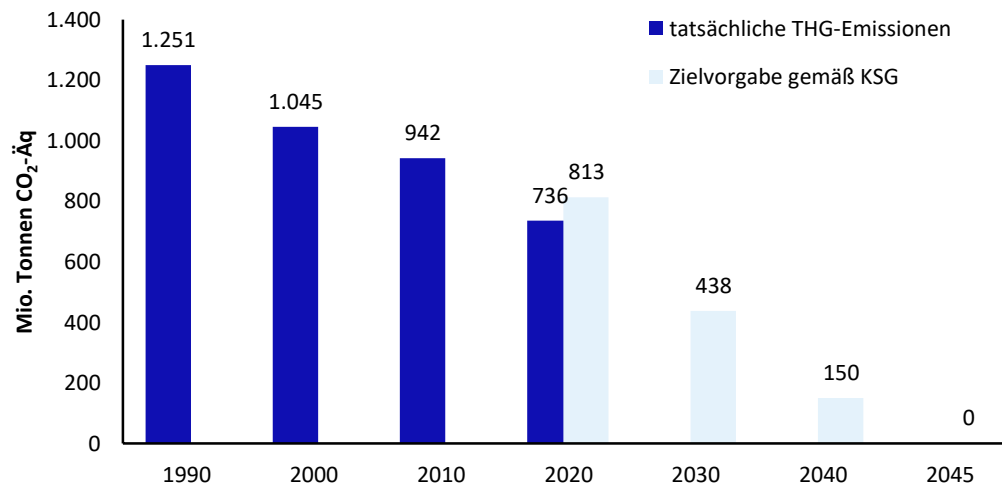


Abbildung 2 | Treibhausgas-Emissionen in Deutschland (ohne LULUCF) seit 1990 und Treibhausgas-Minderungsziele gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) (target GmbH nach [10])

1.3 Vergleichbarkeit mit bestehenden Bilanzen

Bei der vorliegenden Energie- und THG-Bilanz handelt es sich nicht um die erste Bilanz für die Stadt Neustadt am Rübenberge. Bereits im Rahmen des Integrierten Aktionsprogramm Klimaschutz und Siedlungsentwicklung für die Stadt Neustadt a. Rbge. aus dem Jahr 2010 wurden der Energieverbrauch und die daraus resultierenden Emissionen in der Stadt für das Jahr 2005 ausgewertet.

Grundlage dafür bildete schon damals die kommunenscharfe Auswertung von Energieverbrauch und THG-Emissionen der Region Hannover. Diese wurde in den Jahren 2015 und 2020 fortgeschrieben und aktualisiert. Für die Jahre zwischen 2015 und 2020 wurden durch die Region Daten zu den leitungsgebundenen Energien (Strom, Erdgas, Fernwärme) erfasst und ausgewertet. Grundsätzlich wurde bei der Erstellung der Bilanz darauf geachtet, eine Vergleichbarkeit zwischen der aktuellen und der bestehenden Energie- und THG-Bilanzen zu ermöglichen. Gleichwohl ergeben sich bei Berücksichtigung des BSKO-Standards wesentliche Unterschiede beim Bilanzierungsprinzip, vor allem im Vergleich zu den Auswertungen aus dem Integrierten Aktionsprogramm Klimaschutz. Unter Berücksichtigung des Territorialprinzips machen sich diese vor allem im Bereich Mobilität bemerkbar.

Zusätzlich ergeben sich Unterschiede durch die variierende Datengrundlage. Ein vollumfänglicher Vergleich der Ergebnisse aus den Vorjahren mit der vorliegenden Bilanz wurde entsprechend nicht durchgeführt. Gleichwohl wurden für wesentliche Elemente der vorliegenden Bilanz (z. B. Entwicklung der leitungsgebundenen Energieträger Strom und Erdgas, Ausbau der erneuerbaren Energien etc.) die Ergebnisse der Bilanz aus den Vorjahren herangezogen und vergleichend ausgewertet.

1.4 Fortschreibung der Bilanz

Um die Klimaschutzaktivitäten in der Stadt Neustadt a. Rbge. langfristig bewerten zu können, ist eine Fortschreibung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz in regelmäßigen Abständen (etwa alle drei bis fünf Jahre) zu empfehlen. Erst durch die Abbildung von langfristigen Tendenzen des Energieeinsatzes und der THG-Emissionen lässt sich eine Basis für ein quantitatives Monitoring der Klimaschutzbemühungen auf kommunaler Ebene schaffen.

Bei einer künftigen Fortschreibung der Bilanz ist es ratsam, neben den Auswirkungen der Corona-Pandemie in den Jahren 2020 und 2021, auch die Auswirkungen der derzeitigen geopolitischen Situation zu berücksichtigen. Seit dem Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine haben die Themen Energiesicherheit und Energieeffizienz zusätzliche Brisanz erhalten. Es sind unterschiedliche Effekte zu verzeichnen, die sich auf die Umsetzung der Energiewende auswirken werden. Die Gefahren für die Versorgungssicherheit aufgrund der hohen Abhängigkeit von importierten fossilen Energieträgern sind schlagartig ins Blickfeld gerückt. Im Zusammenhang mit dem Einmarsch Russlands in die Ukraine hat sich der Druck deutlich erhöht, diese Abhängigkeit zu reduzieren. Dies verleiht der Umsetzung der Energiewende zusätzliche Dringlichkeit und ist damit auch im Hinblick auf die Klimaschutz-Aktivitäten der Stadt Neustadt a. Rbge. von Bedeutung.

Im Zuge einer Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanz für die Stadt sollten die genannten Einflüsse bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden. Wichtig bei einer Fortschreibung ist zudem die Konsistenz in der Methodik.

1.5 Datenquellen

Die Datenerfassung erfolgte über die Abfrage der Verbrauchsdaten bei den örtlichen Akteuren (u. a. Netz- und Anlagenbetreiber, Verkehrsunternehmen, Schornsteinfegerhandwerk etc.). Etwaige Datenlücken wurden durch Hochrechnungen auf Basis lokaler Daten sowie Landes- und Bundesdurchschnittswerten ermittelt. Ebenso ist zu berücksichtigen, dass die Zuordnung der Verbräuche zu den Sektoren Unschärfen aufweisen kann. Beispielsweise ist nicht immer eine eindeutige Abgrenzung zwischen Haushalten und gewerblicher Nutzung und den Sektoren GHD und Industrie möglich. Im Folgenden wird das Vorgehen detailliert erläutert.

Stromverbrauch

Die Angaben zum Stromverbrauch wurden, zugeordnet zu den jeweiligen Verbrauchssektoren, von den zuständigen Netzbetreibern bereitgestellt. Es handelt sich dabei um den Strombezug aus dem Netz der LeineNetz GmbH. Die Daten sind grundsätzlich belastbar, da von dem entsprechenden Unternehmen Daten für die Jahre 2018 bis 2021 zur Verfügung gestellt wurden, auf deren Grundlage die Plausibilität geprüft werden konnte.

Der Stromverbrauch der privaten Haushalte wurde nach Abgleich mit einer Bedarfsanalyse (auf Basis der Bevölkerungszahl) entsprechend der Angaben vom Netzbetreiber übernommen. Der übrige Stromverbrauch wurde dem Sektor Wirtschaft zugeordnet. Für die Aufteilung des Stromverbrauchs auf die Sektoren GHD und IND wurden ebenfalls die Angaben des Netzbetreibers übernommen.

Zusätzlich konnten vom Netzbetreiber Angaben zum Heizstrombezug im Stadtgebiet gemacht werden. Diese Angaben wurden nach einer Plausibilitätsprüfung für die Jahre 2018-2020 übernommen und

anhand von Literaturwerten [11] auf die Sektoren GHD und HH aufgeteilt. Der Heizstromverbrauch für 2021 wurde ausgehend von den Vorjahren hochgerechnet.

Der Stromverbrauch für den Betrieb der Wärmepumpen wurde ebenfalls vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellt. Da die Werte für die Jahre 2020 und 2021 nicht mit der anzunehmenden Entwicklung übereinstimmten, wurde auch hier ausgehend von den Werten der Vorjahre eine sinnvolle Annahme getroffen. Auf dieser Grundlage lässt sich über plausible Annahmen zur Jahresarbeitszahl der Wärmeertrag aus den Wärmepumpen ermitteln. Die entsprechenden Anteile der Sektoren GHD und HH wurden anhand statistischer Werte übernommen. [12]

Stromerzeugung

Zusätzlich zum Stromverbrauch wurde eine Abfrage zu den lokalen Stromeinspeisungen aus erneuerbaren Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sowie zu Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) bei der Leine Netz GmbH durchgeführt. Darüber hinaus gibt es im Stadtgebiet einige Erzeugungsanlagen, die in das Hochspannungs- und Mittelspannungsnetz der Avacon Netz GmbH einspeisen. Auch dort wurden die entsprechenden Daten angefragt und zur Verfügung gestellt.

Die übermittelten Erzeugungsmengen wurden in der Bilanz berücksichtigt. Auf dieser Grundlage ist es möglich, einen lokalen Emissionsfaktor zu ermitteln. Nicht enthalten darin ist der Eigenstromverbrauch aus lokalen Erzeugungsanlagen, weil in diesem Bereich keine geeignete Datengrundlage vorliegt. Bislang ist davon auszugehen, dass der Eigenstromverbrauch lokaler Erzeugungsanlagen zu vernachlässigen ist, aufgrund der zunehmenden Anzahl an Anlagen mit Eigenverbrauch jedoch zukünftig berücksichtigt werden sollte.

Ergänzend dazu wurde eine Abfrage beim Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur (MaStR) bezüglich des Ausbaus und der installierten Leistung der lokalen Stromerzeugungsanlagen in der Stadt durchgeführt, insbesondere um einen Überblick über den Ausbaustand der erneuerbaren Energien zu erhalten (in der Stadt Neustadt a. Rbge. Biomasse-, PV- und Windkraftanlagen). [13]

Erdgas

Bei den Verbrauchsdaten von Erdgas für die Jahre 2018 bis 2021 handelt es sich um den Erdgasbezug aus den Netzen der Gelsenwasser Energienetze GmbH und der Leine Netz GmbH.

Die Aufteilung des Gesamt-Gasverbrauchs auf die Verbrauchssektoren erfolgt nach erfolgreicher Plausibilitätsprüfung entsprechend den Angaben des Netzbetreibers. Der Erdgasverbrauch innerhalb der Bilanz wird heizwertbezogen (H_u) ausgewertet.

Nah- und Fernwärme

Die Wirtschaftsbetriebe Neustadt am Rübenberge GmbH betreiben ferner in der Kernstadt im Bereich der Bunsenstraße drei Erdgas-BHKWs, die das angeschlossene Wärmenetz mit Fernwärme speisen. Zusätzlich wird ein kleineres Nahwärmenetz versorgt. Die entsprechenden Verbrauchsdaten wurden von der Leine Netz GmbH sektorenscharf zur Verfügung gestellt.

Dazu kommen die beiden Nahwärmenetze in den Ortsteilen Eilvese und Wulfelade. Die Wärme für die beiden Netze wird aus Gas-BHKWs bzw. aus der Verbrennung von Holzhackschnitzeln erzeugt. Statt fossilem Erdgas wird dabei bilanziell Biomethan eingesetzt, sodass die Nahwärme als erneuerbar

eingestuft wird. Sowohl die Wärmemenge als auch die Erzeugungsseite wurde entsprechend plausibler Annahmen ermittelt.

Das kalte Nahwärmenetz im Hüttenquartier ist erst nach dem Bilanzzeitraum in Betrieb gegangen und bleibt hier zunächst unberücksichtigt.

Nahwärme aus Biogas

In der Stadt Neustadt a. Rbge. gibt es mehrere Biogasanlagen. Die zugehörigen Blockheizkraftwerke (BHKWs) werden von folgenden Unternehmen betrieben:

- Bioenergie Neustädter Land GmbH & Co. KG (zwei BHKW, 1.060 kW_{elektrisch}),
- Bioenergie Steffen Struckmann (drei BHKWs, 725 kW_{elektrisch}),
- BioEnergie Warmeloh GmbH & Co. KG (zwei BHKWs, 570 kW_{elektrisch}),
- Biogas Schneeren (drei BHKWs, 806 kW_{elektrisch}),
- BioStrom Mardorf GmbH & Co. KG (vier BHKWs, 1.055 kW_{elektrisch}),
- deanHG GmbH & Co. Biogas KG (zwei BHKWs, 556 kW_{elektrisch}),
- H&S Biogas GmbH (zwei BHKWs, 500 kW_{elektrisch}),
- Lübbert & Wiese Biogas GmbH & Co. KG (vier BHKWs, 1.419 kW_{elektrisch}),
- Lübbert & Wiese Naturenergie GbR (zwei BHKWs, 787 kW_{elektrisch}),
- MüLa-Auter-Energie GmbH & Co Energiegewinnung KG (ein BHKW, 250 kW_{elektrisch}),
- sowie drei weitere BHKWs mit je 75 kW_{elektrisch}, betrieben durch natürliche Personen.

Die Wärme, die bei der Verstromung des Biogases anfällt, wird zum Teil in kleinere, dezentrale Netzstrukturen eingespeist und zur Beheizung von Gebäuden genutzt. Für die Ermittlung der Wärmemenge wurde eine Abfrage bei den Netz- und Anlagenbetreibern durchgeführt. Die von den Anlagenbetreibern zur tatsächlich genutzten Wärmemenge übermittelten Daten wurden entsprechend in der Bilanz berücksichtigt. Bei unvollständiger Datenlage wurden entsprechend der Nutzung plausible Annahmen zur Wärmenutzung getroffen.

Nicht-leitungsgebundene Energieträger

Für die Ableitung des Endenergieverbrauchs der nicht-leitungsgebundenen Energieträger (Heizöl, Biomasse, Flüssiggas und Steinkohle) wurde eine Abfrage der Heizanlagenstruktur² bei der zuständigen Schornsteinfegerinnung durchgeführt. Von dieser wurden die jährlich erfassten Feuerstätten für die Stadt Neustadt a. Rbge. nach Energieträgern und Leistungsklassen für das Jahr 2021 bereitgestellt.

Auf Grundlage der Leistungsklassen kann unter Annahme von Volllaststunden und nach Abgleich mit den Zahlen zum Gasverbrauch vom Netzbetreiber ein Verbrauch für die einzelnen Energieträger ermittelt und den Sektoren HH und GHD zugewiesen werden.

Für die Ableitung nicht-leitungsgebundener Energieträger im Bereich Industrie wurde darüber hinaus der Brennstoffverbrauch der emissionspflichtigen Anlagen (>1 MW thermischer Leistung) beim Gewerbeaufsichtsamt Niedersachsen angefragt.

² Gemäß der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung bzw. der Kehr- und Überprüfungsordnung müssen die Feuerungsanlagen in den Kehrbezirken erfasst werden.

Solarthermie

Die Daten zur thermischen Nutzung der Solarenergie wurden ausgehend von den Ergebnissen der Energie- und CO₂-Bilanz für das Land Niedersachsen auf die Stadt Neustadt a. Rbge. skaliert. Dazu wurde eine geeignete Bezugsgröße (Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser am Wohngebäudebestand) herangezogen. [14]

Die Aufteilung auf die Sektoren HH und GHD wurde entsprechend des Bundesdurchschnitts vorgenommen.

Verkehr

Basis für die Berechnung der Energie- und Treibhausgasbilanz im Sektor Verkehr ist für den Straßenverkehr das vom Umweltbundesamt bereitgestellte Software-Tool GRETA (Gridding Emission Tool für ArcGIS). Dies stellt basierend auf Straßenverkehrszählungen seit 2016 lokalspezifische Daten für alle Verkehrsmittel sowie Defaultwerte der Kfz-Fahrleistungen für jede Kommune in Deutschland zur Verfügung. Für die vorliegende Bilanz sind die Defaultwerte, differenziert nach Ortslage (innerorts, außerorts, Autobahn) bereits in den Klimaschutzplaner integriert. [5]³

Die Daten für den öffentlichen Personennahverkehr basieren auf den Soll-Fahrplan-Kilometer aller Linien, die durch das Stadtgebiet verkehren, in den Jahren 2018-2021. Die dafür relevanten Daten wurden von der regiobus Hannover GmbH zur Verfügung gestellt. Zudem wurde eine Angabe zu den eingesetzten Kraftstoffen gemacht.

Der schienengebundene Regional- und Fernverkehr sowie der Schienengüterverkehr werden auf Basis der bereits im Klimaschutzplaner vorgegebenen Werte aus dem Emissionskataster der Deutschen Bahn AG bilanziert.

Nicht-energetische Emissionen

Die nicht-energetischen Emissionen beruhen auf den Auswertungen, die im Auftrag von der Region Hannover kommunenscharf ausgewertet wurden. Im Zusammenhang mit der Erarbeitung des Klimaplan 2035 wurden die THG-Bilanz der Region Hannover für das Jahr 2020 um die nicht-energetischen Emissionen erweitert. Diese Angaben wurden für die Stadt Neustadt am Rübenberge übernommen. Die methodische Vorgehensweise bei der Ermittlung der nicht-energetischen Emissionen ist dem Bericht der Hamburg Institut Consulting GmbH zu entnehmen (vgl. [15]).

1.6 Datengüte

Die Datengüte beschreibt die Aussagekraft der Bilanz und der ihr zu Grunde liegenden Daten. Dabei unterscheidet man zwischen folgenden Kategorien:

- Datengüte A: Regionale Primärdaten (entspricht einer Datengüte von 1,0)
- Datengüte B: Primärdaten und Hochrechnung (entspricht einer Datengüte von 0,5)
- Datengüte C: Regionale Kennwerte und Statistiken (entspricht einer Datengüte von 0,25)
- Datengüte D: Bundesweite Kennzahlen (entspricht einer Datengüte von 0).

³ Aufgrund unvollständiger Vorgabedaten für die Bilanzierung des Verkehrs handelt es sich bei den abgebildeten Daten für das Jahr 2021 um vorläufige Ergebnisse.

Bei der Bewertung der Datengüte gilt generell, dass mindestens ein Wert von 0,50 erreicht werden sollte. Angaben, die diesen Wert unterschreiten, basieren auf starken Annahmen und sind damit zu weit entfernt von der kommunalen Realität. Werte über 0,90 sollten ebenso kritisch betrachtet werden, da ein solches Ergebnis aufgrund der Tatsache, dass es bei der Erfassung natürliche Unschärfen gibt (z. B. durch nicht-leitungsgebundene Energieträger), fragwürdig ist.

Für die Gesamtbilanz in der Stadt Neustadt a. Rbge. ergibt sich bei dem beschriebenen Vorgehen für das Bilanzjahr 2021, bei Aufteilung auf die einzelnen Verbrauchssektoren, eine mittlere Datengüte von 0,79, ausgehend von der Datengüte der einzelnen Energieträger (vgl. Tabelle 2). Damit können die Ergebnisse der Bilanz als belastbar bezeichnet werden.

Tabelle 2 | Übersicht über Datengüte der verwendeten Energieträger

Energieträger	Datengüte
Strom	1,00
Erdgas	1,00
Nah-/Fernwärme	1,00
Nahwärme aus Biogas	0,50
Heizöl, Flüssiggas, Biomasse und Steinkohle	0,50
Solarthermie	0,00
Umweltwärme (Wärme aus Wärmepumpen)	0,25
Heizstrom	1,00
Kfz-Verkehr	0,50
Bahnverkehr	1,00
Busverkehr	0,50

2. Methodik Klimaschutz-Szenario

Die Ableitung des Klimaschutz-Szenarios baut auf den Ergebnissen der aktuellen Energie- und THG-Bilanz auf. Methodisch werden dabei die beiden Bausteine Energieverbrauch und Energie-Mix bearbeitet und miteinander ins Verhältnis gesetzt, um daraus die THG-Emissionen abzuleiten. Das zweistufige Vorgehen folgt dabei der Methodik der Bilanzierung.

2.1 Klimaschutz-Szenario

Zunächst wird der Endenergieverbrauch auf Grundlage aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse und Projektionen fortgeschrieben. Kernelement dabei sind im Wesentlichen die Aussagen aus den folgenden Studien, die analysieren, wie das Ziel Treibhausgasneutralität auf Bundesebene zu erreichen ist:

- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena, 2021): Abschlussbericht dena Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität – Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe [16]
- Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI, 2021): Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft [17]
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (Prognos et al., 2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann; Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende [18]
- Kopernikus Projekt Ariadne (2021): Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich [19]
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Consentec GmbH (2021): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland (Kurzbericht 3 – Hauptszenarien) [20]
- Prognos AG, FIW München, ITG Dresden, Öko-Institut e.V. (Prognos et al., 2022): Hintergrundpapier zur Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz [21]
- Agora Energiewende, Prognos AG, Consentec GmbH (2023): Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann [22]

Auf Grundlage dessen kann in einem ersten Schritt ein Pfad aufgezeigt werden, der darstellt, wie viel Energie zum Erreichen der Treibhausgasneutralität in den einzelnen Sektoren eingespart werden kann und muss. Dies setzt Effizienz-Maßnahmen voraus, die technisch und wirtschaftlich umsetzbar sind. Suffizienz-Maßnahmen, das heißt verhaltensbedingte Verbrauchseinschränkungen, werden hingegen nur entsprechend bereits erkennbarer Trends berücksichtigt und fortgeschrieben.

Bei der Ableitung des Einsparpotenzials werden darüber hinaus auch strukturelle Entwicklungen (z. B. Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahl, Wirtschaftswachstum, Wohnfläche pro Einwohner etc.) sowie Veränderungen der klimatischen Verhältnisse (Abnahme Heizgradtage, Zunahme Kühlgradtage) prognostiziert und entsprechend berücksichtigt. Sofern möglich wurden dabei lokale Prognosen und Quellen verwendet. Für die Bevölkerungsentwicklung wurden die Annahmen der Bevölkerungsprognose für die Region Hannover übernommen (vgl. [23]). Ab 2030 wird von einer stagnierenden Entwicklung ausgegangen.

Auf dieser Grundlage ergeben sich für die zentralen Verbrauchssektoren (HH, GHD, IND und MOB) Einsparpotenziale für die Stadt Neustadt am Rübenberge. Im Verkehrsbereich wurden zudem für die Stadt Neustadt am Rübenberge relevante Entwicklungen aus dem Verkehrsentwicklungsplan der Region Hannover übernommen (vgl. [24]).

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den betrachteten Sektoren wird in Fünf-Jahres-Schritten bis 2035 abgeleitet. Die wichtigsten Annahmen, die zu dieser Entwicklung führen, werden entsprechend im Bericht aufgeführt.

Da die Steigerung der Effizienz natürlichen Grenzen unterliegt, ist der Energie-Mix entscheidend für die Zielerreichung. Denn nur durch einen Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger ist das Ziel der Treibhausgasneutralität zu erreichen. Daher wird in einem zweiten Schritt der zukünftige Energie-Mix abgebildet.

Dieser ist zum einen abhängig von der Energiewirtschaft: Es wird ein Kohleausstieg bis zum Jahr 2030 vorausgesetzt. Zudem sollen bis 2030 etwa 80 % des Bruttostromverbrauchs mit erneuerbaren Energien gedeckt werden. Wichtig sind ebenso eine dekarbonisierte Fern- und Nahwärme sowie der Einsatz von Wasserstoff (H₂) als Energieträger. Darüber hinaus ist die zunehmende Elektrifizierung von Mobilität und Gebäudebeheizung entscheidend. Auf Grundlage des bestehenden Energie-Mix und der verfügbaren Potenziale für eine erneuerbare Energieversorgung vor Ort (vgl. Kapitel 2.3) lassen sich – basierend auf den genannten Studien – Annahmen für den künftigen Einsatz von Energieträgern in der Stadt Neustadt a. Rbge. treffen.

Aus den bereits beschriebenen Annahmen bzgl. des Energieverbrauchs und des Energie-Mix lassen sich die THG-Emissionen berechnen und aus den Ergebnissen das Klimaschutz-Szenario ableiten. Das Klimaschutz-Szenario in der Stadt Neustadt a. Rbge. setzt damit sehr ambitionierte, gleichzeitig aber entsprechend der gegebenen Situation realisierbare Annahmen voraus.

Die Prognose der nicht-energetischen Emissionen basiert auf den Annahmen, die von dem von der Region Hannover getroffenen beauftragten Büro getroffen wurden (vgl. [25]). Die entsprechende Entwicklung nach Emissionsquelle wurde auf die Zahlen zu den nicht-energetischen Emissionen im Jahr 2020 für die Stadt Neustadt am Rübenberge skaliert.

2.2 Trend-Szenario

Um die Dringlichkeit von Klimaschutzmaßnahmen zu verdeutlichen, wird zusätzlich zum Klimaschutz-Szenario ein Trend-Szenario abgeleitet. Mit diesem wird der Minderungspfad für den Endenergieverbrauch und die THG-Emissionen auf Basis des Projektionsberichts 2023 für Deutschland prognostiziert. Das zu Grunde liegende Szenario aus dem Bericht schließt dabei alle politischen Maßnahmen mit ein, die eine wesentliche Änderung der THG-Emissionen auslösen und bis August 2022 umgesetzt oder angenommen wurden. Zudem werden dabei aktuelle Trends (z B. Effizienz technischer Geräte und Anwendungen, Energieträgerstruktur) fortgeschrieben und strukturelle Veränderungen (z. B. Bevölkerungsentwicklung) berücksichtigt. [26] Im Unterschied zum Klimaschutz-Szenario wird das Trend-Szenario nicht sektorenscharf ausgewiesen.

2.3 Potenzialanalyse erneuerbare Energien

Um den Annahmen hinsichtlich des Energie-Mix gerecht zu werden, müssen die erneuerbaren Energien auf lokaler Ebene stetig ausgebaut werden. Das Potenzial für den Ausbau ist dabei stark von lokalen Gegebenheiten, allen voran der Flächenverfügbarkeit, abhängig. Ferner ist zwischen dem technischen Potenzial und dem Potenzial, das in der Praxis tatsächlich gehoben werden kann, zu unterscheiden, wie Abbildung 3 veranschaulicht.

Eine vollständige Potenzialausschöpfung gilt als unwahrscheinlich, da der Zubau der Erneuerbaren stark von einer Reihe von Randbedingungen limitiert wird. Dazu zählen neben der Verfügbarkeit von Material und Fachkräften die Investitionskosten sowie die gesetzlichen Rahmenbedingungen.

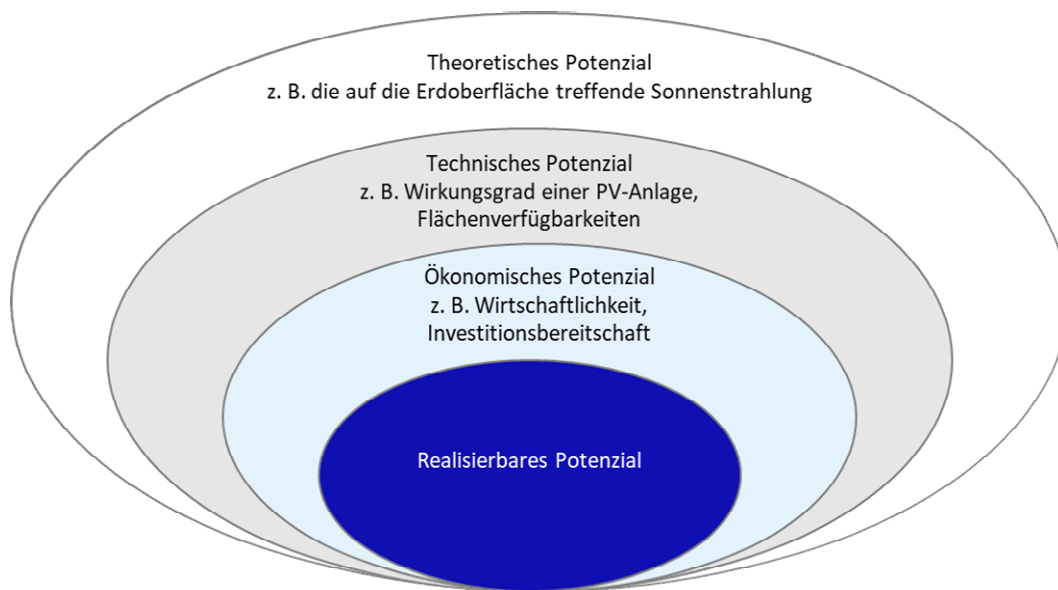


Abbildung 3 | Abgrenzung des Begriffs Potenzial

Die Ableitung des THG-Minderungspfads im Klimaschutz-Szenario setzt Annahmen für die Entwicklung der erneuerbaren Energien in der Stadt voraus. Bei der Ableitung der zukünftigen Strom-Emissionen im Klimaschutz-Szenario wird weiterhin der Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strom-Mix (gemäß BSKO-Standard) angenommen. Damit sollen analog zur Bilanzerstellung Doppelbilanzierungen vermieden werden. Das bedeutet, dass sich die lokale Stromerzeugung aus Erneuerbaren nur indirekt auf die THG-Emissionen im Klimaschutz-Szenario auswirkt. Gleichwohl wird im Klimaschutz-Szenario ab einem gewissen Zeitpunkt eine vollständige Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vorausgesetzt. Damit das möglich ist, müssen wiederum die Erneuerbaren auf lokaler Ebene stark ausgebaut werden. Um vor diesem Hintergrund die Erzeugungsmöglichkeiten in der Stadt darzustellen, werden zusätzlich die Potenziale der erneuerbaren Energien dargelegt. Dazu erfolgt zunächst eine Analyse der bestehenden gesetzlichen und planungsrechtlichen Möglichkeiten sowie des Planungsstands zum Ausbau von Wind- und Solarenergie.

Zusätzlich wird für die Abschätzung eines Potenzials für PV-Freiflächenanlagen eine Weißflächenkartierung durchgeführt. Da umfangreiche Standortkonzepte für potenzielle Flächen für PV-Freiflächenanlagen sehr kostenintensiv und zeitaufwendig sind, ist eine Weißflächenkartierung mit öffentlich zugänglichen Geodaten (OpenStreetMap®) eine einfache Möglichkeit, um eine erste

Abschätzung von Potenzialflächen durchzuführen. Damit ist gemeint, dass Ausschlussflächen im Stadtgebiet definiert werden, die nicht für eine entsprechende Nutzung in Frage gekommen. Dazu zählen:

- Flächen mit < 100 m Abstand zur Wohnbebauung,
- Flächen mit < 50 m Abstand zu Wald und Obstgärten,
- Flächen mit < 30 m Abstand zu Schienenwegen und Bundesautobahnen,
- Flächen < 1 ha,
- bereits versiegelte Flächen (Siedlungs- und Verkehrsfläche),
- Schutzgebiete (Naturschutzgebiete, Naturparks, Naturreservate, Naturdenkmäler, Natura-2000-Gebiete, Naturerbe).

Die übrigen Flächen ergeben dann das verfügbare Flächenpotenzial in Hektar. Grundsätzlich kommen dafür in Frage: Konversionsflächen (z. B. brachliegende Industrieflächen, militärisch genutzte Flächen) und Deponien, auch landwirtschaftlich genutzten Flächen (Ackerflächen und Grünland) sowie Grasflächen im Außenbereich.

Nicht berücksichtigt wurden bei der ersten Einschätzung die Eigentümerstruktur sowie technische Rahmenbedingungen (v. a. Netzstruktur und Nähe zu möglichen Netzeinspeisepunkten), die es jedoch bei der weiteren Flächenplanung zu berücksichtigen gilt.

Die Annahmen zur Wärmeerzeugung aus regenerativen Energien haben hingegen direkten Einfluss auf die möglichen THG-Minderungen im Klimaschutz-Szenario. Denn im Unterschied zum eingespeisten Strom wird die erzeugte Wärme direkt vor Ort verbraucht. Die erneuerbaren Energien fließen damit in den prognostizierten Wärme-Mix mit ein. In dem Zusammenhang werden bestehende Wärmepotenziale auf städtischer Ebene aufgezeigt.

2.4 Vergleichbarkeit mit der Szenarien-Entwicklung auf Ebene der Region Hannover

Parallel zur Bearbeitung des Klimaschutz-Vorreiterkonzepts wurden auf Regionsebene Szenarien mit dem Zieljahr 2035 abgeleitet (vgl. [25]). Auch wenn die Annahmen zur künftigen Entwicklung von Energieverbrauch und THG-Emissionen ähnlich sind, so ergeben sich beim Vergleich der Zahlen doch Unterschiede.

Diese sind zum einen auf die Methodik zurückzuführen. So wird in den Szenarien der Region Hannover lediglich der Strom für Wärmepumpen in der Energiebilanz berücksichtigt. In dem vorliegenden Bericht hingegen wird die Wärmeerzeugung aus den Wärmepumpen dargestellt. Dies beinhaltet neben dem Stromeinsatz auch den Anteil der Umweltwärme. Das wirkt sich auf den prognostizierten Energieverbrauch aus. Auch bei dem prognostizierten Emissionsfaktor für Strom ergeben sich methodische Unterschiede.

Zum anderen sind die regionsweiten Ergebnisse nicht ohne Weiteres auf die Stadt übertragbar. In die Regionsbilanz fließen alle Kommunen sowie die Landeshauptstadt Hannover mit ein. Die Rahmenbedingungen unterscheiden sich dabei teils gewaltig. So findet sich in der Landeshauptstadt, sowie in den direkten Randbereichen (z. B. Langenhagen, Garbsen, Laatzen) eine viel dichtere Bebauung wieder.

Auch die Annahmen zur Fernwärme auf Regionsebene resultieren zum Großteil aus der Situation in der Landeshauptstadt. Dazu kommt, dass laut Bevölkerungsprognose für die Region die Stadt Neustadt

am Rügenberge die einzige Stadt ist bei der eine Bevölkerungsabnahme prognostiziert wird (um 1,6 % bis 2030, ausgehend von 2019), während in der Region von einem Bevölkerungsanstieg von 2,5 % ausgegangen wird. Damit ergeben sich wesentliche Unterschiede bei der Ableitung der Szenarien, die es zu berücksichtigen gilt.

Glossar

Bedarfsansatz

Der gesamte Energiebedarf einer Region wird nach Sektoren rechnerisch anhand Bezugseinheit (Gebäudefläche, Anzahl der Beschäftigten etc.) und spezifischer Energiefaktoren berechnet. So kann der Wärmebedarf im Sektor Private Haushalte zum Beispiel auf Basis der Wohnfläche nach Baualtersklasse berechnet werden.

Biogas

entsteht, wenn Biomasse unter Ausschluss von Licht und Sauerstoff in einer Biogasanlage abgebaut wird. Als Rohstoffe eignen sich Energiepflanzen (z. B. Mais), Biomüll, Erntereste und Stroh sowie Gülle und Mist. Das Biogas kann in einem Blockheizkraftwerk genutzt, aufbereitet in das Erdgasnetz eingespeist, Erdgas beigemischt oder in Fahrzeugen mit Gasmotor als Kraftstoff genutzt werden.

Biologische Methanisierung

meint einen biochemischen Prozess bei dem z. B. Biogas unter Einsatz von grünem Wasserstoff und unter anaeroben Bedingungen durch Mikroorganismen in Biomethan umgewandelt wird. Die biologische Methanisierung bietet ein großes Potenzial zur Erzeugung von erneuerbarem Methan als Energieträger, insbesondere in Verbindung mit der Speicherung von überschüssiger erneuerbarer Energie in Form von Wasserstoff.

Biomasse

ist die gesamte von Pflanzen oder Tieren erzeugte organische Substanz in Form von gebundener Sonnenenergie. Biomasse ist ein nachwachsender, erneuerbarer Energieträger, der zur Wärmeengewinnung, zur Treibstoffproduktion oder zur Stromerzeugung genutzt werden kann.

Blockheizkraftwerk (BHKW)

ist ein modular aufgebautes Heizkraftwerk mit meist geringer elektrischer und thermischer Leistung, das in Kraft-Wärme-Kopplung Strom und Wärme gleichzeitig erzeugt. Vorteile sind der optimierte Brennstoffeinsatz, eine rationellere Nutzung von Energie und reduzierte CO₂-Emissionen.

Compressed Natural Gas (CNG)

ist komprimiertes Erdgas, das als Kraftstoff zum Antrieb von Fahrzeugen genutzt wird und bei dessen Verwendung gegenüber dem Einsatz von Diesel und Benzin weniger CO₂-Emissionen und Schadstoffe ausgestoßen werden.

CO₂-Äquivalente

Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase.

Elektrolyse

ist ein chemischer Prozess bei dem Wasser mithilfe von elektrischem Strom in die Gase Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) zerlegt wird. Handelt es sich bei dem verwendeten Strom um solchen aus erneuerbaren Quellen (z. B. Windkraft oder PV), spricht man von grünem Wasserstoff.

Endenergie

unterscheidet sich von der Primärenergie durch die in Umwandlungs- und Transportvorgängen (z. B. bei der Stromerzeugung) verlorene Energiemenge, und steht den Verbrauchern direkt zur Verfügung, etwa in Form von Holzpellets oder Heizöl.

Energieeffizienz

gibt an, wie hoch der Energieaufwand ist, um einen bestimmten Nutzeffekt zu erzielen. Eine Steigerung der Energieeffizienz liegt vor, wenn bei gleichem Nutzeffekt der Energieaufwand gesenkt werden kann, z. B. durch Wärmedämmung, LED-Beleuchtung oder die Nutzung von Abwärme.

Erneuerbare Energien (EE)

sind Energieträger, die nach menschlichen Zeitmaßstäben quasi unerschöpflich zur Verfügung stehen bzw. sich immer wieder erneuern: Wasserkraft, Windenergie, Solarenergie, Biomasse, Geothermie und Gezeitenkraft.

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

heißt eigentlich Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien, ist seit April 2000 in Kraft und gibt in Deutschland die Rahmenbedingungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien vor. Wesentlich ist dabei die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien:

Die Energieversorgungsunternehmen sind verpflichtet, regenerativ erzeugten Strom zu garantierten Vergütungen abzunehmen und in das Stromnetz einzuspeisen.

Fossile Energieträger

wie Erdöl, Erdgas, Steinkohle und Braunkohle sind im Laufe von Jahrmillionen aus Pflanzen oder Tieren entstanden. Sie bestehen vor allem aus Kohlenstoff, der bei der Verbrennung in Kohlendioxid (CO₂) umgewandelt wird, das wiederum wesentlich für den Klimawandel verantwortlich ist.

Geothermie (Erdwärme)

ist die Nutzung der Wärmeenergie, die im Erdinneren entsteht. Diese Wärmeenergie kann aus unterschiedlichen Tiefen entnommen werden: entweder oberflächennah oder bei der Tiefengeothermie ab 400 m. Die Energie [27] im flachen Untergrund wird über Wärmepumpen, Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden genutzt.

Jahresarbeitszahl (JAZ)

ist das wichtigste Maß für die Effizienz, den Wirkungsgrad und dementsprechend auch die Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit von Wärmepumpen. Die JAZ ist definiert als das Verhältnis von dem jährlich von der Wärmepumpe erzeugten Wärmeoutput zum dafür nötigen Strominput.

Kilowattstunde (kWh)

ist die gebräuchlichste Maßeinheit der elektrischen Arbeit = Leistung x Zeit (1 kWh = 1 kW x 1h). 1 kWh sind 1.000 Wattstunden (Wh) und 1.000 kWh sind eine Megawattstunde (MWh). Eine Gigawattstunde (GWh) sind wiederum 1.000 MWh. Eine Glühlampe mit 40 Watt (0,04 kW) verbraucht in 10 Stunden 0,4 kWh. Ein durchschnittlicher 3-Personen-Haushalt verbraucht ca. 3.500 kWh Strom im Jahr. Mit 1 kWh kann man z. B. einmal mit der Waschmaschine Wäsche waschen, oder für vier Personen Mittagessen kochen.

Klimaneutralität

meint einen „Zustand, bei dem menschliche Aktivitäten im Ergebnis keine Nettoeffekte auf das Klimasystem haben“. [28] Das bedeutet, neben THG-Emissionen und Aufnahmen (durch Senken) fließen hier auch Albedo-Änderungen, also Änderungen im Reflexionsvermögen der Erde (z. B. durch Schmelzen von Eis und Schnee) und Nicht-CO₂-Effekte (durch den Luftverkehr) mit ein.

Kohlenstoffdioxid (CO₂)

ist ein farbloses, geruchsneutrales und unsichtbares Gas aus Sauerstoff und Kohlenstoff. Es entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger, und trägt damit zu einem großen Anteil zur Klimaerwärmung bei.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

bedeutet die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom. Während in herkömmlichen Kraftwerken bei der Stromerzeugung die entstehende Abwärme ungenutzt an die Umwelt abgegeben wird, wird diese bei der KWK ausgekoppelt und als Nahwärme oder als Fernwärme genutzt – und so eine wesentlich höhere Energieeffizienz erreicht.

Kurzumtriebsplantagen (KUP)

sind Energieholzplantagen zur Anpflanzung schnell wachsender und ausschlagender Bäume (z. B. Weiden, Pappeln, Robinien, Birken, Erlen, Gemeine Eschen sowie Stiel-, Trauben- und Roteichen) mit dem Ziel, Holz-Hackschnitzel als nachwachsenden Rohstoff zur Energiegewinnung zu produzieren (biogener Brennstoff). Diese Schnellwuchsplantagen werden als Dauerkultur für etwa 20 Jahre auf Ackerland angelegt und gelten nicht als Wälder.

Liquefied Petroleum Gas (LPG)

auch Autogas genannt, ist Flüssiggas, das als Kraftstoff zum Antrieb von Fahrzeugen genutzt wird. Es handelt sich dabei um ein Gemisch aus Propan und Butan.

Megawatt (MW)

1 Megawatt entspricht 1.000.000 Watt bzw. 1.000 kW. Allgemein wird die Leistung von Kraftwerken und Turbinen zur Stromerzeugung in Megawatt angegeben. Die theoretische maximale Leistung von PV-Anlagen wird meist in kWp gemessen, wobei das p für Peak, also Spitzenwert steht.

Modal Split

ist eine Kennzahl, die zeigt, wie sich die Verkehrsnachfrage auf verschiedene Verkehrsmittel verteilt. Er wird verwendet, um zu analysieren, welchen Anteil die verschiedenen Verkehrsarten an der Gesamtdistanz oder den täglichen Wegen haben.

Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo)

sind organische Rohstoffe (z. B. Holz, Holzabfälle, Pflanzenöle, Mais), die vorwiegend für die energetische Nutzung (Biokraftstoff, biogener Brennstoff, Biogas) angebaut werden. Im Zuge der Energiewende sollen nachwachsende Rohstoffe fossile Energieträger teilweise ersetzen.

Photovoltaik (PV)

oder auch Solarstrom ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie über Solarzellen. Dabei entsteht Gleichstrom, der mit einem Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt wird und in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann.

Power-to-X (PtX)

meint unterschiedliche Produktionsverfahren zur Erzeugung von Brenn-, Kraft- und chemischen Grundstoffen auf Basis von Strom. Um treibhausgasneutrale Produkte zu erzeugen, muss der eingesetzte Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Diese Verfahren erlauben es, temporäre oder örtliche Stromüberschüsse umzuwandeln und speicherfähig zu machen. Es wird dabei zwischen verschiedenen Technologien unterschieden.

Dazu zählen Power-to-Gas (PtG, Umwandlung von Ökostrom durch Elektrolyse in einen Brennstoff (z. B. H₂, CH₄), der gespeichert, transportiert und bedarfsgerecht wieder bereitgestellt werden kann); Power-to-Liquid (PtL, Umwandlung elektrischer Energie (erneuerbar) in flüssige Kraftstoffe und Chemikalien) und Power-to-Heat (PtH, Erzeugung von Wärme aus elektrischer Energie (z. B. Wärmepumpen, Elektrodenkessel, in Kombination mit Wärmespeichern geeignet, um Stromüberschüsse zu speichern).

Primärenergie

ist diejenige Energie, die in Form natürlich vorkommender Energieträger zur Verfügung steht, und die noch nicht in Endenergie (nutzbare Energie) umgewandelt worden ist. Primärenergieträger sind z. B. sowohl fossile Brennstoffe und Uran als auch erneuerbare Energien wie Wasserkraft, Sonne und Wind. Bei der Primärenergie wird also die gesamte Bereitstellungskette der Gewinnung betrachtet, die bei den konventionellen Energien mit einem erheblich höheren energetischen Aufwand verbunden ist als bei den Erneuerbaren.

Solarthermie

ist die Nutzung der Solarenergie zur Erzeugung von Wärme, z. B. über Sonnenkollektoren. Die Solarthermie wird aber auch bei der solaren Kühlung als Antriebsenergie für Kältemaschinen (z. B. Klimaanlage) genutzt.

Treibhausgase (THG)

sind gasförmige Stoffe in der Atmosphäre, die die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche in das All verhindern und damit die Atmosphäre erwärmen. Dieser „natürliche“ Treibhauseffekt – insbesondere durch Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) – sorgt einerseits dafür, dass auf der Erde überhaupt Leben möglich ist (da sonst die Durchschnittstemperatur wesentlich tiefer liegen würde). Andererseits steigen die von Menschen verursachten (anthropogenen) Emissionen dieser Treibhausgase aufgrund der Verbrennung fossiler Energieträger und der Aktivitäten in der Landwirtschaft und führen zu einer globalen Erwärmung und zu Klimaveränderungen. Die Emissionen an Treibhausgasen werden in CO₂-Äquivalenten (CO₂-Äq) angegeben.

Treibhausgasneutralität

beschreibt einen „Zustand, bei dem anthropogen verursachte Treibhausgase, die in die Atmosphäre emittiert werden, durch Maßnahmen, die der Atmosphäre Emissionen entziehen, ausgeglichen werden“ [28]. Treibhausgasneutralität zu erreichen, setzt also Netto-null-Emissionen voraus. Es bedeutet, dass maximal die nach dem jeweils aktuell technischen Stand nicht vermeidbaren THG-Emissionen verbleiben dürfen. Voraussetzung dafür sind eine umfangreiche Energiebedarfsminderung und die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien. Die Restemissionen müssen durch technische (z. B. Carbon Capture and Storage) oder natürliche Senken (z. B. Ökosysteme, wie Wälder, Feuchtgebiete, Grünland etc.) ausgeglichen werden. Das bedeutet, dass CO₂ aus der Atmosphäre direkt oder indirekt entnommen und langfristig eingelagert wird.

Verbrauchsansatz

Der gesamte Energieverbrauch einer Region wird nach Energieträgern (Strom, Erdgas, Heizöl etc.) anhand messtechnisch erfasster Verbräuche (zum Beispiel Stromverbrauch) oder anhand der Anzahl von Energieanlagen und des spezifischen Energiefaktors (zum Beispiel Holzverbrauch) berechnet.

Wasserkraft

ist eine erneuerbare Energiequelle und wird mit Hilfe von Wasserrädern oder Turbinen aus fließendem Wasser gewonnen, um Strom zu erzeugen. Wasserkraft wird sowohl im Binnenland als auch im Meer genutzt. An Land wird zwischen Laufwasserkraftwerken (Flusskraftwerke), Speicherwasserkraftwerken (Talsperren, Stauseen) und Pumpspeicherkraftwerken unterschieden.

Wasserstoff (H₂)

ist ein chemisches Element, welches als Brennstoff zur Energieerzeugung eingesetzt werden kann. Bei der Verbrennung von Wasserstoff entstehen weder Luftschadstoffe noch Treibhausgase. Man spricht von grünem Wasserstoff, wenn der Strom zur Erzeugung aus erneuerbaren Quellen stammt.

Windenergie

ist eine erneuerbare Energiequelle, die sowohl an Land (onshore) als auch auf dem Meer (offshore) genutzt wird. Windenergie hat in Deutschland den größten Anteil an der erneuerbaren Stromproduktion.

Abkürzungen

BHKW	Blockheizkraftwerk
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
CH ₄	Methan
CNG	Compressed Natural Gas
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FKW	Fluorkohlenwasserstoffe
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GHD	Gebäude, Handel, Dienstleistungen
GRETA	Gridding Emission Tool für ArcGIS (Gridding-Tool zur räumlichen Verteilung nationaler Emissionsjahreswerte)
H ₂	Wasserstoff
HH	Haushalte
ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
IND	Industrie
JAZ	Jahresarbeitszahl
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LPG	Liquefied Petroleum Gas
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land Use Change and Forestry)
MaStR	Marktstammdatenregister
MOB	Mobilität
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas
TREMOT	Transport Emission Model
UBA	Umweltbundesamt

Abbildungen

Abbildung 1 Bilanzierungsmethodik nach dem Territorialprinzip am Beispiel Verkehr für die Stadt Neustadt a. Rbge.	5
Abbildung 2 Treibhausgas-Emissionen in Deutschland (ohne LULUCF) seit 1990 und Treibhausgas-Minderungsziele gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) (target GmbH nach [10])	8
Abbildung 3 Abgrenzung des Begriffs Potenzial	16

Tabellen

Tabelle 1 Emissionsfaktoren der wichtigsten Energieträger für die Erstellung der Treibhausgasbilanz für die Stadt Neustadt a. Rbge. im Jahr 2021 [5]	6
Tabelle 2 Übersicht über Datengüte der verwendeten Energieträger	13

Quellen

- [1] H. Hertle, F. Dünnebeil, C. Gebauer, B. Gugel, C. Heuer, F. Kutzner und R. Vogt, „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland,“ Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Heidelberg, 2014.
- [2] Umweltbundesamt (UBA), „Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 - 2015,“ Dessau-Roßlau, 2017.
- [3] J. Kapfer, M. Greenberg und J. Bollow, „Endbericht Erweiterung der Energie- und Treibhausgasbilanz der Region hannover 2020 um nicht-energetische Treibhausgasemissionen,“ Hamburg Institut, Hamburg, 2023.
- [4] Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und –strategien GmbH (IINAS), „GEMIS Modell und Datenbasis, Version 5.0,“ Darmstadt, 2021.
- [5] Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder / Alianza del Clima e.V. (Klima-Bündnis e.V.), „Klimaschutzplaner,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.klimaschutz-planer.de/>.
- [6] B. Burger, „Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2021,“ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, 2022.
- [7] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), „Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage,“ Berlin, 2018.
- [8] Umweltbundesamt, „Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2022,“ Dessau, 2023.
- [9] World Meteorological Organization, „WMO Greenhouse Gas Bulletin. The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2019. No. 16,“ Genf, 2020.
- [10] Bundesrepublik Deutschland, „Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist,“ Berlin, 2021.
- [11] U. Weiß und D. M. Pehnt, „Marktanalyse Heizstrom,“ Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg, 2013.
- [12] Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), „Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland,“ Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2023.
- [13] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>.

- [14] Landesamt für Statistik Niedersachsen, „Niedersächsische Energie- und CO₂-Bilanzen 2019,“ Hannover, 2021.
- [15] J. Kapfer, M. Greenberg und J. Bollow, „Endbericht Erweiterung der Energie- und Treibhausgasbilanz der Region Hannover 2020 um nicht-energetische Treibhausgasemissionen,“ Hamburg Institut Consulting GmbH, Hamburg, 2023.
- [16] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe,“ Berlin, 2021.
- [17] Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., „Klimapfade 2.0 - Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft,“ 2021.
- [18] Prognos AG, Öko-Institut e.V., Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH, „Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann,“ Berlin, 2021.
- [19] Kopernikus-Projekt Ariadne, „Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich,“ Kopernikus-Projekt Ariadne Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Potsdam, 2021.
- [20] Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Consentec GmbH, „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3. Kurzbericht: 3 Hauptszenarien,“ Karlsruhe, 2021.
- [21] Prognos AG, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München (FIW), Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH (ITG), Öko-Institut e. V., „Hintergrundpapier zur Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz,“ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), 2022.
- [22] Agora Energiewende, Prognos AG, Consentec GmbH, „Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Strommarkt bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann,“ Berlin, 2023.
- [23] M. Blaschke, A. D. Martin, K. Busch, H. Grebe, S. Dr. Klecha und M. Dr. Kaiser, „Bevölkerungsprognose für die Region Hannover, die Landeshauptstadt Hannover und die Städte und Gemeinde des Umlands,“ Region Hannover, Landeshauptstadt Hannover, Hannover, 2020.
- [24] Geretz Gztsche Rügenapp Stadtentwicklung und Mobilität GbR, Proloco - Stadt und Region, Planung und Entwicklung, „Verkehrsentwicklungsplan "Aktionsprogramm Verkehrswende" VEP 2035+ der Region Hannover,“ Region Hannover, Hannover, 2023.
- [25] J. Kapfer, J. Börms, M. Greenberg, T. Hoelzmann und J. Bollow, „Endbericht Szenarien Klimaplan 2035 Region Hannover,“ Hamburg Institut Consulting GmbH, Hamburg, 2024.
- [26] Umweltbundesamt, „Proejktionsbericht 2023 für Deutschland,“ Dessau-Roßlau, 2023.

- [27] Agora Energiewende, „Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2021. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2022,“ Berlin, 2022.
- [28] International Panel on Climate Change, „Annex I: Glossary. In: Global Warming of 1.5°C.,“ Cambridge, UK and New York, 2018.
- [29] Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft, mobilité Unternehmensberatung GmbH, „Stadt Bad Bentheim. Integriertes Klimaschutzkonzept Endbericht,“ Stadt Bad Bentheim, Bad Bentheim, 2012.