

# Stadt Hann. Münden

## Methodenpapier

Anhang II zum Klimaschutzkonzept 2023



## Inhaltsverzeichnis

1.	Methodik Energie- und Treibhausgas-Bilanz.....	3
1.1	Bilanzierungsprinzip .....	3
1.2	Bilanzzeitraum .....	6
1.3	Vergleichbarkeit mit bestehenden Bilanzen .....	7
1.4	Fortschreibung der Bilanz.....	8
1.5	Datenquellen und Datengüte .....	8
2.	Methodik Klimaschutz-Szenario.....	12
2.1	Klimaschutz-Szenario.....	12
2.2	Trend-Szenario .....	13
2.3	Potenzialanalyse Erneuerbare Energien .....	14
	Glossar .....	15
	Abkürzungen .....	19
	Abbildungen .....	20
	Tabellen .....	20
	Quellen .....	21

## 1. Methodik Energie- und Treibhausgas-Bilanz

Damit Energie- und Treibhausgas-Bilanzen insbesondere vor dem Hintergrund der Vergleichbarkeit als kommunales Monitoring-Instrument genutzt werden können, empfiehlt es sich, bei der Erstellung eine harmonisierte Bilanzierungsmethodik zu verfolgen. Beauftragt vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU), wurde 2014 die BSKO-Methodik (Bilanzierungs-Systematik Kommunal) veröffentlicht [1], für die Erstellung der Bilanz angewendet und die webbasierte Bilanzierungssoftware „Klimaschutzplaner“<sup>1</sup> eingesetzt.

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 den Grundlagen der BSKO-Methodik die sogenannte *endenergiebasierte Territorialbilanz* etabliert. Dabei werden alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche der verschiedenen Sektoren (Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie) inklusive des Sektors Mobilität auf Ebene der Endenergie berücksichtigt, wie Abbildung 1 veranschaulicht. Energie, die außerhalb der jeweiligen kommunalen Grenzen anfällt (z. B. Hotelaufenthalt) sowie graue Energie, die z. B. in Produkten steckt, wird dabei nicht berücksichtigt.

Im vorliegenden Konzept wurden lediglich die energiebedingten Treibhausgas-Emissionen betrachtet, 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 mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

Die BSKO-Methodik dient in erster Linie dazu, einheitlich vorzugehen und damit die Vergleichbarkeit zwischen den Kommunen untereinander sowie mit Bundes- und Länderwerten sicherzustellen. Vor dem Hintergrund der Einbindung des vorliegenden Konzepts für die Stadt Hann. Münden in das Integrierte Vorreiterkonzept im Landkreis Göttingen kommt diesem Punkt zudem eine besondere Bedeutung zu.

Gleichwohl können aufgrund des räumlichen Bezugs jedoch 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 hochenergieintensiver Betrieb dazu führen, dass der Verbrauch und damit auch die Emissionen im Vergleich sehr hoch sind. Um diese Schwächen in der Methodik auszugleichen und gleichzeitig den Einflussbereich der Kommune hervorzuheben, werden die entsprechenden Ergebnisse um wichtige Indikatoren ergänzt.

---

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



**Abbildung 1 | Bilanzierungsmethodik nach dem Territorialprinzip für die Stadt Hann. Münden**

Die wichtigste Kenngröße innerhalb einer Treibhausgas-Bilanz ist die Emission von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), welches bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (Kohle, Erdöl, Erdgas etc.) freigesetzt wird. CO<sub>2</sub> leistet den größten Beitrag zum Treibhauseffekt und wird als Leitindikator für die Treibhausgase verwendet. Neben Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) haben weitere Gase wie Methan (CH<sub>4</sub>) oder Fluorkohlenwasserstoffe (FCKW) 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 Methan eine 25-mal größere Klimawirkung als CO<sub>2</sub>, verbleibt aber weniger lange in der Atmosphäre.

Um die Wirkung von Treibhausgasen vergleichbar zu machen, wird über einen Index die jeweilige Erwärmungswirkung eines Gases im Vergleich zu derjenigen von CO<sub>2</sub> ausgedrückt. Treibhausgas-Emissionen können so in CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>-Äq) umgerechnet und zusammengefasst werden. Bei der Erstellung der Bilanz wurden diese Äquivalente berücksichtigt. Die ausgewiesenen Treibhausgase 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, LCA).

Die Treibhausgas-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). [3] Stellenweise wurden diese durch Werte aus anderen Datenquellen ergänzt. Die wichtigsten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1 | Emissionsfaktoren der wichtigsten Energieträger für die Erstellung der Treibhausgas-Bilanz für die Stadt Hann. Münden [4]**

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

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 der Stadt Hann. Münden. Laut Fraunhofer ISE resultierten 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 %). [5] Anhand des Strom-Mix' für das Jahr 2021 hat das ifeu einen Emissionsfaktor von 472 g/kWh ermittelt. [4] 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. [5] 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 Hann. Münden ausgewiesen. 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' des lokalen Energieversorgungsunternehmens (EVU), das heißt des Emissionsfaktors der Versorgungsbetriebe Hann. Münden GmbH (VHM), findet nicht statt. Grund dafür ist unter anderem die in Deutschland geltende freie Wahl des Energieversorgers. Der Mix des lokalen EVU gilt demnach nur für die eigene Kundschaft. Für die übrigen Bürger\*innen gilt entsprechend der Mix des präferierten Energieversorgungsunternehmens. Da hier keine Daten

vorliegen, ist eine konsistente und einheitliche Systematik und eine damit verbundene Vergleichbarkeit dahingehend nicht möglich.

Ferner bieten die VHM unterschiedliche Stromprodukte an, deren Emissionsfaktoren je nach Zusammensetzung variieren. Darunter gibt es auch Stromprodukte, die sich vollständig aus erneuerbaren Energien zusammensetzen. So stammt der Strom der Tarife MÜNDENstrom und MÜNDENökostrom zu 100 % aus europäischer Wasserkraft.

Grundsätzlich gilt, dass die Wirkung von Ökostrom auf den Klimaschutz differenziert bewertet werden muss. Hier sind in erster Linie regulatorische und rechtliche Rahmenbedingungen (z. B. das EEG<sup>2</sup>) sowie die Förderung von Investitionen in den Ausbau erneuerbarer Energien, die je nach Ökostromangebot stattfinden oder nicht, zu berücksichtigen. [6] Der Stromtarif MÜNDENökostrom der VHM zeichnet sich dadurch aus, dass ein Teil der Einnahmen in regionale Projekte zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren investiert wird (z. B. PV-Anlagen auf firmeneigenen Gebäuden oder Wasserkraftanlagen). Damit setzt die VHM ein deutliches Signal und leistet somit einen wichtigen Beitrag zum lokalen Klimaschutz. [7]

## 1.2 Bilanzzeitraum

Basis der vorliegenden Bilanz sind Daten aus den Jahren 2019 bis 2021. Die Entwicklung in diesem Zeitraum wird entsprechend dargestellt und dient damit zur Prüfung der Plausibilität der Ergebnisse sowie der Abbildung von Trends n. Die Bilanz ist ein wichtiges Instrument für die Ableitung von Maßnahmen und letztlich die strategische Grundlage für die weiteren Klimaschutzaktivitäten der Stadt. Als Basisjahr, unter anderem für die spätere Ableitung der Szenarien, wurde entsprechend das Jahr 2021 gewählt.

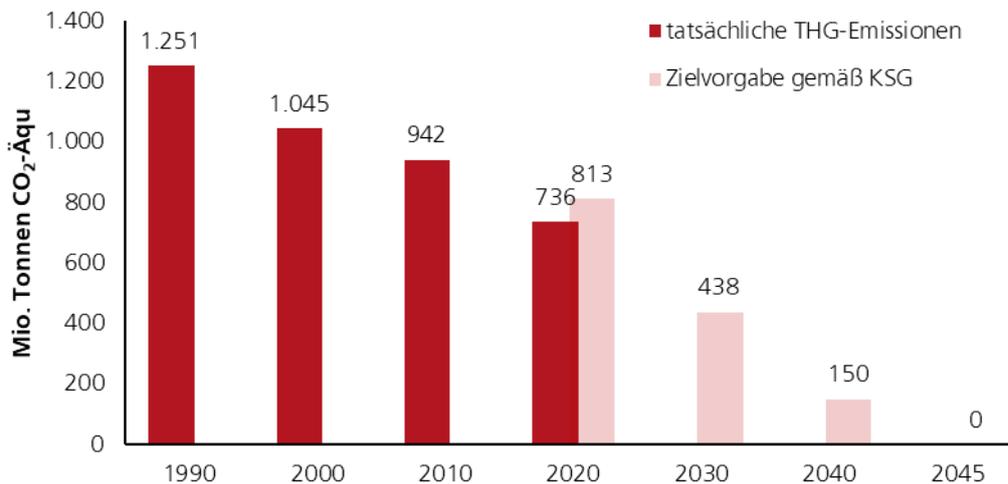
Grundsätzlich gilt, dass nach der BSKO-Methodik die Bilanzergebnisse nicht um äußere Einflüsse bereinigt werden. Dennoch müssen bei der Bewertung und Interpretation der Ergebnisse entsprechende Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Spätestens bei einer möglichen Fortführung der Bilanz stellt sich die 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 und 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 verändertes Verbraucherverhalten.

So ist davon auszugehen, dass sich in den vorliegenden Bilanzergebnissen vor allem im Jahr 2020 die Auswirkungen der Corona-Pandemie bemerkbar machen. Das zeichnet sich auch den Bilanzergebnissen in Deutschland für das Jahr 2020 ab, denn die 739 Millionen Tonnen Treibhausgase, die auf Bundesebene 2022 freigesetzt wurden, sind rund 70 Millionen Tonnen oder 8,7 % weniger als noch 2019 (vgl. Abbildung 2). Das geht aus den Emissionsdaten des Umweltbundesamtes (UBA) hervor, die erstmals nach den Vorgaben des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) vorgelegt wurden. 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

---

<sup>2</sup> EEG-Strom (80 % der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland) darf 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. [4]

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 ersten Trends für das Jahr 2021 belegen für das erste Quartal bereits einen Anstieg von 2 % gegenüber 2020. [9] Weltweit hat die THG-Konzentration in der Atmosphäre laut der Weltorganisation für Meteorologie im Jahr 2020 einen neuen Höchststand erreicht. [10] Insofern ist das Jahr 2020 tatsächlich kein belastbares Vergleichsjahr bezüglich der Entwicklung der THG-Emissionen.



**Abbildung 2 | Treibhausgas-Emissionen in Deutschland seit 1990 und Treibhausgas-Minderungsziele gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) (target GmbH nach [11])**

### 1.3 Vergleichbarkeit mit bestehenden Bilanzen

Bei der vorliegenden Energie- und THG-Bilanz handelt es sich nicht um die erste Bilanz für die Stadt Hann. Münden. Bereits im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzepts für den Landkreis Göttingen und kreisangehörige Kommunen aus dem Jahr 2013 wurden der Energieverbrauch und die daraus resultierenden Emissionen in der Stadt ausgewertet. [12]

Grundsätzlich wurde bei der Erstellung der Bilanz darauf geachtet, eine Vergleichbarkeit zwischen der aktuellen und der bestehenden Energie- und THG-Bilanz zu ermöglichen. Gleichwohl ergeben sich durch Berücksichtigung des BSKO-Standards wesentliche Unterschiede beim Bilanzierungsprinzip. Durch die 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 dem Jahr 2013 mit der vorliegenden Bilanz wurde entsprechend nicht durchgeführt.

Gleichwohl wurden für wesentliche Elemente der Bilanz (z. B. Entwicklung der leitungsgebundenen Energieträger Strom und Erdgas, Ausbau der erneuerbaren Energien etc.) die Ergebnisse der bestehenden Bilanz herangezogen und vergleichend ausgewertet.

## 1.4 Fortschreibung der Bilanz

Um die Klimaschutzaktivitäten der Stadt Hann. Münden 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 Stadtebene 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 hat die gesamte Thematik 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. [10] Dies verleiht der Umsetzung der Energiewende zusätzliche Dringlichkeit und ist damit auch im Hinblick auf die Klimaschutz-Aktivitäten der Stadt Hann. Münden von Bedeutung.

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

## 1.5 Datenquellen und Datengüte

Die Datenerfassung erfolgte über die Abfrage der Verbrauchsdaten bei den örtlichen Akteuren (u. a. Netz- und Anlagenbetreiber, Verkehrsunternehmen, Schornsteinfegerhandwerk etc.). Auf Basis dessen lässt sich der wesentliche Anteil der Bilanz ermitteln. Etwaige Datenlücken wurden dann über Hochrechnungen auf Basis lokaler Daten sowie über Landes- und Bundesdurchschnittswerte 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 zwischen den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie (IND) möglich. Im Folgenden wird das Vorgehen detailliert erläutert und in den Tabellen 2 und 3 dargestellt.

Die Angaben zum Stromverbrauch basieren auf dem Strombezug aus dem Netz. Dazu wurden Daten – zugeordnet zu den jeweiligen Verbrauchssektoren – von den örtlichen Netzbetreibern des Niederspannungsnetzes bereitgestellt. In der Stadt Hann. Münden sind das für den Bilanzzeitraum die VHM und die EAM Netz GmbH (EAM). Die Daten sind grundsätzlich belastbar, da von dem entsprechenden Unternehmen Daten für mehrere Jahre zur Verfügung gestellt wurden, auf deren Grundlage die Plausibilität geprüft werden konnte. Der Stromverbrauch der privaten Haushalte (HH) wurde nach einer Plausibilitätsprüfung entsprechend der Angabe vom Netzbetreiber übernommen. Der übrige Stromverbrauch wurde dem Sektor Wirtschaft zugeordnet. Für die Aufteilung des Stromverbrauchs auf die Sektoren GHD und IND wurde auf Basis der Anzahl der Beschäftigten im nicht verarbeitenden Gewerbe ein Strombedarf für den Sektor GHD ermittelt. Der verbleibende Stromverbrauch wurde dem Sektor Industrie zugewiesen.

Für die Ableitung des Anteils an Heizstrom wurden auf Grundlage der im Rahmen des Zensus<sup>3</sup> erhobenen Heizungsstruktur die Vorgabedaten innerhalb des Klimaschutzplaners übernommen [4] und anhand von Literaturwerten [13] auf die Sektoren GHD und HH aufgeteilt.

Der Stromverbrauch für den Betrieb der Wärmepumpen liegt nicht vor. Entsprechend wurde auf Grundlage der Entwicklung von Wärmepumpen in Deutschland [14] und anhand der Anzahl der Ein- und Zweifamilienhäuser [15] eine Annahme für den Stromverbrauch durch Wärmepumpen in Hann. Münden getroffen. Ausgehend davon lässt sich über plausible Annahmen zur Jahresarbeitszahl der Wärmeertrag aus den Wärmepumpen ermitteln.

Zusätzlich zu dem Stromverbrauch wurde eine Abfrage zu den lokalen Stromeinspeisungen aus erneuerbaren Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sowie zu Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen bei den Netzbetreibern durchgeführt. Die übermittelten Erzeugungsmengen wurden entsprechend 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. Ferner ist bislang noch davon auszugehen, dass dieser Bereich zu vernachlässigen ist, zukünftig aber berücksichtigt werden sollte. Ergänzend dazu wurde eine Abfrage des Marktstammdatenregisters der Bundesnetzagentur (MaStR) bezüglich der lokalen Stromerzeugungsanlagen im Stadtgebiet durchgeführt. [16]

Die Verbrauchsdaten für Erdgas wurden vom Verteilnetzbetreiber zur Verfügung gestellt. Das ist in der Stadt ebenfalls die VHM. Die Aufteilung des Gesamt-Gasverbrauchs auf die Verbrauchssektoren erfolgt nach erfolgreicher Plausibilitätsprüfung entsprechend der Angabe des Netzbetreibers.

Für die Ableitung des Endenergieverbrauchs der nicht-leitungsgebundenen Energieträger (Heizöl, Biomasse und Flüssiggas) wurde eine Abfrage der Heizanlagenstruktur<sup>3</sup> bei der zuständigen Schornsteinfegerinnung durchgeführt. Von der zuständigen Schornsteinfegerinnung wurden die Feuerstätten für den Landkreis Göttingen nach Gemeinde, Energieträger und Leistungsklasse bereitgestellt. Die Schornsteinfeger erfassen vor dem Hintergrund des Emissionsschutzes die Feuerstätten nach Energieträgern und nach Leistungsklassen. Auf Grundlage der Leistungsklassen kann unter Annahme von Vollaststunden 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 wurden die beim Gewerbeaufsichtsamt Niedersachsen angefragten Angaben zum Brennstoffverbrauch der emissionspflichtigen Anlagen > 1 MW thermischer Leistung herangezogen. Vereinzelt wird zudem noch Kohle (v. a. in Form von Briketts) zur Beheizung eingesetzt. Dabei handelt es sich primär um Einzelraumfeuerstätten (Kohleöfen). Die Kesselzahlen sind nicht bekannt, daher wird analog zum Heizstrom vorgegangen und mit den Vorgabedaten innerhalb des Klimaschutzplaners gerechnet. [4]

Die Daten zur thermischen Nutzung der Solarenergie beruhen auf Angaben für das Jahr 2020 für die vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) geförderten Anlagen bzw. der Kollektorfläche entsprechend der Darstellung im Solardachkataster Südniedersachsen. [17] Anhand

---

<sup>3</sup> Gemäß der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) bzw. der Kehr- und Überprüfungsordnung (KÜO) müssen die Feuerungsanlagen in den Kehrbezirken erfasst werden.

der Entwicklung der Solarthermie in Deutschland wurden die Zahlen für Solarthermie entsprechend für die anderen Betrachtungsjahre fortgeschrieben. [14]

In der Stadt Hann. Münden gibt es ferner eine Biogasanlage, betrieben durch die Kloostergut GbR in Hilwartshausen. Die Stromeinspeisung aus der Biogasanlage ist bekannt. Bezüglich der tatsächlich genutzten Wärmemenge wird auf Grundlage einer Internetrecherche eine entsprechende Annahme getroffen.

**Tabelle 2 | Übersicht über die Datenquellen und die entsprechenden Datengüte der verwendeten Energieträger im stationären Bereich**

Energiedaten	Quellen und Annahmen	Datengüte
<b>Verbrauchsdaten</b>		
Strom	Stromnetzbetreiber (VHM, EAM)	A
Heizstrom	Zensus	D
Erdgas	Erdgasnetzbetreiber (VHM)	A
Heizöl, Flüssiggas & Biomasse	Schornstefegerinnung & Gewerbeaufsichtsamt Südniedersachsen	B/C
Kohle	Zensus & Gewerbeaufsichtsamt Südniedersachsen	D
Solarthermie	Solarkataster Südniedersachsen	B
Umweltwärme	Hochrechnung auf Basis des Bundesdurchschnitts	C
Nahwärme aus Biogas	Hochrechnung auf Grundlage MaStR & Internetrecherche	B
<b>Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien</b>		
Wasserkraft, Biomasse & Photovoltaik	Stromnetzbetreiber (VHM, EAM) & MaStR	A

Basis für die Berechnung der Energie- und Treibhausgasbilanz im Sektor Verkehr ist für den Straßenverkehr das vom Umweltbundesamt bereitgestellte Software-Tool GRETA. Dies stellt 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. [4]

Die Daten für den öffentlichen Personennahverkehr basieren auf den von den lokalen Verkehrsunternehmen zur Verfügung gestellten Fahrleistungsdaten im Landkreis Göttingen. Entsprechend den Verkehrsflächen [15] wurden die gelieferten Daten auf die Stadt Hann. Münden heruntergebrochen.

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.

**Tabelle 3 | Übersicht über die Datenquellen und die entsprechenden Datengüte der verwendeten Energieträger im Verkehrssektor**

Energiedaten	Quellen und Annahmen	Datengüte
<b>Verbrauchsdaten</b>		
Kfz-Verkehr	GRETA-Tool vom Umweltbundesamt	A
Flug- und Schiffsverkehr	Transport Emission Model (TREMOD) des ifeu	A
Schienenverkehr	Emissionskataster der Deutschen Bahn AG	A
Busverkehr	Verkehrsverbund Süd-Niedersachsen GmbH, Göttinger Verkehrsbetriebe GmbH, Verkehrsverbund und Fördergesellschaft Nordhessen mbH	B/C

Für die Gesamtbilanz der Stadt Hann. Münden ergibt sich bei dem beschriebenen Vorgehen für das Bilanzjahr 2021 eine Datengüte von 0,83. Aufgrund von Unschärfen bei der Aufteilung zwischen den Verbrauchssektoren reduziert sich die Datengüte bei sektoraler Aufteilung entsprechend (0,58). Damit können die Ergebnisse der Bilanz dennoch als belastbar bezeichnet werden.

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).

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.

## 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 fünf Studien, die alle der Frage nachgegangen sind, wie das Ziel Klimaneutralität auf Bundesebene zu erreichen ist und die im Folgenden aufgeführt sind:

- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena, 2021): Abschlussbericht dena Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität – Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe [30]
- Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI, 2021): Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft [31]
- 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 [32]
- Kopernikus Projekt Ariadne (2021): Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich [33]
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Consentec GmbH (2021): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland (Kurzbericht 3 – Hauptszenarien). [34]

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.

Darüber hinaus werden auch strukturelle Entwicklungen (z. B. Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahl, Wirtschaftswachstum, Wohnfläche pro Einwohner\*in etc.) sowie Veränderungen des Klimas (Abnahme Heizgradtage, Zunahme Kühlgradtage) prognostiziert und entsprechend berücksichtigt. Auf dieser Grundlage ergeben sich für die zentralen Verbrauchssektoren (Haushalte, GHD, IND und Mobilität) Einsparpotenziale für die Stadt Hann. Münden. Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den betrachteten Sektoren wird dann in Fünf-Jahres-Schritten bis 2040 abgeleitet. Die wichtigsten Annahmen, die zu dieser Entwicklung führen, werden entsprechend 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 soll die Stromerzeugung bis 2030 zu etwa 70 % bzw. bis 2045 zu 100 % aus erneuerbaren Energien erfolgen. Wichtig sind ebenso eine dekarbonisierte Fern- und Nahwärme sowie der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger. Zum anderen 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 Hann. Münden 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 der Stadt Hann. Münden setzt damit sehr ambitionierte, gleichzeitig aber entsprechend der gegebenen Situation realisierbare Annahmen voraus.

## 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 2021 für Deutschland prognostiziert. Das zu Grunde liegende Szenario aus dem Bericht schließt dabei alle politischen Maßnahmen mit ein, die bis Ende August 2020 auf Bundesebene verabschiedet worden sind (u. a. Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030; Konjunkturprogramm der Bundesregierung etc.). Zudem werden dabei aktuelle Trends (z. B. Effizienz, Energieträgerstruktur) fortgeschrieben und strukturelle Veränderungen (z. B. Bevölkerungsentwicklung) berücksichtigt. [18] 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. Eine vollständige Potenzialausschöpfung ist dabei realistisch gesehen unwahrscheinlich, denn der Zubau der Erneuerbaren ist stark von einer Reihe von Randbedingungen limitiert. Dazu zählen neben der Verfügbarkeit von Material und Fachkräften die Investitionskosten sowie die gesetzlichen Rahmenbedingungen.

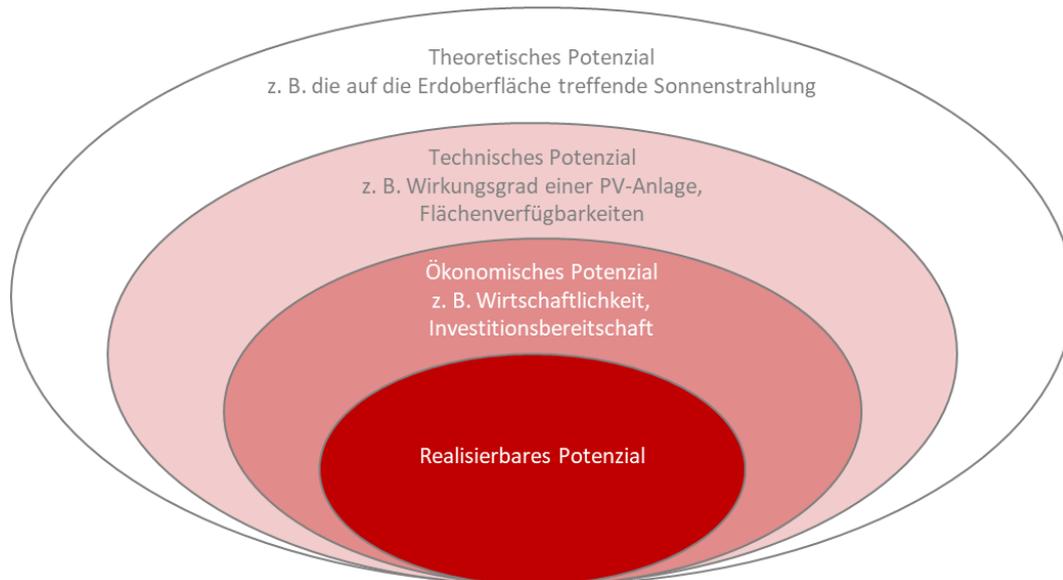


Abbildung 3 | Abgrenzung des Begriffs Potenzial

Die Ableitung des Treibhausgas-Minderungspfads im Klimaschutz-Szenario setzt Annahmen für die Entwicklung der erneuerbaren Energien in der Stadt Hann. Münden voraus. Bei der Ableitung der zukünftigen Strom-Emissionen im 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 Szenario auswirkt. Gleichwohl wird im 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 der Stadt Hann. Münden darzustellen, werden zusätzlich die Potenziale für die erneuerbaren Energien dargelegt.

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.

## 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.

### **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 CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### **Endenergie**

unterscheidet sich von der Primärenergie durch die in Umwandlungs- und Transportvorgängen (z. B. bei der Stromerzeugung) verlorene Energiemenge, und steht den Verbraucher\*innen 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**

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 (CO<sub>2</sub>) 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 [9] 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 durch die 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 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“. [19] Das bedeutet, neben THG-Emissionen und Aufnahmen (durch Senken) fließen hier auch Albedo-Änderungen (z. B. durch Schmelzen von Eis und Schnee) und Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte (durch den Luftverkehr) mit ein.

### **Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)**

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 ausschlagsfähiger 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.

### **Megawatt (MW)**

1 Megawatt entspricht 1.000.000 Watt. Allgemein wird die Leistung von Kraftwerken und Turbinen zur Stromerzeugung in Megawatt angegeben.

### **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. H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>), 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 (ST)**

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 (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) – 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 CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>-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“ [19]. 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 CO<sub>2</sub> 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.

### **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

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> -Äq	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
EAM	EAM Netz GmbH
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FCKW	Fluorkohlenwasserstoffe
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GHD	Gebäude, Handel, Dienstleistungen
H <sub>2</sub>	Wasserstoff
HH	Haushalte
ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
IND	Industrie
KSG	Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land Use Change and Forestry)
MaStR	Marktstammdatenregister
MOB	Mobilität
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
VHM	Versorgungsbetriebe Hann. Münden GmbH

## Abbildungen

Abbildung 1   Bilanzierungsmethodik nach dem Territorialprinzip für die Stadt Hann. Münden.....	4
Abbildung 2   Treibhausgas-Emissionen in Deutschland seit 1990 und Treibhausgas-Minderungsziele gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) (target GmbH nach [11]) .....	7
Abbildung 3   Abgrenzung des Begriffs Potenzial.....	14

## Tabellen

Tabelle 1   Emissionsfaktoren der wichtigsten Energieträger für die Erstellung der Treibhausgas-Bilanz für die Stadt Hann. Münden [4].....	5
Tabelle 2   Übersicht über die Datenquellen und die entsprechenden Datengüte der verwendeten Energieträger im stationären Bereich .....	10
Tabelle 3   Übersicht über die Datenquellen und die entsprechenden Datengüte der verwendeten Energieträger im Verkehrssektor .....	11

## 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] Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und –strategien GmbH (IINAS), „GEMIS Modell und Datenbasis, Version 5.0,“ Darmstadt, 2021.
- [4] 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/>.
- [5] B. Burger, „Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2021,“ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, 2022.
- [6] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), „Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage,“ Berlin, 2018.
- [7] Versorgungsbetriebe Hann. Münden GmbH, „Tarife,“ [Online]. Available: <https://www.versorgungsbetriebe.de/de/Energie/Strom/Tarife/>. [Zugriff am 14 November 2023].
- [8] Umweltbundesamt, „Treibhausgas-Emissionen in Deutschland,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung>.
- [9] Agora Energiewende, „Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2021. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2022,“ Berlin, 2022.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] B. Böhm, U. Kubersky, N. Leiner, B. Siepe und C. Stimpel, „Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Göttingen und kreisangehörige Kommunen. Band 2 | Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Städte, Gemeinden und Samtgemeinden,“ Landkreis Göttingen, Hannover, 2013.

- [13] U. Weiß und D. M. Pehnt, „Marktanalyse Heizstrom,“ Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg, 2013.
- [14] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) (Stand: Februar 2023),“ Berlin, 2023.
- [15] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, „Regionaldatenbank Deutschland,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>. [Zugriff am 14 11 2023].
- [16] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>.
- [17] Energieagentur Region Göttingen e.V., „Solardachkataster Südniedersachsen,“ Geoplex GIS GmbH, [Online]. Available: <https://solardachkataster-suedniedersachsen.de/>. [Zugriff am 09 02 2023].
- [18] Öko-Institut e.V., Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, IREES GmbH, Thünen-Institut, „Projektionsbericht 2021 für Deutschland,“ 2021.
- [19] International Panel on Climate Change, „Annex I: Glossary. In: Global Warming of 1.5°C.,“ Cambridge, UK and New York, 2018.