Endbericht: Klimaneutrale Fernwärme

Analyse von klimaneutralen Fernwärme-Produkten und deren zertifizierte Anrechenbarkeit im betrieblichen (universitären) CO_2-Accounting

Im Zeitraum Jänner 2024 bis März 2025

April 2025

Simon Moser (Projektleitung)

Anja Gahleitner

Magdalena Pflügl

Eine Studie des Energieinstituts an der Johannes Kepler Universität Linz, beauftragt durch die Johannes Kepler Universität Linz und die Linz Strom Gas Wärme GmbH.

Inhaltsverzeichnis

1 GRAPHICAL ABSTRACT ... 3

2 EINLEITUNG ... 4

2.1 HINTERGRUND ... 4

2.2 ZIEL UND METHODE ... 4

2.3 ALLGEMEINES ZUR BEWERTUNG VON EMISSIONEN ... 5

3 BEWERTUNGSMÖGLICHKEITEN IM STATUS QUO ... 6

3.1 RECHTLICHE UND POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN ... 6

3.2 KENNZAHLEN ZUR BEWERTUNG VON FERNWÄRME ... 7

3.3 ALLOKATIONSANSÄTZE – KWK-ANLAGEN ... 11

3.4 BEWERTUNGSMETHODEN FÜR FERNWÄRME ... 23

3.5 BEWERTUNGSMETHODEN FÜR FERNWÄRME IN DER PRAXIS ... 32

4 ANERKENNUNG IM ÜBLICHEN CO_2-ACCOUNTING ... 43

4.1 METHODEN ... 44

4.2 BESTEHENDE STANDARDS UND REGULATORISCHE ANFORDERUNGEN ... 45

4.3 CO_2-BILANZ: THG-BRUTTOEMISSIONEN SCOPE 2 NACH ESRS ... 54

4.4 CO_2-BILANZ: PARAMETER DER ANERKENNUNG LT. GHG-PROTOKOLL ... 55

4.5 ABGRENZUNG ZUM EMISSIONSHANDELSSYSTEM (EU-ETS) ... 65

4.6 SPEZIFIKA DES CLIMCALC-TOOLS ... 66

5 KLIMANEUTRALE FERNWÄRME-PRODUKTE IN DER DACH-REGION ... 72

5.1 KLIMANEUTRALE FERNWÄRME-PRODUKTE ... 72

5.2 HERKUNFTSNACHWEISSYSTEM-STUDIE DES HAMBURG INSTITUTS ... 96

5.3 ÜBERTRAGBARKEIT AUS DEM STROMMARKT ... 106

5.4 PRODUKTVORSCHLÄGE AUF BASIS DER RECHERCHE ... 111

6 ZERTIFIZIERUNG UND ANERKENNUNG ... 114

6.1 TÜV SÜD ... 114

6.2 TÜV NORD CERT ... 115

6.3 TÜV NORD AUSTRIA ... 116

6.4 TÜV AUSTRIA ... 117

6.5 NATURMADE ... 117

6.6 ÜBERBLICK ZERTIFIZIERUNG WÄRME, CO_2-FUßABDRUCK UND KLIMANEUTRALITÄT ... 119

6.7 EXKURS: ZERTIFIZIERUNG VON KLIMASCHUTZPROJEKTEN ... 119

6.8 VERGLEICHBARE ANERKENNUNGSMETHODEN: KLIMALABELS ... 120

6.9 ERKENNTNIS 121
ANHANG 122
LITERATURVERZEICHNIS 123

1 Graphical Abstract

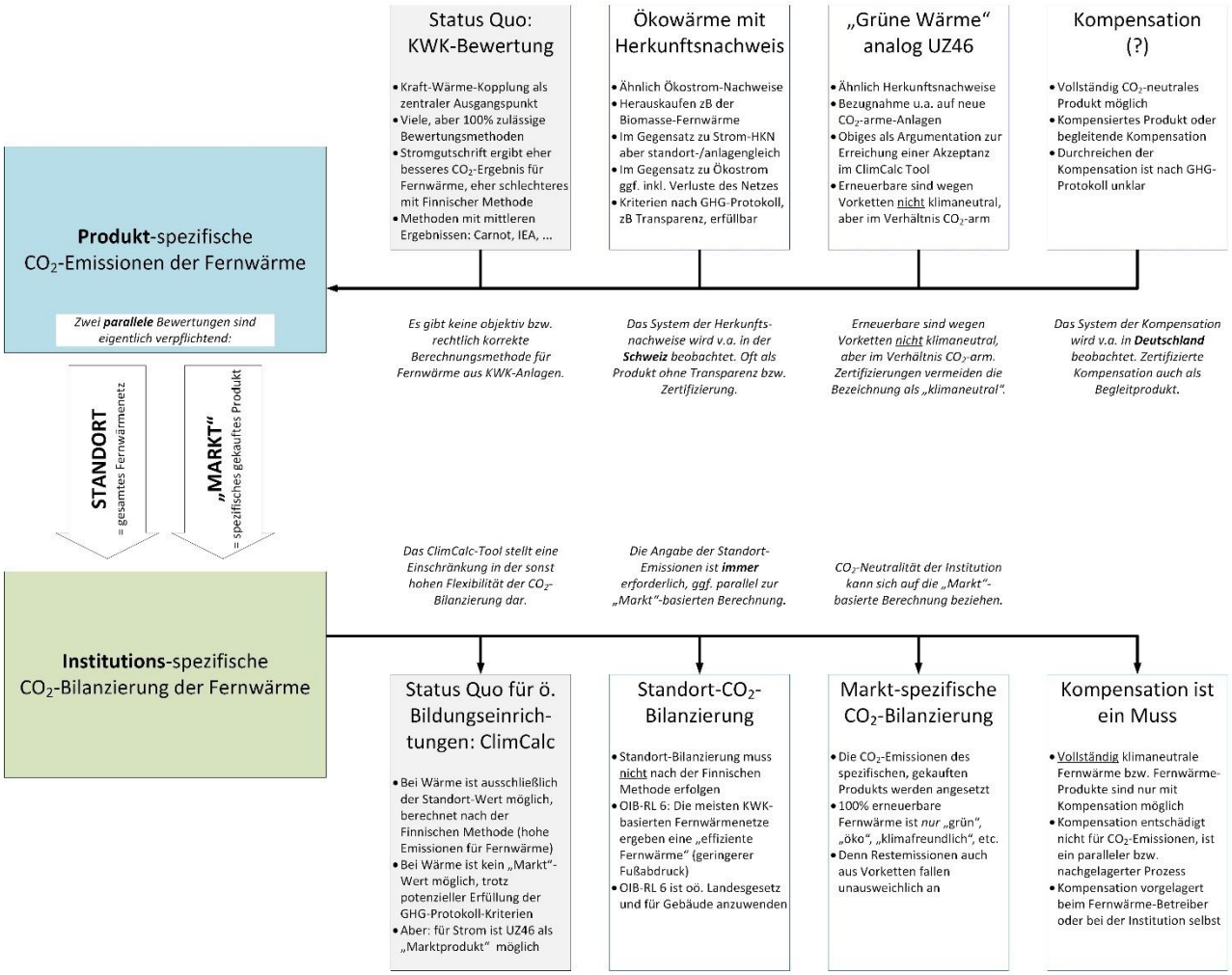


Abbildung 1: Graphische Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse der vorliegenden Studie. Quelle: Eigene Zusammenstellung.

2 Einleitung

Die Aufbringung der Fernwärme hat in Übereinstimmung mit dem Green Deal der Europäischen Union bzw. dem Pariser Klimaabkommen langfristig CO_2-neutral zu erfolgen. Gerade für so große Systeme wie die Fernwärme dauert der Transformationsprozess einige Jahre. Die CO_2-neutrale Aufbringung der Fernwärme stellt also insbesondere kurzfristig eine Herausforderung dar, aber auch die ausschließliche Nutzung erneuerbarer Energieträger vermeidet die Emissionen nicht vollständig, weil Emissionen der Lieferkette zugeordnet werden müssen. Mit erneuerbaren Energien hergestellte Fernwärme ist also nicht mit CO_2-neutraler Fernwärme gleichzusetzen, und entsprechende Produkte sind vielfältigen Kriterien unterworfen – von der Berechnung über die Transparenz bis zur externen Zertifizierung. Auf der anderen Seite stehen Unternehmen und Institutionen, welche verpflichtend oder freiwillig eine CO_2-Bilanzierung durchführen und welche Klarheit über die Vorgangsweise bzw. die Integration der Fernwärme in ihre Scopes erhalten wollen.

Das Projekt soll zur Klärung beitragen, wie in Theorie und Praxis des betrieblichen und produktbezogenen CO_2-Accountings eine mit möglichst wenig CO_2-Emissionen verbundene Fernwärmelieferung erfolgen kann.

2.1 Hintergrund

Die Johannes Kepler Universität Linz (JKU) hat sich in ihrer Leistungsvereinbarung mit dem Bund dazu verpflichtet, bis 2030 klimaneutral zu sein. Das Energieinstitut an der JKU hat die JKU bei der Erstellung einer Roadmap unterstützt und begleitet die JKU aktuell beim CO_2-Accounting. Erste Analysen für eine CO_2-Bilanz haben gezeigt, dass im Bereich des Energiebezugs die Fernwärme einen signifikanten Beitrag zu den Emissionen beitragen wird, auch weil in den bisherigen Versionen des Bilanzierungstools „ClimCalc“, das speziell für Universitäten und Bildungseinrichtungen entwickelt wurde, ein hoher Emissionsfaktor für die Fernwärme der Linz AG hinterlegt ist. Beide Auftraggeber haben Interesse daran, ein Produkt mit wenigen Emissionen anbieten zu können bzw. zu beziehen, und die Studie soll einen Beitrag leisten, die Erfordernisse und Möglichkeiten dafür aufzuzeigen.

2.2 Ziel und Methode

Es ist nicht eindeutig, wie Fernwärme zu bewerten ist und welche Emissionen zuzurechnen sind; das Spektrum an Bewertungsmöglichkeiten wird daher dargestellt (Kapitel 2). Als zweiter Schritt wird geklärt, welche Produktvariationen und/oder Maßnahmen im Rahmen der Vorgaben zum CO_2-Accounting anerkannt werden (Kapitel 3). Klimaneutrale Fernwärme-Produkte: Ergänzend werden andere Maßnahmen oder klimaneutrale Fernwärme-Produkte analysiert, welche eine Verringerung des Fußabdrucks bewirken (Kapitel 4). Abschließend sollen gängige Methoden der Zertifizierung diskutiert werden (Kapitel 5).

Methodisch werden Literaturrecherche und Interviews mit Expert:innen von Fernwärmenetzen, Wirtschaftsprüfungs- und Zertifizierungsinstitutionen angewandt bzw. durchgeführt; die detaillierte Vorgangsweise wird am Anfang der jeweiligen Kapitel erläutert.

2.3 Allgemeines zur Bewertung von Emissionen

Emissionen können auf unterschiedliche Art bewertet werden, je nachdem welche Systemgrenzen und Emissionsquellen berücksichtig werden. In der Energiewirtschaft bzw. der Fernwärme werden meistens die direkten Emissionen (Scope 1) sowie die indirekten, vorgelagerten Emissionen (Scope 2 und 3), die z.B. bei der Herstellung und dem Transport von Energieträgern entstehen, betrachtet. Die Einteilung der Treibhausgasemissionen in Scope 1, 2 und 3 ist in Abbildung 2 dargestellt und basiert auf dem *Greenhouse Gas Protocol* (World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, 2004). Die Wahl der Systemgrenzen, ob z.B. nur einzelne Anlagen, das ganze Wärmenetz oder der gesamte Lebenszyklus betrachtet werden, sowie der Zweck der Bewertung, etwa im Rahmen von Energieausweisen oder Treibhausgasbilanzen, haben wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Bewertung.

Um die Emissionen der verschiedenen Treibhausgase wie Methan (CH_4) oder Lachgas (N_2O) besser vergleichen zu können werden diese häufig in sogenannten CO_2-Äquivalenten (CO_{2eq}) angegeben. Dabei wird die Klimawirkung eines Gases in Relation zur Wirkung von Kohlendioxid (CO_2) gesetzt (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007).

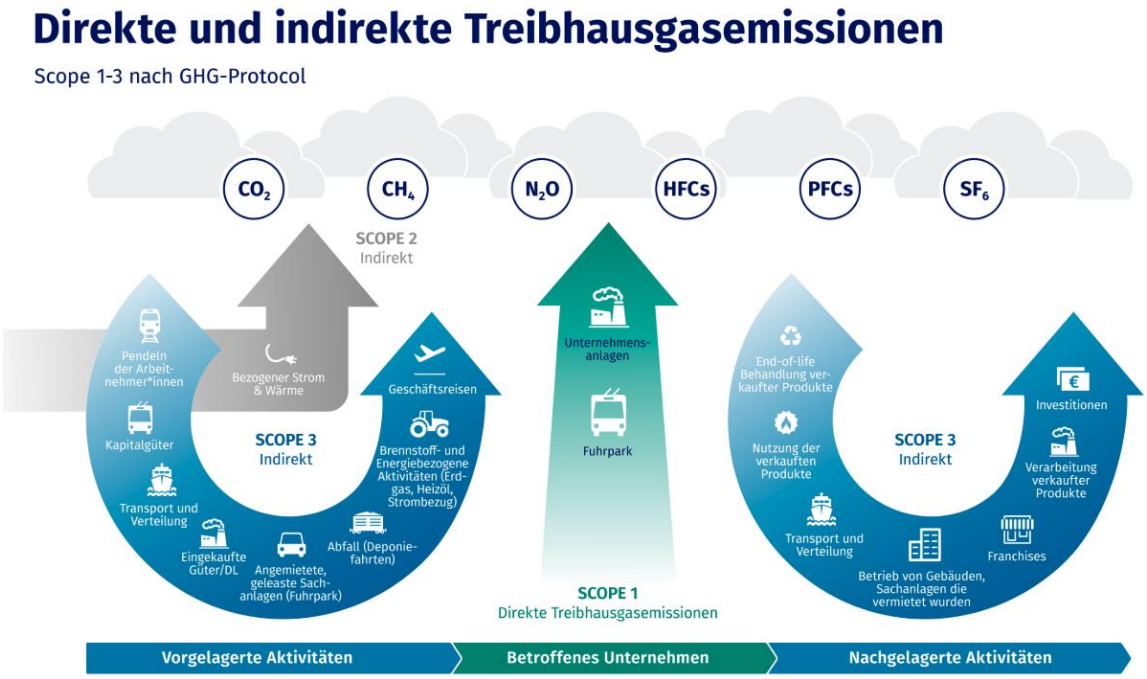


Abbildung 2: Direkte und indirekte Treibhausgasemissionen. Scope 1-3 nach GHG-Protokoll. Quelle: (Wien Energie GmbH, 2025).

3 Bewertungsmöglichkeiten im Status Quo

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über bestehende Möglichkeiten der Bewertung der Emissionen von Fernwärme. Neben den rechtlichen Rahmenbedingungen werden die wichtigsten Kennzahlen zur Bewertung der Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit von Fernwärmesystemen beschrieben. Ein zentrales Thema dieses Kapitels ist die Allokation von Emissionen bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen). Dazu werden verschiedene Methoden zur Aufteilung von Emissionen auf die erzeugten Produkte Strom und Wärme verglichen. Weiters werden relevante Bewertungsmethoden in Österreich sowie die Bewertung von Fernwärme in der Lebenszyklusanalyse (LCA) vorgestellt. Abschließend wird anhand von Beispielen gezeigt, wie österreichische Energieversorger ihre Fernwärme-Produkte in der Praxis bewerten.

Methode: Im Rahmen von Internetrecherchen und Interviews mit österreichischen Fernwärmeanbietern wurden die in der Praxis verwendeten Bewertungsmethoden analysiert. Es wurden fünf leitfadengestützte Interviews mit Fernwärmeversorgen aus Österreich geführt. Eine Liste der geführten Interviews ist im Anhang zu finden. Der Fokus lag dabei auf dem Produktportfolio, den angewandten Bewertungsmethoden und bestehende Zertifizierungen.

3.1 Rechtliche und politische Rahmenbedingungen

Die Bewertung von Fernwärmesystemen wird durch verschiedene europäische und nationale Regelungen bestimmt. Diese bilden nicht nur den rechtlichen Rahmen für die energetische Bewertung, sondern legen auch Kriterien für die Berechnung von Emissionen und die Förderung erneuerbarer Energien fest und sind für Fernwärmeanbieter von großer Bedeutung.

3.1.1 Europäische Union

Auf europäischer Ebene sind besonders drei Richtlinien relevant, die auch auf nationaler Ebene umgesetzt werden müssen.

Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Renewable Energy Directive – RED II): Die Richtlinie 2018/2001/EU legt verbindliche Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien fest. Für Fernwärme ist vor allem Artikel 24 relevant. Dort ist geregelt, dass Endverbraucher:innen Informationen über die Energieeffizienz sowie den Anteil erneuerbarer Energien in Fernwärme- und Fernkältesystemen erhalten müssen (Richtlinie 2018/2001/EU).

Energieeffizienz-Richtlinie (EED – Energy Efficiency Directive): Die überarbeitete Richtlinie 2023/1791/EU, die die vorherige Richtlinie 2012/27/EU ersetzt, legt strengere Anforderungen zur Steigerung der Energieeffizienz in der EU fest und definiert unter anderem, wann ein Fernwärme- oder Fernkältesystem als effizient gilt. In Artikel 24 werden Effizienzkriterien genannt, die sich auf den Anteil erneuerbarer Energien, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) beziehen (Richtlinie 2023/1791/EU).

Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD): Die Richtlinie 2010/31/EU legt Anforderungen an die energetische Bewertung von Gebäuden fest. Im Zusammenhang mit Fernwärme wird empfohlen, technische Normen des Europäischen Komitees für Normung (CEN) zu verwenden, um

ökologische Kennzahlen wie Primärenergiefaktoren und CO_2-Emissionen zu ermitteln (Richtlinie 2010/31/EU).

Andere europäische Richtlinien wie die Corporate Social Responsibility Directive (CSRD) sind indirekt relevant, aber nicht konkret auf die Bewertung der Fernwärme als produziertes Produkt anzuwenden.

3.1.2 Nationale Ebene

Die europäischen Richtlinien werden in Österreich auf nationaler Ebene durch spezifische Gesetze und Normen umgesetzt.

Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG): Das EAG regelt den Ausbau erneuerbarer Energien in Österreich. Laut § 88 Abs. 1 des EAG müssen Betreiber größerer Fernwärme- oder Fernkälteanlagen (ab 250 Kund:innen oder 3 GWh Jahresabsatz) jährlich offenlegen, wie sich ihre eingesetzten Primärenergieträger zusammensetzen. Dabei ist eine prozentuale Aufschlüsselung in erneuerbare Energie, Abwärme, fossile Energie und sonstige Energie erforderlich (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2023).

OIB-Richtlinie 6 und nationale Normen: Die OIB-Richtlinie 6 regelt die energetischen Anforderungen an Gebäude, einschließlich der Verwendung von Fernwärme. Sie basiert auf der europäischen Richtlinie EPBD. Für die Berechnung von Primärenergie- und Emissionsfaktoren können auch nationale Normen, wie die ÖNORM EN 15316-4-5, verwendet werden (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023; Österreichisches Normungsinstitut, 2017).

3.2 Kennzahlen zur Bewertung von Fernwärme

Zur Bewertung der Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit von Fernwärmesystemen werden verschiedene technische und ökologische Kennzahlen verwendet. Besonders relevant sind dabei der **Primärenergiefaktor (PEF)**, der die Effizienz des eingesetzten Energieträgers bewertet, sowie die **Emissionsfaktoren (EF)**, die zur Bestimmung der Treibhausgas- (THG) bzw. der CO_2-Emissionen herangezogen werden. Weitere wichtige Kennzahlen sind die **Anteile erneuerbarer Energien** und **Abwärme**, die Auskunft über die Nachhaltigkeit des Fernwärmesystems geben.

Diese Kennzahlen werden nach dem Prinzip „ein Netz = ein Faktor“ einheitlich für das gesamte Fernwärmenetz berechnet. Das bedeutet, dass alle bestehenden und neu angeschlossenen Gebäude den gleichen Wert erhalten. Dieser wird auf Basis der gesamten Wärmeerzeugung und aller angeschlossenen Abnahmestellen im Netz ermittelt (Styles u. a., 2022).

3.2.1 Primärenergiefaktor

Der Primärenergiefaktor (PEF) dient zur Bewertung der Gesamteffizienz von Energiesystemen. Im Bereich der Fernwärme beschreibt er das Verhältnis zwischen der eingesetzten Primärenergie und der tatsächlich nutzbaren Wärmemenge, die bei den Endverbraucher:innen ankommt. In der Berechnung werden sowohl der Brennstoffeinsatz als auch Verluste bei der Erzeugung und Verteilung über das Fernwärmenetz berücksichtigt.

Außerdem wird berücksichtigt, ob die Wärme in einer reinen Wärmeerzeugungsanlage oder in einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK-Anlage) erzeugt wurde. Im Falle von KWK-Anlagen muss die eingesetzte Energie anteilig zwischen Strom und Wärme aufgeteilt werden. In der europäischen Norm EN 15316-4-5 (Comité Européen de Normalisation, 2017) sind Berechnungsmethoden sowie Standardwerte zur Ermittlung des PEF enthalten (Toleikyte, Jimenez Navarro, & Carlsson, 2023).

3.2.2 CO_2-Emissionsfaktoren

Der CO_2-Emissionsfaktor für Fernwärme gibt an, wie viel CO_2 pro gelieferte Wärmeeinheit (z.B. pro MWh) emittiert wird. Dieser Faktor ist wichtig für die Bewertung der Klimaauswirkungen eines Fernwärmesystems und wird von verschiedenen Aspekten beeinflusst, wie der Art der eingesetzten Brennstoffe, der Effizienz der Wärmeproduktion und -verteilung sowie der verwendeten Technologie. Er berücksichtigt sowohl die direkten Emissionen der Wärmeerzeugung als auch Verluste, die während des Transports und der Verteilung der Fernwärme auftreten. Standardisierte Werte für den CO_2-Emissionsfaktor sind in Normen wie der EN 15316-4-5 festgelegt. Es kann jedoch auch eine detaillierte Berechnung je nach Fernwärmesystem und Verwendungszweck, z.B. für die Erstellung von Klimabilanzen oder für die Ökobilanzierung von Gebäuden oder Produkten, erforderlich sein.

Grundsätzlich können CO_2-Emissionsfaktoren von Energieträgern nach zwei Ansätzen berechnet werden:

1. **Direkter Emissionsansatz**: Berücksichtigt nur die Emissionen, die direkt bei der Verbrennung von Brennstoffen zur Wärmeerzeugung entstehen (z. B. CO_2-Emissionen beim Verbrennen von Erdgas in einem Heizkessel).
2. **Lebenszyklusansatz:** Hier werden zusätzlich vorgelagerte Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette des Energieträgers einbezogen, z.B. durch Förderung, Verarbeitung und Transport. Indirekte Emissionen, die durch die Wärmebereitstellung verursacht werden, aber außerhalb der eigentlichen Prozesskette entstehen, werden häufig nicht berücksichtigt, da die Systemgrenzen schwer zu definieren sind. Nachgelagerte Emissionen, die etwa durch die Entsorgung oder das Recycling entstehen, können ebenfalls je nach Systemgrenze in die Analyse einbezogen oder ausgeschlossen werden.

Im Rahmen des EU- und Globalen Bürgermeisterkonvents (Covenant of Mayors, CoM) für Klima und Energie stellt das Joint Research Centre der Europäischen Kommission aktualisierte Emissionsfaktoren für energiebedingte Treibhausgasemissionen zur Verfügung. Dieses Datenset enthält überarbeitete CoM-Emissionsfaktoren für die lokale Energienutzung sowie für die lokale Stromerzeugung. Die Emissionsfaktoren werden basierend auf zwei methodischen Ansätzen ermittelt. Der erste ist der aktivitätsbasierte Ansatz nach den IPCC-Richtlinien (Intergovernmental Panel on Climate Change). Dabei wird zum einen ein Emissionsfaktor für reine CO_2-Emissionen angegeben und zum anderen ein Emissionsfaktor für Treibhausgasemissionen, der neben CO_2 auch Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) berücksichtigt. Der zweite Ansatz ist der Lebenszyklusansatz (Life Cycle – LC). Es wird ein Emissionsfaktor ermittelt, der ebenfalls die Treibhausgase CO_2, CH_4 und N_2O umfasst, jedoch zusätzlich auch die vorgelagerten Emissionen entlang der Lieferkette berücksichtigt. Die

Lebenszyklusdaten basieren auf europäischen Durchschnittswerten. In Tabelle 1 und Tabelle 2 sind die Emissionsfaktoren verschiedener nicht-erneuerbarer und erneuerbarer Energiequellen dargestellt (European Commission, Joint Research Centre, Bastos, Monforti-Ferrario, & Melica, 2024).

Tabelle 1: Emissionsfaktoren für die lokale Nutzung nicht-erneuerbarer Energiequellen. Quelle: Eigene Zusammenstellung basierend auf Daten der Europäischen Kommission und des Joint Research Centre (European Commission u. a., 2024).

Energiequelle		Aktivitätsbasierter Ansatz IPCC		Lebenszyklus (LC)-Ansatz
SECAP-Kategorie*	**IPCC-Kategorie**	**CO_2 [t CO_2/MWh]**	**THG [t CO_{2eq}/MWh]**	**THG [t CO_{2eq}/MWh]**
Erdgas	Erdgas	0,202	0,202	0,261
Flüssiggas	Flüssiggas (LPG)	0,227	0,227	0,311
	Flüssige Erdgasprodukte (NGL)	0,231	0,232	0,339
Heizöl	Gas-/Dieselkraftstoff	0,267	0,268	0,340
Diesel	Gas-/Dieselkraftstoff	0,267	0,268	0,349
Benzin	Ottokraftstoff	0,249	0,250	0,333
Braunkohle	Braunkohle	0,364	0,365	0,373
Steinkohle	Anthrazit	0,354	0,355	0,404
	Sonstige Steinkohle	0,341	0,342	0,392
	Magerkohle	0,346	0,348	0,416
Andere fossile Brennstoffe	Torf	0,382	0,383	0,388
	Hausmüll (nicht-biogene Fraktion)	0,330	0,337	0,346

* Die SECAP-Kategorie bezieht sich auf die Systematik im Rahmen des „Sustainable Energy and Climate Action Plan“ (SECAP), den Kommunen im Rahmen des EU Covenant of Mayors (CoM) erstellen.

Tabelle 2: Emissionsfaktoren für erneuerbare Energiequellen. Quelle: Eigene Zusammenstellung basierend auf Daten der der Europäischen Kommission und des Joint Research Centre (European Commission u. a., 2024).

Energiequelle		Kohlenstoff-neutralität	Aktivitätsbasierter Ansatz IPCC		Lebenszyklus (LC)-Ansatz
SECAP-Kategorie	IPCC-Kategorie	cn = carbon neutrality ncn = non carbon neutrality	CO_2 [t CO_2/MWh]	THG [t CO_2/MWh]	THG [t CO_2/MWh]
Pflanzenöl	Andere flüssige Bio-Kraftstoffe	cn	0,000	0,001	0,147
		ncn	0,287	0,287	-
Bio-Kraftstoff	Bio-Benzin	cn	0,000	0,001	0,057
		ncn	0,255	0,256	-
	Biodiesel	cn	0,000	0,001	0,264
		ncn	0,255	0,256	-
Andere Biomasse	Holz / Holzabfälle	cn	0,000	0,007	0,015
		ncn	0,403	0,410	-
	Hausmüll (Biomasseanteil)	cn	0,000	0,007	0,017
		ncn	0,360	0,367	-
	Andere primäre feste Biomasse	cn	0,000	0,007	0,022
		ncn	0,360	0,367	-
	Biogas	cn	0,000	0,000	0,025
		ncn	0,197	0,197	-
Solarthermie	-	-	0,000	0,000	0,020
Geothermie	-	-	0,000	0,000	0,083

Fossile Energieträger wie Erdgas, Kohle oder Heizöl verursachen in der Regel höhere CO_2-Emissionen, sowohl nach dem aktivitätsbasierten Ansatz als auch nach dem LC-Ansatz. Erneuerbare Energiequellen wie Solarthermie oder Geothermie haben beim direkten Emissionsansatz einen Emissionsfaktor von Null, da bei der Wärmebereitstellung keine Emissionen entstehen. Beim LC-Ansatz ist der Emissionsfaktor etwas höher, da Materialien für die Installation oder Wartung verwendet werden. Für Biobrennstoffe können zwei

Alternativen in Betracht gezogen werden: Kohlenstoffneutralität (cn) und Nicht-Kohlenstoffneutralität (ncn). Entweder werden Biobrennstoffe als CO_2-neutral betrachtet oder ihr Kohlenstoffgehalt wird berücksichtigt, wobei der Emissionsfaktor um die Kohlenstoffaufnahme (z.B. durch Pflanzenwachstum) korrigiert werden kann. Die Wahl des Ansatzes wirkt sich auf die Berechnung der Emissionen aus (Toleikyte u. a., 2023).

3.2.3 Anteil an erneuerbaren Energien und Abwärme

Der Anteil erneuerbarer Energien an der Fernwärmeversorgung beschreibt das Verhältnis zwischen von Wärme aus erneuerbaren Quellen zur gesamt bereitgestellten Wärme. Zu den erneuerbaren Energiequellen zählen nachhaltige Biobrennstoffe und Biokraftstoffe, Umgebungswärme (Luft, Wasser, Erde), Solarthermie und Geothermie. Der Anteil an Abwärme in Fernwärmenetzen bezieht sich auf die Menge an Abwärme, die in ein thermisches Netz eingespeist wird, im Verhältnis zur gesamt bereitgestellten Energie im Netz. Abwärme wird als unvermeidbare Wärme definiert, die als Nebenprodukt in Industrieanlagen oder bei der Stromerzeugung entsteht und ohne ein Fernwärme- oder Fernkältesystem ungenutzt in die Luft oder ins Wasser abgegeben werden würde. Beide Kennzahlen geben Auskunft über die Zusammensetzung des Brennstoffmixes. Sie sind wichtig im Rahmen von Artikel 24 der RED II und für die Festlegung von effizienten Fernwärme- und Fernkältesystemen, wie es in Artikel 2 der EED definiert ist (Toleikyte u. a., 2023).

3.2.4 Effiziente Fernwärme und -kälte

Gemäß Artikel 24 der EED (2023/1791) gilt ein Fernwärme- oder Fernkältesystem als effizient, wenn es mindestens 50 % erneuerbare Energien, 50 % Abwärme, 75 % KWK-Wärme oder eine Kombination dieser Quellen nutzt. Ab 2028 gelten strengere Anforderungen für effiziente Fernwärme- und Fernkältesysteme, die mindestens 50 % erneuerbare Energien, 50 % Abwärme und 80 % hocheffiziente KWK-Wärme nutzen müssen, oder eine Kombination dieser Quellen mit mindestens 5 % erneuerbaren Energien. Ab 2050 dürfen nur noch erneuerbare Energien und/oder Abwärme im System verwendet werden. Anhang III der EED legt außerdem die Kriterien für hocheffiziente KWK fest. Ein zentraler Aspekt ist der CO_2-Benchmark von maximal 270 g CO_2 pro kWh aus kombinierter Energieerzeugung für neue und modernisierte KWK-Anlagen. Für Bestandsanlagen gilt dieser CO_2-Benchmark ab 2034. Zusätzlich müssen hocheffiziente KWK-Anlagen eine Primärenergieeinsparung von mindestens 10 % im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme erzielen (AGFW, 2025a).

3.3 Allokationsansätze – KWK-Anlagen

In KWK-Anlagen werden aus einem gemeinsamen Brennstoffeinsatz gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Diese gekoppelte Erzeugung führt dazu, dass die eingesetzte Energie und die daraus resultierenden Emissionen nicht eindeutig einem der beiden Produkte zugeordnet werden können. Für die Bewertung von Fernwärme, z.B. für Energieausweise oder CO_2-Bilanzen, ist jedoch eine eindeutige Zuordnung der eingesetzten Primärenergie und der Emissionen erforderlich. Dieser Prozess der Aufteilung des Energieeinsatzes und der Emissionen auf die erzeugten Produkte wird als Allokation bezeichnet. In der Praxis gibt es verschiedene Methoden, um den Brennstoffeinsatz und die Emissionen zwischen Strom- und Wärmeerzeugung aufzuteilen (Toleikyte u. a., 2023). Diese Ansätze führen jedoch zu

unterschiedlichen Ergebnissen. Eine einheitliche, standardisierte Berechnungsmethode existiert bisher nicht und es besteht keine Einigkeit darüber, welche Methode am besten geeignet ist (Buchenau, Hannen, Holzapfel, Finkbeiner, & Hesselbach, 2023).

3.3.1 Überblick über die wichtigsten Allokationsmethoden

In einer Studie von Buchenau et al. (2023) wurden die in der Literatur am häufigsten genannten Allokationsmethoden zur Zuordnung von CO_2-Emissionen analysiert (Buchenau u. a., 2023). Basierend auf dieser Studie werden die wichtigsten Methoden im Folgenden beschrieben. Die Bezeichnungen der Methoden werden in Englisch angegeben, ergänzt durch die entsprechenden deutschen Bezeichnungen aus anderen wissenschaftlichen Arbeiten (Brautsch & Lechner, 2013; Mauch, Corradini, Wiesemeyer, & Schwentzek, 2010). Eine zusammenfassende Übersicht der wichtigsten Allokationsmethoden ist in Tabelle 6 dargestellt.

Grundsätzlich lassen sich Allokationsmethoden in zwei Hauptkategorien unterteilen. Es gibt Methoden, die auf der bereitgestellten Energiemenge basieren und Methoden, die einen Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme anstellen. Darüber hinaus gibt es weitere Methoden, die nicht auf physikalischen Eigenschaften basieren, z.B. die ökonomische Allokation oder eine vertraglich festgelegte Aufteilung (Buchenau u. a., 2023). Im Folgenden werden die einzelnen Allokationsmethoden im Detail beschrieben.

3.3.1.1 Allokationsmethoden basierend auf bereitgestellten Energiemenge

Bei der *energetischen Methode* oder *IEA-Methode* (englisch *Energy Method)* werden die CO_2-Emissionen proportional zu den erzeugten Energiemengen auf die beiden Produkte Strom und Wärme aufgeteilt (Brautsch & Lechner, 2013). Die Berechnung bewertet die beiden Produkte entsprechend ihrem Anteil an der gesamten KWK-Effizienz. Das bedeutet, dass das Produkt mit dem höheren Wirkungsgrad und damit dem höheren Output-Anteil auch einen größeren Anteil an Emissionen erhält. Diese Methode wird häufig verwendet, da sie einfach zu berechnen ist. Ein Problem der energetischen Methode ist jedoch, dass sie nur die Menge, aber nicht die Qualität der Energie berücksichtigt. Da die unterschiedlichen Arbeitsfähigkeiten von Wärme und Strom nicht einbezogen werden, führt diese Methode dazu, dass der Stromerzeugung weniger Emissionen zugeordnet werden (Buchenau u. a., 2023).

Die *Wirkungsgradmethode* (englisch *Efficiency Method)* hat Ähnlichkeiten mit der energetischen Methode, jedoch erfolgt die Aufteilung der Emissionen umgekehrt. Bei dieser Methode werden die Wirkungsgrade von Wärme und Strom dem jeweils anderen Produkt zugeordnet. Das bedeutet, dass das Produkt mit dem niedrigeren Wirkungsgrad einen höheren Anteil an Emissionen erhält. Da Wärme in KWK-Anlagen meist mit einem höheren Wirkungsgrad erzeugt wird als Strom, führt diese Methode zu einer weniger starken Bevorzugung der Stromerzeugung im Vergleich zur energetischen Methode (Buchenau u. a., 2023).

Die *Arbeitswertmethode* oder *Brennstoffmehraufwandmethode* (englisch *Electricity Reduction Method)* wird vor allem bei Dampfkraftwerken mit Entnahme-Kondensationsturbinen angewendet. Sie basiert auf dem Prinzip, dass durch die Wärmeauskopplung die elektrische Leistung verringert wird. Dieser Verlust wird mithilfe der Stromverlustkennzahl erfasst und bei der Aufteilung der Emissionen berücksichtigt (Brautsch & Lechner, 2013). Bei der Berechnung wird nur der Teil der Wärmeenergie betrachtet, der ohne Wärmentnahme für die

Stromerzeugung genutzt werden könnte. Da für die zusätzliche Wärmeerzeugung mehr Brennstoff benötigt wird, folgt diese Methode dem Verursacherprinzip (Buchenau u. a., 2023). Diese Methode wird auch im CEN/CENELEC Workshop Agreement CWA 45547:2004 - Manual for determination of Combined Heat and Power (CHP) (CEN/CENELEC Workshop Agreement, 2004) erwähnt. Die Organisationen CEN (Europäisches Komitee für Normung) und CENELEC (Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung) sind für die Entwicklung und Vereinheitlichung technischer Standards in Europa zuständig.

Die *exergetische Methode* oder *Carnot-Methode* (englisch *Exergy Method)* berücksichtigt nicht nur die Menge der erzeugten Energie, sondern auch die Qualität. Dabei werden die Exergie und die Energie miteinander in Beziehung gesetzt. Während Strom vollständig in Arbeit umgewandelt werden kann und daher eine Exergie von Eins hat, ist der Exergieanteil von Wärme niedriger, da Wärme nicht vollständig in nutzbare Arbeit umgewandelt werden kann. Die Exergie von Wärme wird durch den Carnot-Faktor bestimmt. Der Carnot-Faktor ist ein Maß für die maximale Effizienz, mit der Wärme in Arbeit umgewandelt werden kann, und hängt von der Temperatur der Wärmequelle und der Umgebungstemperatur ab. Diese Methode weist der Wärme weniger Emissionen zu als die energetische Methode (Buchenau u. a., 2023). Sie erfordert jedoch detaillierte Informationen über den KWK-Prozess, wie z.B. die Vor- und Rücklauftemperaturen im Heizungsnetz und die Umgebungstemperaturen (Brautsch & Lechner, 2013). Aus thermodynamischer Sicht wird sie als die fairste Methode zur Aufteilung der Vorteile der KWK-Produktion zwischen Strom und Wärme angesehen (Tereshchenko & Nord, 2015).

Die *Dresden-Methode* (englisch *Dresden Method*) basiert ebenfalls auf einer exergetischen Berechnung, berücksichtigt aber zusätzlich noch einen Qualitätsfaktor, der spezifische Verluste miteinbezieht. Dadurch werden der Wärme noch weniger Emissionen zugeordnet als bei der exergetischen Methode. Die Methode beschreibt, wie der Stromverlust, der durch die Wärmentnahme in der KWK-Anlage entsteht, bewertet wird (Buchenau u. a., 2023).

3.3.1.2 Allokationsmethoden basierend auf der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme

Die *Exergieverlustmethode* (Exergy Loss Method) vergleicht die Exergieverluste einer KWK-Anlage mit denen eines Referenzprozesses. Da die Exergie des benötigten Brennstoffs mit steigenden Verlusten zunimmt, zeigt diese Methode den eingesparten oder zusätzlichen Verbrauch an Brennstoffexergie durch die KWK-Anlage. Auf dieser Basis können die Primärenergie und damit die spezifischen Emissionen den Produkten zugeordnet werden. Dabei wird dem Produkt mit der höheren Exergiemenge bzw. dem Produkt mit geringeren Exergieverlusten die größere Menge an Emissionen zugewiesen (Buchenau u. a., 2023). Bei dieser Methode sind ebenfalls vergleichsweise umfangreiche Informationen über den KWK-Prozess notwendig und sie ist daher eher für die spezifische Analyse einzelner Systeme geeignet (Brautsch & Lechner, 2013).

Die *Restwertmethode*, die *Substitutionsmethode* und die *Verdrängungsmixmethode* zählen zu den sogenannten *Gutschriftenmethoden*. Da die Substitutionsmethode und die Restwertmethode sehr ähnlich sind, werden sie in der Literatur, unter anderem von Brautsch und Lechner, gleichgesetzt. Dabei entspricht die Stromrestwertmethode der

Wärmesubstitutionsmethode und die Wärmerestwertmethode der Stromsubstitutionsmethode (Brautsch & Lechner, 2013).

Die Restwert- und Substitutionsmethoden vergleichen den KWK-Prozess mit einer ungekoppelten Wärme- bzw. Stromerzeugung in einem Referenzprozess, z.B. einem Heizkessel oder dem nationalen Strommix. Bei der Stromrestwertmethode und der Wärmesubstitutionsmethode bzw. Wärmegutschriftmethode werden dabei zunächst die Emissionen einer getrennten Wärmeerzeugung berechnet und die restlichen Emissionen der Stromerzeugung zugeordnet, wodurch sich niedrige spezifische Emissionen für den bereitgestellten Strom ergeben. Bei der Wärmerestwertmethode und der Stromsubstitutionsmethode bzw. Stromgutschriftmethode erfolgt dies umgekehrt, sodass sich niedrigere spezifische Emissionen für die erzeugte Wärme ergeben (Brautsch & Lechner, 2013).

Die *Stromgutschriftmethode* (englisch *Power Substitution Method)* ist in der Praxis weit verbreitet. Dabei wird die Wärme als Hauptprodukt und der Strom als Bonus betrachtet (Tereshchenko & Nord, 2015). Eine Schwäche der Gutschriftenmethoden ist, dass durch die Anrechnung der Gutschrift auf das jeweilige Produkt negative Emissionen entstehen können (Mauch u. a., 2010).

Die *Verdrängungsmixmethode* (englisch *Displacement Mix Method)* ist eine Variante der Stromgutschriftmethode, bei der für die Berechnung des ungekoppelten KWK-Prozesses ein Verdrängungsmix angenommen wird. Dabei wird ermittelt, welche Kraftwerke durch die zusätzliche Stromerzeugung aus KWK-Anlagen verdrängt werden (Buchenau u. a., 2023).

Bei der *Finnischen Methode* (englisch Finnish Method) erfolgt die Aufteilung der Emissionen unter Berücksichtigung der Primärenergieeinsparung gegenüber einer getrennten Erzeugung von Strom und Wärme in einem Referenzsystem. Dabei wird sichergestellt, dass das Referenzsystem dem aktuellen Stand der Technik entspricht, um eine Überschätzung des eingesparten Brennstoffs zu vermeiden. Harmonisierte Wirkungsgrad-Referenzwerte sind in der Delegierte Verordnung 2015/2402/EU zu finden und sollten gemäß der Richtlinie 2012/27/EU verwendet werden. Ein Merkmal der Finnischen Methode ist die gleichmäßige Aufteilung der durch die Kraft-Wärme-Kopplung erzielten Primärenergieeinsparung auf die Produkte Strom und Wärme. Dadurch wird die Effizienz der KWK-Anlage im Vergleich zur getrennten Erzeugung objektiv bewertet (Buchenau u. a., 2023). Die Finnische Methode wird unter anderem von der deutschen Umweltbundesbehörde sowie dem österreichischen Umweltbundesamt zur Bilanzierung von KWK-Strom und KWK-Wärme genutzt. Sie kommt auch in der Datenbank GEMIS zur Anwendung, unter anderem weil sie den EU-Vorgaben entspricht (Fritsche & Rausch, 2010). Da bei dieser Methode keine Gutschrift für eines der Produkte entsteht, wird auch die Problematik negativer CO_2-Emissionen vermieden (Brautsch & Lechner, 2013). In der Praxis kann es jedoch schwierig sein, einen einheitlichen Referenznutzungsgrad festzulegen, da dieser stark variieren und dadurch die Ergebnisse beeinflussen kann (Mauch u. a., 2010).

Die *THG-Methode* (englisch *GHG Method*) basiert auf dem gleichen Berechnungsprinzip wie die Finnische Methode, berücksichtigt jedoch die Treibhausgasemissionen anstelle der Wirkungsgrade.

3.3.1.3 Allokationsmethoden basierend auf nicht-physikalischen Eigenschaften

Wenn KWK-Strom und KWK-Wärme getrennt verkauft werden, kann es sinnvoll sein, die Emissionen auf Grundlage ökonomischer Werten aufzuteilen, z.B. anhand des Verkaufspreises pro Einheit. Zusätzlich gibt es Methoden, bei denen die Emissionen pauschal zu 50 % auf beide Produkte verteilt werden. Andere Ansätze beruhen auf vertraglichen Vereinbarungen, die festlegen, wie die Emissionen zwischen Strom und Wärme aufgeteilt werden (Buchenau u. a., 2023).

3.3.1.4 Allokationsmethoden in Normen und Berichtsstandards

In der ÖNORM EN 15316-4-5 (siehe Kapitel 3.4.1) werden zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren ebenfalls die Stromgutschriftmethode, die Arbeitswertmethode, die Carnot-Methode, die Finnische Methode und die Wärmerestwertmethode genannt. Weitere Methoden sind die vereinfachte Stromverlustmethode und die Stromverlustreferenzmethode.

Die *GHG Protocol Initiative* beschreibt verschiedene Methoden für die Zuordnung von THG-Emissionen aus einer KWK-Anlange. Wenn nur ein Teil des erzeugten Stroms oder Dampfs gekauft oder verkauft wird, müssen die Emissionen den jeweiligen Energieprodukten zugewiesen werden. Die gängigsten Methoden zur Allokation der Emissionen sind laut GHG Protocol Initiative die *Efficiency Method*, die *Energy Content Method* und die *Work Potential Method*.

Die *Efficiency Method* ordnet die Emissionen basierend auf dem Energieeinsatz für die Produktion von Strom und Dampf zu. Sie wird als Standardmethode empfohlen, wenn keine speziellen vertraglichen Vereinbarungen bestehen.

Die *Energy Content Method* verteilt die Emissionen entsprechend dem Energiegehalt der erzeugten Produkte. Der Energiegehalt von Strom entspricht der produzierten Menge, während der Energiegehalt von Dampf die enthaltene Wärme abzüglich möglicher Rückflüsse berücksichtigt. Diese Methode eignet sich besonders, wenn Dampf für Prozesswärme oder Fernwärme verwendet wird.

Die *Work Potential Method* ordnet die Emissionen basierend auf dem potenziellen Arbeitsvermögen der erzeugten Energieprodukte zu. Sie geht davon aus, dass Dampf eine maximale Arbeitsleistung erbringen kann, was als „Exergie“ bezeichnet wird. Sie ist besonders sinnvoll, wenn Dampf zur mechanischen Arbeit genutzt wird, sollte jedoch nicht verwendet werden, wenn Dampf nur für Prozesswärme genutzt wird, da sie den tatsächlichen Energiegehalt des Dampfes unterschätzt (GHG Protocol, 2006).

3.3.2 Beispielrechnung Allokationsmethoden

Um die Unterschiede zwischen den verschiedenen Allokationsmethoden zu veranschaulichen, wurde auf Grundlage einer Fallstudie von Buchenau et al. (2023) eine Beispielrechnung durchgeführt. Dabei wurde berechnet, wie die CO_2-Emissionen auf Wärme und Strom je nach Methode verteilt werden. Die verwendeten Ausgangswerte, die in Tabelle 3 und Tabelle 4 dargestellt sind, stammen ebenfalls aus der Studie von Buchenau et al. (2023). Weitere Details zu den Annahmen und Quellen dieser Werte sind in der Originalstudie nachzulesen (Buchenau u. a., 2023).

Die Grundlage für die Berechnung ist eine KWK-Anlage mit einer installierten Leistung von 100 kW und 5.000 Volllaststunden pro Jahr. Dadurch ergibt sich ein jährlicher Energieeinsatz W_{in} von 500.000 kWh in Form von Erdgas. Der elektrische Wirkungsgrad η_{el} der KWK-Anlage wird mit 0,30 angenommen. Der thermische Wirkungsgrad η_{th} kann durch die Subtraktion des elektrischen Wirkungsgrades η_{el} vom Gesamtwirkungsgrad η_{tot} (0,85) berechnet werden und beträgt 0,55. Auf Grundlage dieser Wirkungsgrade und des Energieeinsatzes führt die Erdgasverbrennung zu einer elektrischen Energieerzeugung $W_{out,el}$ von 150.000 kWh und einer thermischen Energieerzeugung $W_{out,th}$ von 275.000 kWh. Unter Berücksichtigung der Temperaturen in Tabelle 3 ergibt sich eine mittlere thermodynamische Temperatur T_m von 343,05 K und ein Carnot-Faktor η_C von 0,13.

Tabelle 3: Charakteristika der im Berechnungsbeispiel verwendeten KWK-Anlage. Quelle: Eigene Zusammenstellung basierend auf Buchenau et al., 2023.

Energieträger	Symbol	Wert	Einheit
Energieeinsatz	W_{in}	500.000	kWh
Gesamtwirkungsgrad	η_{tot}	0,85	-
Elektrischer Wirkungsgrad	η_{el}	0,3	-
Stromverlustfaktor	ϑ	0,175	-
Qualitätsfaktor	υ	0,8	-
Umgebungstemperatur	T_a	298,15	K
Temperatur heißes Medium	T_h	353,15	K
Temperatur kaltes Medium	T_k	333,15	K
Emissionsfaktor (Verbrennung von Erdgas)	spez. GHG_{in}	202	g CO_2/kWh
Emissionsfaktor (Verbrennung von Erdgas) inkl. vorgelagerter Kette	spez. $GHG_{in,LC}$	223	g CO_2/kWh
Kosten für Strom (arithmetischer Mittelwert)	C_{el}	0,044	€/kWh
Kosten für Wärme	C_{th}	0,05	€/kWh

Tabelle 4: Charakteristika des im Berechnungsbeispiel verwendeten Referenzsystems. Quelle: Eigene Zusammenstellung basierend auf Buchenau et al., 2023.

	Symbol	Wert	Einheit
Wirkungsgrad deutscher Strommix	$\eta_{el,ref}$	0,53	-
Wirkungsgrad Dampfkessel	$\eta_{th,ref}$	0,89	-
Wirkungsgrad deutscher Verdrängungsmix	η_{dis}	0,42	-

Emissionsfaktor deutscher Strommix	spez. $GHG_{el,ref}$	375	g CO_2/kWh
Emissionsfaktor Dampfkessel	spez. $GHG_{th,ref}$	222	g CO_2/kWh
Emissionsfaktor deutscher Verdrängungsmix	spez. GHG_{dis}	811	g CO_2/kWh

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der verschiedenen Allokationsmethoden aus der beschriebenen Fallstudie zusammengefasst. Die Berechnung nach der Exergieverlustmethode wurde nicht durchgeführt, da umfangreiche Informationen über das KWK-System benötigt werden und sie deshalb laut Studienautor:innen zu aufwendig ist. In den Berechnungen wird nur CO_2 als Treibhausgas berücksichtigt. Es werden die spezifischen Emissionen in g CO_2/KWh und die absoluten Emissionen in t CO_2, die dem Strom und der Wärme zugeordnet werden, dargestellt (Buchenau u. a., 2023).

Tabelle 5: Ergebnisse der verschiedenen Allokationsmethoden für eine erdgasbetriebene KWK-Anlange in Deutschland. Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf Buchenau et al., 2023.

	Strom		Wärme	
Allokationsmethode	CO_2-Emissionen absolut [t CO_2]	Emissionsfaktor / spezifische Emissionen [g CO_2/kWh_{el}]	Emissionsfaktor spezifische Emissionen [g CO_2/kWh_{th}]	CO_2-Emissionen absolut [t CO_2]
Energetisch - IEA	35,6	238	238	65,4
Wirkungsgrad	65,4	436	130	35,6
Arbeitswert	76,5	510	89	24,5
Carnot	81,5	543	71	19,5
Dresden	84,7	565	59	16,3
Wärmegutschrift	32,4	216	249	68,6
Stromgutschrift	106,1	708	-19	-5,1
Verdrängungsmix	289,6	1931	-686	-188,6
Finnisch	48,3	322	192	52,7
GHG	55,6	371	203	55,9
Ökonomisch	32,8	218	248	68,2

Generell zeigen die Berechnungen, dass bei den meisten Allokationsmethoden, die auf der bereitgestellten Energiemenge basieren (Wirkungsgradmethode, Arbeitswertmethode, Carnot-Methode, Dresden-Methode), dem Strom mehr Emissionen zugeordnet werden als der Wärme. Eine Ausnahme bildet die energetische Methode. Bei den Allokationsmethoden, die die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme berücksichtigen und auf Referenzsystemen

basieren, wird, mit Ausnahme der Wärmegutschrift, dem Strom ein höherer Emissionsfaktor zugewiesen. Es zeigt sich, dass der Unterschied zwischen den Wärme- und den Stromemissionen bei den meisten Methoden der zweiten Kategorie geringer ist als bei den Methoden der ersten Kategorie. Ausnahmen sind hier die Stromgutschriftmethode und die Verdrängungsmixmethode, die zu negative Emissionsfaktoren für Wärme führen.

Bei der energetischen Methode bzw. IEA-Methode ergibt sich für beide Produkte der gleiche CO_2-Emissionsfaktor. Die absoluten CO_2-Emissionen werden proportional im Verhältnis der erzeugten Energiemengen aufgeteilt. Somit erhält das Produkt mit dem höheren Wirkungsgrad, in diesem Fall die Wärme, einen größeren Anteil an absoluten CO_2-Emissionen. Bei der Wirkungsgradmethode werden die absoluten CO_2-Emissionen genau umgekehrt aufgeteilt. Hier erhält das Produkt mit dem niedrigeren Wirkungsgrad den höheren Emissionsanteil.

Die Gutschriftmethoden begünstigt eines der beiden Produkte, da der Rest der Gesamtemissionen dem anderen Produkt zugeordnet wird. Die Stromgutschriftmethode begünstigt die Wärmeseite und führt zu einem Emissionsvorteil für die Wärmeseite. Die Wärmegutschriftmethode begünstigt dagegen die Stromseite. Die Gutschrift kann, wie in diesem Rechenbeispiel, auch zu negativen CO_2-Emissionen führen.

Die Finnische Methode verwendet Referenzsysteme, um die CO_2-Emissionen der KWK-Anlage zu bewerten. Dabei wird die KWK-Anlage mit der besten verfügbaren Technologie für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme verglichen. Das Ergebnis ist, dass die absoluten CO_2-Emissionen der KWK-Anlage ungefähr gleich auf die beiden Produkte verteilt werden. Die Wahl des Referenznutzungsgrades hat großen Einfluss auf das Ergebnis dieser Methode, da dieser stark variieren kann (Mauch u. a., 2010).

Die ökonomische Allokationsmethode weist den beiden Produkten nahezu die gleichen spezifischen CO_2-Emissionen zu. Dies ist jedoch hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass der Preisunterschied zwischen Strom und Wärme in diesem Berechnungsbeispiel nicht sehr groß ist.

Die Berechnungen zeigen, dass die Wahl der Allokationsmethode einen großen Einfluss darauf hat, wie die CO_2-Emissionen zwischen Strom und Wärme aufgeteilt werden. Da keine Methode für alle Fälle ideal ist, sollte diejenige gewählt werden, die am besten zu den jeweiligen Zielen und Rahmenbedingungen passt. Wichtig ist dabei, die Entscheidung nachvollziehbar zu begründen und alle Annahmen sowie verwendeten Parameter transparent darzustellen (Mauch u. a., 2010)

Tabelle 6: Beschreibung relevanter Allokationsmethoden für KWK-Anlagen. Quelle: Eigene Zusammenstellung basierend auf Buchenau et al., 2023).

Methode	Beschreibung	Berechnung	Quelle/Anwendung	Anmerkung
Energetische Methode IEA-Methode	Proportionale Aufteilung anhand der erzeugten Energiemengen (Strom und Wärme) Produkt mit höherem Wirkungsgrad erhält höheren Emissionsanteil	$spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in} \times \frac{\eta_{el}}{\eta_{el}+\eta_{th}} \times W_{in}}{W_{out,el}}$ $spez.GHG_{th} = \frac{spez.\ GHG_{in} \times \frac{\eta_{th}}{\eta_{el}+\eta_{th}} \times W_{in}}{W_{out,th}}$	(Buchenau u. a., 2023) (Mauch u. a., 2010)	Einfach anzuwenden Berücksichtigt nicht die Qualität der Energie Vorteilhaft für Stromerzeugung
Wirkungsgradmethode	Umgekehrte Zuteilung: Wirkungsgrade von Wärme und Strom werden dem jeweils anderen Produkt zugeordnet. Produkt mit niedrigerem Wirkungsgrad erhält höheren Emissionsanteil	$spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in} \times \frac{\eta_{th}}{\eta_{el}+\eta_{th}} \times W_{in}}{W_{out,el}}$ $spez.GHG_{th} = \frac{spez.\ GHG_{in} \times \frac{\eta_{el}}{\eta_{el}+\eta_{th}} \times W_{in}}{W_{out,th}}$	(Buchenau u. a., 2023) (Mauch u. a., 2010) GHG-Protokoll	Reduziert die Bevorzugung der Stromerzeugung im Vergleich zur energetischen Methode
Arbeitswertmethode Brennstoffmehraufwand	Berücksichtigt den Stromverlust durch Wärmenutzung (Stromverlustkennzahl).	$spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in} \times W_{in}}{W_{out,el} + (\vartheta \times W_{out,th})}$ $spez.GHG_{th} = \vartheta \times spez.GHG_{el}$	(Buchenau u. a., 2023) CEN/CENELEC CWA 45547:2004 ÖNORM EN 15316-4-5	Vor allem für Dampfkraftwerken mit Entnahme-Kondensationsturbinen.
Exergetische Methode Carnot-Methode	Berücksichtigt Energiemenge und Qualität (Exergie). Exergie der Wärme wird durch den Carnot-Faktor bestimmt	$\eta_C = 1 - \frac{T_a}{T_m}$ $\quad T_m = \frac{T_k - T_h}{\ln\frac{T_k}{T_h}}$ $spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in} \times \frac{\eta_{el}}{\eta_{el}+(\eta_C \times \eta_{th})} \times W_{in}}{W_{out,el}}$ $spez.GHG_{th} = \frac{spez.GHG_{in} \times \frac{\eta_C \times \eta_{th}}{\eta_{el}+(\eta_C \times \eta_{th})} \times W_{in}}{W_{out,th}}$	(Buchenau u. a., 2023) ÖNORM EN 15316-4-5	Wärme erhält weniger Emissionen als bei der energetischen Methode Erfordert zusätzliche Informationen über den KWK-Prozess

				Thermodynamisch als fairste Methode angesehen
Dresden-Methode	Exergetische Berechnung mit zusätzlichem Qualitätsfaktor, der spezifische Verluste einbezieht	$spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in} \times \frac{W_{out,el}}{W_{out,el}+(W_{out,th} \times \eta_C \times \upsilon)} \times W_{in}}{W_{out,el}}$ $spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in} \times \frac{W_{out,th} \times \eta_C \times \upsilon}{W_{out,el}+(W_{out,th} \times \eta_C \times \upsilon)} \times W_{in}}{W_{out,th}}$	(Buchenau u. a., 2023)	Wärme bekommt noch weniger Emissionen als bei der Carnot-Methode
Exergieverlustmethode	Vergleich der Exergieverluste einer KWK-Anlage mit denen eines Referenzprozesses		(Buchenau u. a., 2023)	Detaillierte Informationen für Berechnung erforderlich und eher für spezifische Analysen einzelner Systeme geeignet
Wärmegutschriftmethode	Emissionen der KWK-Anlage werden mit denen eines Referenzsystems mit ungekoppelter Erzeugung verglichen Strom ist Hauptprodukt, Wärme als Bonus.	$spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in} \times W_{in} - spez.GHG_{th} \times W_{out,th}}{W_{out,el}}$ $spez.GHG_{th} = \frac{spez.GHG_{th,ref}}{\eta_{th,ref}}$	(Buchenau u. a., 2023) (Mauch u. a., 2010) ÖNORM EN 15316-4-5	Weist dem Strom geringe Emissionen zu, da Wärme als zusätzlicher Vorteil betrachtet wird
Stromgutschriftmethode	Emissionen der KWK-Anlage werden mit denen eines Referenzsystems mit ungekoppelter Erzeugung verglichen Wärme ist Hauptprodukt, Strom als Bonus.	$spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{el,ref}}{\eta_{el,ref}}$ $spez.GHG_{th} = \frac{spez.GHG_{in} \times W_{in} - spez.GHG_{el} \times W_{out,el}}{W_{out,th}}$	(Buchenau u. a., 2023) (Mauch u. a., 2010) ÖNORM EN 15316-4-5	Weist der Wärme geringe Emissionen zu, da Strom als zusätzlicher Vorteil betrachtet wird In der Praxis weit verbreitet Durch die Gutschrift können sich negative Emissionen ergeben

Verdrängungsmixmethode	Variante der Stromgutschriftmethode, bei der das Referenzsystem der Verdrängungsmix ist	$spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{dis}}{\eta_{dis}}$ $spez.GHG_{th} = \frac{spez.\ GHG_{in} \times W_{in} - spez.GHG_{el} \times W_{out,el}}{W_{out,th}}$	(Buchenau u. a., 2023) (Mauch u. a., 2010)	Im Verdrängungsmix werden die Energieanlagen dargestellt, die durch die zusätzliche KWK-Stromerzeugung verdrängt werden Kann zu negativen Emissionen führen
Finnische Methode	Berücksichtigt die Primärenergieeinsparung gegenüber getrennter Strom- und Wärmeerzeugung.	$PEE = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_{el}}{\eta_{el,ref}} + \frac{\eta_{th}}{\eta_{th,ref}}}$ $spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in} \times (1-PEE) \frac{\eta_{el}}{\eta_{el,ref}} \times W_{in}}{W_{out,el}}$ $spez.GHG_{th} = \frac{spez.GHG_{in} \times (1-PEE) \frac{\eta_{th}}{\eta_{th,ref}} \times W_{in}}{W_{out,th}}$ (PEE = Primärenergieeinsparung)	(Buchenau u. a., 2023) (Mauch u. a., 2010) ÖNORM EN 15316-4-5 Umweltbundesamt/ GEMIS	Referenzwirkungsgrade sind in der Delegierten Verordnung (EU) 2015/2402 enthalten konsistent mit EU-Richtlinie 2012/27/EU
THG Methode	Ähnlich der Finnischen Methode, es werden jedoch die THG-Emissionseinsparungen anstelle der Primärenergieeinsparungen berücksichtig	$GHG_{saved} = 1 - \frac{1}{\frac{spez.GHG_{el,fin}}{spez.GHG_{el,ref}} + \frac{spez.GHG_{th,fin}}{spez.GHG_{th,ref}}}$ $spez.GHG_{el} = \frac{spez.GHG_{in,LC} \times (1-GHG_{saved}) \frac{spez.GHG_{el,fin}}{spez.GHG_{el,ref}} \times W_{in}}{W_{out,el}}$ $spez.GHG_{th} = \frac{spez.GHG_{in,LC} \times (1-GHG_{saved}) \frac{spez.GHG_{th,fin}}{spez.GHG_{th,ref}} \times W_{in}}{W_{out,el}}$	(Buchenau u. a., 2023)	
Ökonomische Allokation	Allokation basierend auf ökonomischen Werten wie	$spez.GHG_{el} = \frac{spez.\ GHG_{in} \times \frac{C_{el} \times W_{out,el}}{C_{el} \times W_{out,el} + C_{th} \times W_{out,th}} \times W_{in}}{W_{out,el}}$	(Buchenau u. a., 2023)	Spiegelt Preisunterschiede zwischen Produkten wider, ist aber stark marktabhängig

	Verkaufspreis oder Vertragsregelungen.	$spez.GHG_{th} = \frac{spez.\ GHG_{in} \times \frac{C_{th} \times W_{out,th}}{C_{el} \times W_{out,el} + C_{th} \times W_{out,th}} \times W_{in}}{W_{out,th}}$		
Efficiency Method	Zuteilung der Emissionen basierend auf dem Energieeinsatz für die Produktion von Strom und Dampf.	Entspricht Wirkungsgradmethode	GHG-Protokoll	Standardmethode laut GHG Protocol, wenn keine speziellen vertraglichen Vereinbarungen bestehen.
Energy Content Method	Verteilung der Emissionen entsprechend dem Energiegehalt der erzeugten Produkte.	$Energie = F_i \times (h_i - h_{ref})$ F_i = Masse des Dampfs in Tonnen h_i = spezifische Enthalpie des Dampfstroms *i* h_{ref} = spezifische Enthalpie unter Referenzbedingungen	GHG-Protokoll	Besonders geeignet für Prozesswärme oder Fernwärme.
Work potential Method	Zuteilung basierend auf dem potenziellen Arbeitsvermögen (Exergie) der erzeugten Energieprodukte.	$W_i = F_i \times [(h_i - T_{ref} \times S_i) - (h_{ref} - T_{ref} \times S_{ref})]$ W_i = Arbeitspotential des Dampfs *i* F_i = Masse des Dampfs T_{ref} = Referenztemperatur h_i = spezifische Enthalpie des Dampfstroms *i* h_{ref} = spezifische Enthalpie unter Referenzbedingungen S_i = spezifische Entropie des Dampfstroms *i* S_{ref} = spezifische Entropie unter Referenzbedingungen	GHG-Protokoll	Besonders sinnvoll, wenn Dampf zur mechanischen Arbeit genutzt wird

3.4 Bewertungsmethoden für Fernwärme

Die Bewertung von Fernwärmesystemen bezüglich Effizienz, Primärenergieeinsatz und Emissionen gewinnt vor dem Hintergrund der europäischen Klimaziele zunehmend an Bedeutung. In Österreich gibt unterschiedliche normative Vorgaben, Berechnungsansätze und Bewertungsmethoden, die im Folgenden dargestellt werden.

In Österreich wird die Bewertung von Fernwärmesystemen durch verschiedene nationale Normen und Vorgaben zur Berechnung von Primärenergiefaktoren (PEF) und Emissionsfaktoren (EF) geregelt. Zu den wichtigsten Bewertungsgrundlagen gehören die ÖNORM EN 15316-4-5 (Österreichisches Normungsinstitut, 2017) sowie die OIB-Richtlinie 6 (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023). Ergänzend dazu stellt das Umweltbundesamt in ihrem Bericht *„Harmonisierte österreichische direkte und vorgelagerte THG-Emissionsfaktoren für relevante Energieträger & Technologien“* (Fritz u. a., 2025) Emissionsfaktoren für Fernwärme zur Verfügung.

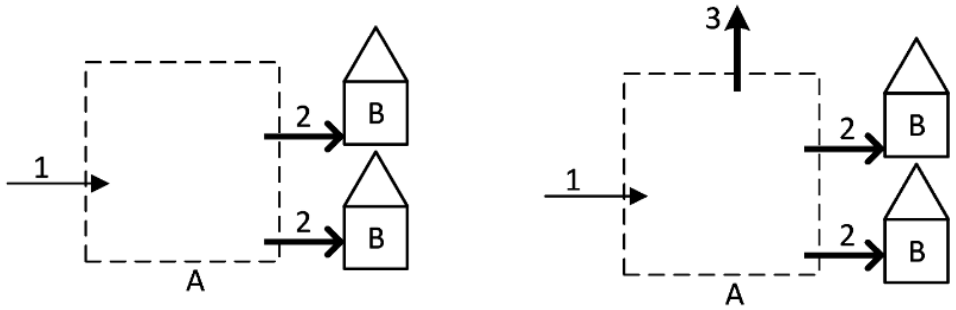
3.4.1 ÖNORM EN 15316-4-5

Die *ÖNORM EN 15316-4-5*, basierend auf der gleichnamigen europäischen Norm, legt standardisierte Verfahren zur Bewertung der Energieeffizienz von Fernwärme- und Fernkältesystemen fest. Sie ist insbesondere relevant für die Bestimmung von Energiekennzahlen, wie PEF und EF.

Ziel der Norm ist es, vergleichbare und nachvollziehbare Berechnungsverfahren für Fernwärmesysteme zur Verfügung zu stellen. Dabei können entweder systemspezifische Werte oder Standardwerte verwendet werden (siehe Tabelle 8, Tabelle 9 und

Tabelle 10). Wenn möglich, sollten auf realen Daten basierende Kennzahlen verwendet werden, da diese eine genauere Darstellung der tatsächlichen Systemleistung ermöglichen. Es gibt Berechnungsverfahren für die Kennzahlen der Gesamtenergieeffizienz (PEF und EF) sowie für Energiequellenkennzahlen wie den Erneuerbaren-Energie-Anteil, den Abwärmeanteil und den KWK-Anteil.

Für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Fernwärmesystemen gibt es zwei Ansätze: einen vereinfachten und einen detaillierten. Beim vereinfachten Ansatz wird das Fernwärmesystem als sogenannte „Blackbox“ betrachtet (siehe Abbildung 3 a). Das heißt, nur die zugeführte und die gelieferte Energie werden berücksichtigt. Die Effizienz wird dabei über das Verhältnis von eingesetzter Energie zur bereitgestellten Nutzenergie ermittelt. Wenn das System mehrere Energieausgänge hat, wie z. B. bei KWK-Anlagen, kann exportierte Energie, die anderen Nutzern zur Verfügung steht, als Bonus angerechnet werden (siehe Abbildung 3 b). Die Formeln zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren sind in (1) und (2) dargestellt.



A	Systemgrenze	1	Energiezufuhr zum System	E_{in}
B	Energieverbraucher	2	vom System gelieferte Energie	E_{del}
		3	exportierte Energie	E_{exp}

Abbildung 3: Fernenergiesystem mit a) nur einer Abgabe b) mit mehreren Abgaben. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2017).

Berechnung Gewichtungsfaktor eines Fernenergiesystems mit nur einer Abgabe als Blackbox

$$f_{we;des} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \times f_{we;cr}}{\sum E_{del}} \tag{1}$$

Dabei ist

$f_{we;des}$ der Gewichtungsfaktor des Fernenergiesystems;

$E_{in;cr}$ der Energiegehalt des dem System zugeführten Energieträgers cr;

$f_{we;cr}$ der Gewichtungsfaktor des Energieträgers cr;

E_{del} gelieferte Energie.

Berechnung Gewichtungsfaktor eines Fernenergiesystems mit mehreren Abgaben mit exportierter Energie

$$f_{we;des} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \times f_{we;cr} - E_{exp} \times f_{we;exp}}{\sum E_{del}} \tag{2}$$

Dabei ist

E_{exp} die an ein externes System oder einen externen Bereich exportierte Energie;

$f_{we;exp}$ Gewichtungsfaktor der exportierten Energie. Dieser muss getrennt berechnet werden.

Der detaillierte Ansatz betrachtet das Fernwärmesystem nicht als geschlossene Einheit, sondern bezieht alle relevanten Komponenten wie Erzeugung, Verteilung und Übergabe mit ein. Dabei werden die einzelnen Energieflüsse und Verluste genau erfasst. Durch diese differenzierte Betrachtung kann die Energieeffizienz präziser bewertet werden als beim vereinfachten Ansatz.

3.4.1.1 Kraft-Wärme-Kopplung

In KWK-Anlange wird gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Um zu ermitteln, welcher Anteil des eingesetzten Brennstoffs auf die Strom- und welcher auf die Wärmeerzeugung entfällt, müssen sogenannte Gewichtungsfaktoren berechnet werden. Der Anteil des Brennstoffs, der auf die Wärmeerzeugung entfällt, kann nicht direkt gemessen werden, sondern muss rechnerisch über bestimmte Verfahren bestimmt werden. Je nachdem, ob nur der Wärmeanteil oder sowohl der Wärme- als auch der Stromanteil ermittelt werden sollen, kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Wenn nur der Gewichtungsfaktor für Wärme benötigt wird, können die Stromgutschriftmethode oder eine vereinfachte Stromverlustmethode zur Berechnung verwendet werden. Wenn sowohl für Wärme als auch für Strom Gewichtungsfaktoren berechnet werden sollen, können die Arbeitswertmethode, die Carnot-Methode, die Finnische Methode, die Wärmerestwertmethode oder die Stromverlustreferenzmethode angewendet werden. Die Kriterien für die Auswahl einer Methode zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren für Wärme und Strom aus KWK-Anlagen sind die Technologie der KWK-Anlage und welche Gewichtungsfaktoren benötigt werden. Vorgaben für die Standard-Methodenauswahl finden sich im Anhang der ÖNORM EN 15316-4-5 und sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Vorgaben für die Standard-Methodenauswahl für die Berechnung von Gewichtungsfaktoren. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2017).

	Gewichtungsfaktor benötigt für	
	Wärme	**Wärme und Strom**
KWK-Anlage mit Stromverlust	Stromgutschrift	Arbeitswert
KWK-Anlage ohne Stromverlust	Stromgutschrift	Carnot

KWK-Anlagen ohne Stromverlust können Wärme für Heizzwecke bereitstellen, ohne dass dies die Stromproduktion merklich beeinträchtigt. Es entstehen geringe Verluste durch den Druckabfall in den zusätzlich eingebauten Wärmetauschern. Bei KWK-Anlangen mit Stromverlust hingegen wird die abgeführte Wärme auf eine höhere Temperatur gebracht, wie sie für Heizsysteme benötigt wird. Dadurch sinkt bei gleichbleibendem Brennstoffeinsatz die Stromerzeugung – es entsteht also ein sogenannter Stromverlust. Das bedeutet, dass mehr Brennstoff eingesetzt werden muss, um die gleiche Menge Strom zu erzeugen (Zschernig & Sander, 2007).

3.4.1.2 Weitere Berechnungsmethoden

Industrielle Abwärme entsteht in Produktionsprozessen, bei denen die Wärmeerzeugung nicht das primäre Ziel ist. Sie setzt sich aus einem prozessbedingten Anteil, der unvermeidbar im Produktionsprozess anfällt, und einem fernwärmebedingten Anteil zusammen, der zur Anpassung der Wärme an die Anforderungen des Fernwärmesystems benötigt wird. Die Gewichtungsfaktoren für beide Anteile müssen entweder direkt berechnet oder aus Standardwerten ermittelt werden. Für Müllverbrennungsanlagen können die Kennzahlen ebenfalls mit den in der Norm enthaltenen Berechnungsmethoden ermittelt werden. Dabei wird die Energiezufuhr zur Verbrennung und Wärmeerzeugung berücksichtigt, um die Effizienz der Anlage zu bewerten und die eingesetzte Brennstoffmenge korrekt zuzuordnen.

3.4.1.3 Standardwerte

In der Norm werden Standardwerte für eine vereinfachte Berechnung von PEF und EF bereitgestellt, für den Fall, dass keine detaillierten Betriebsdaten vorliegen. Diese berücksichtigen neben der Energieerzeugung auch Verteilverluste im Wärmenetz. Die Standardgewichtungsfaktoren für Wärme, Brennstoffe und Strom sind in Tabelle 8, Tabelle 9 und

Tabelle 10 zusammengefasst. Dabei ist f_{Pnren} der Faktor der nicht-erneuerbaren Primärenergie, f_{Pren} ist der Faktor der erneuerbaren Primärenergie, f_{Ptot} ist der Gesamt-Primärenergiefaktor und f_{CO2} ist der CO_2-Emissionsfaktor.

Tabelle 8: Standardgewichtungsfaktoren für Wärme. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2017).

Energieträger			f_{Pnren}	f_{Pren}	f_{Ptot}	f_{CO2} (g/kWh)
Wärme aus Kesseln [a]		Fester fossiler Brennstoff	1,7	0	1,7	530
		Flüssiger fossiler Brennstoff	1,6	0	1,6	400
		Gasförmiger fossiler Brennstoff	1,5	0	1,5	310
		Fester Biobrennstoff	0,4	1,4	1,8	70
		Flüssiger Biobrennstoff	0,7	1,4	2,1	110
		Gasförmiger Biobrennstoff	0,6	1,4	2,0	150
Wärme aus KWK [a]		Fester fossiler Brennstoff	0,8	0	0,8	500
		Flüssiger fossiler Brennstoff	0,7	0	0,7	330
		Gasförmiger fossiler Brennstoff	0,7	0	0,7	160
		Fester Biobrennstoff	0	2,0	1,8	0
		Flüssiger Biobrennstoff	0	2,4	1,7	0
		Gasförmiger Biobrennstoff	0	2,4	1,4	0
		Atomkraft	0,6	0,0	0,6	120
Abwärme aus [b]	Industrieprozess	Prozessbedinge Komponente	0	0	0	0
		Fernwärmekomponente + prozessbedingte Komponente	0,4	0	0,4	90
	Müllverbrennung	Inkl. KWK	0,1	0	0,1	25
		Ohne KWK	0,2	0	0,2	50

[a] Daten sind „konservativ“ und werden einschließlich Verluste eines Verteilungssystems berechnet.
[b] Daten basieren auf Vereinbarung.

Tabelle 9: Standardgewichtungsfaktoren für Brennstoffe. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2017).

Energieträger		f_{Pnren}	f_{Pren}	f_{Ptot}	f_{CO2} (g/kWh)
Brennstoffe aus Systemen mit mehreren Abgaben	Abfall	0	0	0	0
	Ersatzbrennstoffe	0,2	0	0,2	40
	Klärschlamm	0	0	0	0
	Deponiegas	0	0	0	0
	Grubengas, Kokereigas	0	0	0	0

Tabelle 10: Standardgewichtungsfaktoren für Strom. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2017).

Energieträger	f_{Pnren}	f_{Pren}	f_{Ptot}	f_{CO2} (g/kWh)
Vom KWK an das Netz exportierter Strom	2,5	0	2,5	480

3.4.1.4 OIB-Richtlinie 6

Die *OIB-Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz* ist ein Regelwerk der Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), das die Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden festlegt. Sie basiert auf der Richtlinie 2010/31/EU zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und legt die Anforderungen für die Berechnung des Primärenergiebedarfs sowie der Emissionen fest.

In der Richtlinie sind Konversionsfaktoren enthalten, die zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs sowie von CO_2-Emissionen von Fernwärmesystemen verwendet werden können. Der Primärenergiebedarf beschreibt die Energiemenge, die insgesamt benötigt wird, um den Endenergiebedarf eines Gebäudes zu decken, inklusive aller Verluste, die in vorgelagerten Prozessschritten entstehen. Er setzt sich aus den einzelnen Endenergiebedarfen der verwendeten Energieträger zusammen, die jeweils mit einem sogenannten Primärenergiefaktor (Konversionsfaktor) multipliziert werden. Die CO_2-Äquivalent-Emissionen (CO_{2eq}) setzen sich ebenfalls aus den Anteilen des Endenergiebedarfs je Energieträger zusammen und werden mit den jeweiligen CO_{2eq}-Konversionsfaktoren gewichtet. Die CO_2-Äquivalent-Emissionen umfassen sämtliche Treibhausgase, die durch den Endenergiebedarf verursacht werden, einschließlich der Emissionen aus den Vorketten (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023).

Die Konversionsfaktoren in der aktuell in Oberösterreich gültigen Fassung von 2019 zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs (f_{PE}), des nicht-erneuerbaren Anteils des Primärenergiebedarfs ($f_{PE,n.ern.}$), des erneuerbaren Anteils des Primärenergiebedarfs ($f_{PE,ern.}$) sowie von CO_{2eq} (f_{CO2eq}) sind Tabelle 11 zu entnehmen.

Tabelle 11: Konversionsfaktoren. Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Basis der Daten von (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019).

Energieträger	f_{PE}	$f_{PE,n.ern.}$	$f_{PE,ern.}$	f_{CO2eq}
Fossile Brennstoffe fest	1,46	1,46	0,00	375
Fossile Brennstoffe flüssig	1,20	1,20	0,00	310
Fossile Brennstoffe gasförmig	1,10	1,10	0,00	247
Biogene Brennstoffe fest	1,13	0,10	1,03	17
Biogene Brennstoffe flüssig (Inselbetrieb) (1)	1,50	0,50	1,00	70
Biogene Brennstoffe gasförmig (Inselbetrieb) (1)	1,40	0,40	1,00	100
Elektrische Energie (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227
Fernwärme aus Heizwerk (erneuerbar) (2)	1,60	0,28	1,32	59
Fernwärme aus Heizwerk (nicht erneuerbar) (2)	1,51	1,37	0,14	310
Fernwärme aus hocheffizienter KWK (2,3)	0,88	0,00	0,88	75
Abwärme (2)	1,00	1,00	0,00	22

(1) Inselbetrieb: Anlagen bei denen die Produktion des Brennstoffes im Gebäude oder in unmittelbarer Nähe des Gebäudes stattfindet

(2) Im Falle eines Einzelnachweises sind die Randbedingungen den Erläuternden Bemerkungen zu entnehmen.

(3) Als hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden all jene angesehen, die der Richtlinie 2004/8/EG entsprechen.

Die OIB-Richtlinie 6 unterscheidet bei der Bewertung der Umweltwirkungen von Fernwärmesystemen zwischen drei Arten: Fernwärme aus Heizwerken mit erneuerbaren Energieträgern, Fernwärme aus Heizwerken mit nicht erneuerbaren Energieträgern sowie Fernwärme aus hocheffizienter KWK. Für jede dieser Varianten wurden spezifische Konversionsfaktoren zur Berechnung des Primärenergiebedarfs und der CO_2-Emissionen festgelegt (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019).

3.4.1.5 Harmonisierte österreichische THG-Emissionsfaktoren relevanter Energieträger & Technologien des Umweltbundesamts

Die Bewertung der Treibhausgasemissionen (THG) von Fernwärme des Umweltbundesamts stützt sich auf den Bericht *„Harmonisierte österreichische direkte und vorgelagerte THG-Emissionsfaktoren für relevante Energieträger & Technologien“* (Fritz u. a., 2025). Darin werden Emissionsfaktoren für Energieträger im Bereich Raumwärme veröffentlicht, unter anderem für Fernwärme. Ziel der Bewertungsmethode des Umweltbundesamts ist es standardisierte Emissionswerte bereitzustellen. Diese können insbesondere in der Energieberatung eine Grundlage für die Abschätzung von THG-Emissionen verwendet werden. Es wird jedoch auch betont, dass die Emissionsfaktoren für betriebliches THG-

Reporting oder THG-Monitoring nur bedingt und unter Berücksichtigung der angewendeten Methodik anwendbar sind.

Die Berechnungsgrundlage bildet das in Österreich weiterentwickelte Modell *GEMIS* (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme). Das Umweltbundesamt hat die Basisversion des deutschen GEMIS-Modells an österreichische Verhältnisse angepasst und weiterentwickelt und verwendet aktuell die Modellversion GEMIS 5.1. GEMIS ist eine Ökobilanz-Software zur Lebensweg- und Stoffstromanalyse, das eine Datenbank für Energie-, Stoff- und Verkehrssysteme enthält. GEMIS wird vom Internationalen Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) als Ökobilanz-Software zur Verfügung gestellt und erlaubt eine ganzheitliche Betrachtung der Umweltwirkungen von Energieträgern über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg (IINAS, 2022). Berücksichtigt werden dabei sämtliche relevanten Prozesse, also die Rohstoffgewinnung, Verarbeitung und Transport, der Anlagenbau und die Energienutzung. Auch der Energie- und Materialaufwand für Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von Infrastrukturen fließt in die Bilanzierung ein (Umweltbundesamt, 2025).

Die im Bericht berechneten Emissionsfaktoren umfassen sowohl die direkten THG-Emissionen, die bei der Verbrennung im Heizwerk oder in der KWK-Anlange entstehen, als auch die vorgelagerten THG-Emissionen, die aus Prozessen wie der Förderung, Verarbeitung und Transport der Energieträger sowie beim Bau und Betrieb der Infrastruktur verursacht werden.

Für Fernwärme wird die Finnische Methode zur Aufteilung der Emissionen in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen verwendet. Da diese Anlagen gleichzeitig Strom und Wärme erzeugen, müssen die Emissionen zwischen beiden Energieformen aufgeteilt werden. Bei der Finnischen Methode werden die tatsächlichen Wirkungsgrade der KWK-Anlage für Strom und Wärme mit typischen Referenzwerten verglichen (für Österreich: 90 % thermisch, 57 % elektrisch). So lässt sich rechnerisch ermitteln, wie viel CO_2 auf die erzeugte Wärme entfällt. Die Emissionsfaktoren für Fernwärme wurden auf Grundlage der Energiebilanz Österreichs 2022 erstellt und bilden Durchschnittswerte für konventionelle als auch für erneuerbare Fernwärme ab. In Tabelle 12 sind die vom Umweltbundesamt berechneten Emissionswerte für Fernwärme zusammengefasst.

Tabelle 12: Direkte und vorgelagerte Emissionen für Fernwärme im Bereich Raumwärme. Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Basis von Daten des Umweltbundesamts (Fritz u. a., 2025).

Energieträger Raumwärme	Direkte Emissionen	vorgelagerte Emissionen	Gesamte Emissionen
	g CO_{2eq} je kWh		
Fernwärme Durchschnitt Österreich	122	50	172
Fernwärme Erneuerbar	26	16	42

Für die Berechnung der Emissionsfaktoren der Fernwärme wird ein durchschnittlicher Netzverlust von 14 % angenommen. Es ist allerdings zu beachten, dass die tatsächlichen Emissionen je nach Region, Energieversorger und verwendetem Energieträgermix von diesen Durchschnittswerten abweichen können (Fritz u. a., 2025).

Die Bewertung von Fernwärmesystemen in Österreich basiert auf verschiedenen nationalen und europäischen Normen, wie der ÖNORM EN 15316-4-5 und der OIB-Richtlinie 6, in denen standardisierte Berechnungsansätze sowie Standardwerte zur Ermittlung der Primärenergiefaktoren (PEF) und Emissionsfaktoren (EF) enthalten sind. Ergänzend stellt das Umweltbundesamt spezifische Emissionsfaktoren auf Basis des GEMIS-Modells nach einem Lebenszyklusansatz zur Verfügung. Eine einheitliche Berechnungsmethodik gibt es jedoch nicht, da je nach System, Technologie und Anwendungsfall unterschiedliche Ansätze angewendet werden können.

3.4.1.6 Bewertungsoptionen in der Lebenszyklusanalyse

Die Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment – LCA) oder auch Ökobilanzierung, ist eine systematische Methode zur Bewertung der Umweltwirkungen eines Produkts oder Systems über den gesamten Lebenszyklus hinweg (Autelitano, Famiglietti, Aprile, & Motta, 2024). Die LCA folgt den internationalen Normen ISO 14040 und ISO 14044 (International Organization for Standardization (ISO), 2006; ISO, 2006) und gliedert sich in vier Schritte:

1. **Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens:** Definition des Ziels der Analyse, der Systemgrenzen und der funktionellen Einheit für den Vergleich verschiedener Varianten.
2. **Sachbilanz:** Erfassung aller relevanten Material- und Energieflüsse, einschließlich Rohstoffverbrauch, Emissionen und Abfälle.
3. **Wirkungsabschätzung:** Berechnung der Umweltwirkungen in verschiedenen Kategorien wie Klimawandel, Ressourcenverbrauch und Luftverschmutzung. Eine zentrale Größe ist dabei das Global Warming Potential (GWP), das die Treibhauswirkung in CO_2-Äquivalenten misst.
4. **Auswertung der Ergebnisse:** Identifikation von Optimierungspotenzialen und Maßnahmen zur Reduktion der Umweltbelastung (Scharte, Seefeldt, & Koch, 2016).

Diese systematische Methode hilft dabei, die Umweltauswirkungen eines Produkts oder Systems klar und nachvollziehbar zu bewerten. Die LCA ist auch für die Bewertung von Fernwärmesystemen von Bedeutung, da sie eine ganzheitliche Betrachtung der Umweltauswirkungen ermöglicht (Autelitano u. a., 2024).

3.4.1.6.1 LCA von Fernwärmesystemen

Eine LCA von Fernwärmesystemen bewertet die Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus, einschließlich der Erzeugung, des Transports und der Nutzung von Wärme. Die Wahl der funktionellen Einheit und der Datengrundlage sind wesentliche Faktoren, die die Ergebnisse der LCA beeinflussen. Die funktionelle Einheit kann entweder die erzeugte oder verteilte Wärmeenergie sein, oder auch der eingesetzte Brennstoff oder die eingespeiste Energie sein. Für Hintergrunddaten wird in viele Studien die ecoinvent-Datenbank verwendet, da sie eine umfassende Sammlung an global anerkannten Daten bietet (Autelitano u. a., 2024).

Eine Herausforderung bei der LCA von Fernwärmesystemen ist die Wahl der richtigen Allokationsmethode, sollte diese zur Lösung des Multifunktionalitätsproblems gewählt werden, um die Umweltauswirkungen auf verschiedenen Energieprodukte wie Strom und Wärme, z.B. bei KWK-Anlagen, aufzuteilen. Es gibt verschiedene Methoden, aber keine allgemein

akzeptierte Standardmethode. Zu den gängigen Methoden gehören die wirtschaftliche Allokation (basierend auf Marktpreisen), die energetische Allokation (basierend auf der produzierten Energiemenge) und die exergetische Allokation (die die Nutzbarkeit der Energie berücksichtigt). Die Wahl der Methode ist entscheidend, da sie die Umweltbewertung maßgeblich beeinflusst. Sie sollte daher an die spezifischen Rahmenbedingungen angepasst werden (Guest, Bright, Cherubini, Michelsen, & Stromman, 2011).

LCAs werden im Beug auf Fernwärme zunehmend eingesetzt, um die Umweltauswirkungen verschiedener Fernwärmesysteme zu vergleichen, insbesondere im Hinblick auf Strategien zur Dekarbonisierung, wie die Integration erneuerbarer Energien. Im Vergleich zu einzelnen Heizsystemen, wie Gaskesseln, schneiden Fernwärmesysteme oft besser ab, vor allem in Bezug auf den Verbrauch fossiler Brennstoffe und das globale Erwärmungspotential (Jeandaux, Videau, & Prieur-Vernat, 2021; Mahon, Mediboyina, Gartland, & Murphy, 2022).

Eine kürzlich veröffentlichte Studie hat gezeigt, dass die berechneten CO_2-Emissionswerte aus verschiedenen LCA stark voneinander abweichen können. Diese Unterschiede hängen von der Art der Wärmeerzeugung und den verwendeten Berechnungsmethoden ab. Ältere Fernwärmesysteme haben tendenziell höhere Emissionen, während moderne Systeme deutlich niedrigere CO_2-Emissionen aufweisen. Die Studie von Autelitano et al., 2024 ergab, dass die Emissionsfaktoren der dritten Generation zwischen 56 und 470 g CO_{2eq}/kWh liegen, bei der vierten Generation zwischen 11 und 200 g CO_{2eq}/kWh und bei der fünften Generation zwischen 16 und 157 g CO_{2eq}/kWh. Diese Unterschiede lassen sich vor allem auf die methodischen Ansätze der Studien, unterschiedliche Allokationsmethoden sowie länderspezifische Faktoren zurückführen. Nach aktuellem Wissensstand der Autor:innen gibt es kein universelles, LCA-basiertes Berechnungstool, das ausschließlich für die Analyse von Fernwärmesystemen entwickelte wurde. (Autelitano u. a., 2024).

3.4.1.6.2 Unterschied LCA und „Ökobilanz“

In der Praxis wird der Begriff „Ökobilanz“ häufig als Synonym für LCA verwendet. Allerdings bezieht er sich in vielen Fällen nur auf eine bestimmte Wirkungskategorie der LCA, z.B. auf die CO_{2eq}-Emissionen von Fernwärmesystemen. Eine vollständige LCA nach ISO 14040/14044 ist ein standardisiertes Verfahren, das alle relevanten Umweltaspekte, wie etwa Luftverschmutzung, Wasser- und Ressourcenverbrauch und nicht nur die CO_{2eq}-Emissionen berücksichtigt

Ein Beispiel aus dem Bereich der Fernwärme ist die Studie Fernwärme Wien 2005, in der die Emissionen der Fernwärmeerzeugung mit dem Modell GEMIS (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme) berechnet wurden (IINAS, 2022). Dabei wurden sowohl die direkten Emissionen der Anlagen als auch die vorgelagerten Emissionen aus Brennstoffbereitstellung und Transport berücksichtigt. Obwohl die Berechnung den Prinzipien einer Lebenszyklusanalyse folgte, wurde nicht explizit angegeben, ob sie vollständig in Übereinstimmung mit den Normen ISO 14040/14044 durchgeführt wurde. Solche Abweichungen von internationalen Standards kommen in der Praxis häufig vor und können die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschweren (Pölz, 2007).

Ähnlich ist es in einem Bericht des Umweltbundesamtes zu Treibhausgasfaktoren, der einen LCA-Ansatz zur Berechnung der vorgelagerten Emissionen der Energieträger verwendet. Auch hier werden sowohl direkte als auch vorgelagerte Emissionen systematisch erfasst,

jedoch gibt es keine klare Bestätigung, dass die Berechnungen vollständig den ISO-Normen entsprechen. Wichtige Anforderungen wie Zieldefinition, Systemgrenzen oder Sensitivitätsanalysen werden nicht explizit beschrieben, was die vollständige ISO-Konformität der Berechnungen in Frage stellt (Fritz u. a., 2025).

Die Lebenszyklusanalyse ermöglicht eine umfassende Bewertung der Umweltauswirkungen von Fernwärmesystemen. Dabei spielen die Wahl der Datenbasis und die Methode zur Aufteilung der Emissionen eine wichtige Rolle, da sie die Ergebnisse stark beeinflussen können. Ein Vergleich verschiedener Studien ist oft schwierig, da unterschiedliche Berechnungsmethoden zu unterschiedlichen CO_{2eq}-Werten führen. Die LCA hilft jedoch, Optimierungspotenziale zu identifizieren und unterstützt die Entwicklung nachhaltiger Lösungen.

3.5 Bewertungsmethoden für Fernwärme in der Praxis

Durch Internetrecherchen und Interviews mit größeren österreichischen Fernwärmeanbietern wurden die in der Praxis verwendeten Bewertungsansätze für Fernwärme analysiert. Der Schwerpunkt lag auf dem Anteil erneuerbarer Energieträger, dem Primärenergiefaktor und den CO_2-Emissionen sowie deren Berechnungsgrundlagen. Zusätzlich wurden bestehende Zertifizierungen betrachtet.

3.5.1 Wien Energie GmbH

Die Wien Energie GmbH ist das größte Energieversorgungsunternehmen in Österreich und versorgt rund 460.000 Haushalte mit Fernwärme für Raumwärme und Warmwasser. Die Fernwärmeerzeugung erfolgt derzeit überwiegend in hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK), die mit Erdgas betrieben werden. Diese Anlagen liefern fast die Hälfte der gesamten Fernwärme in Wien. Darüber hinaus kommen Heizkraftwerke zur Spitzenlastdeckung zum Einsatz. Der restliche Teil der Fernwärme wird aus industrieller Abwärme, Müllverbrennung, Biomasse sowie Erd- und Umgebungswärme erzeugt. Das langfristige Ziel von Wien Energie ist es, die Fernwärmeerzeugung bis 2040 vollständig zu dekarbonisieren, Dies soll vor allem durch die Nutzung von Abwärme mittels Großwärmepumpen, Tiefengeothermie und die Umstellung von Heizkraftwerken auf grünes Gas erreicht werden (Wien Energie GmbH, 2024).

Die prozentuale Aufteilung der Primärenergieträger gemäß §88 des Erneuerbare-Ausbau-Gesetzes (EAG) für das Jahr 2023 ist in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Aufschlüsselung der Primärenergieträger gemäß §88 EAG. Quelle: (Wien Energie GmbH, 2024).

Energieträgeranteile gemäß §88 EAG	
Erneuerbare Energie	16,71 %
Abwärme	19,03 %
KWK-Wärme (fossil)	54,98 %
Fossile Energie	9,29 %
Sonstige Energieträger	0,00 %

Der Primärenergiefaktor der Fernwärme Wien wird mit 0,3 angegeben. Im Jahr 2022 lag die CO_{2eq}-Emission der Fernwärmeproduktion bei 22 g CO_{2eq}/kWh. Dieser Konversionsfaktor ist im „Leitfaden WUKSEA“ (Punkt 8) der Stadt Wien festgelegt.

Das „Wiener Unabhängige Kontrollsystem für Energieausweise“ (WUKSEA) ist eine Datenbank, die der qualitätsgesicherten Registrierung von Energieausweisen für Wiener Gebäude dient. Seit dem 23. Juni 2015 müssen alle Energieausweise für Wiener Gebäude in dieser Datenbank erfasst werden. Der Energieausweis wird nach der OIB-Richtlinie 6 erstellt, wobei die Konversionsfaktoren für die Fernwärmeversorgung von Wien Energie auf Basis des Einzelnachweises gemäß der ÖNORM EN 15316-4-5 und den „Erläuternden Bemerkungen“ zur OIB-Richtlinie 6 festgelegt werden (Magistrat der Stadt Wien, 2020).

Die Zusammensetzung der Energiequellen, die zur Fernwärmeerzeugung verwendet werden, wird vom TÜV Austria (TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH) geprüft und zertifiziert. Diese Überprüfung stellt sicher, dass die Vorgaben des EAG eingehalten werden und die Fernwärmeproduktion transparent und nachvollziehbar erfolgt (TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH, 2024).

3.5.1 LINZ AG

Mit dem Fernwärmenetz der LINZ AG werden über 90 % aller öffentlichen Gebäude sowie rund 87.000 Wohnungen in Linz, Traun und Leonding mit Fernwärme versorgt. Die Wärme wird hauptsächlich durch Kraft-Wärme-Kopplung im Kraftwerkspark der LINZ AG erzeugt. Zusätzliche Versorgungssicherheit bietet der 65 Meter hohe Fernwärmespeicher im Kraftwerkspark Linz-Mitte.

Für die Fernwärmeerzeugung werden verschiedene Primärenergieträger eingesetzt, darunter Erdgas (61,5 %), Biomasse (11,2 %), Reststoffe (27,3 %) und Öl (als Reservebrennstoff) (Kennzahlen LINZ STROM GAS WÄRME GmbH). Der Anteil erneuerbarer Energieträger, wie Biomasse und Reststoffe, wächst kontinuierlich und liegt derzeit bei etwa 40 %. Dies wird durch den Betrieb eines Biomasseheizkraftwerks und eines Reststoffheizkraftwerks erreicht. Durch den geplanten Neubau einer Rauchgaskondensationswärmepumpe (genannt Wärmewandler) im Kraftwerkspark Linz-Mitte wird erwartet, dass dieser Anteil weiter erhöht werden kann. Die LINZ AG verfolgt das Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien an der Fernwärmeerzeugung bis zum Jahr 2035 auf 80 % zu steigern. Darüber hinaus ist eine

vollständige Umstellung auf 100 % erneuerbare Quellen bis 2040 geplant (LINZ STROM GAS WÄRME GmbH, 2024b).

In Tabelle 14 sind die Energieträgeranteile der Fernwärmerzeugung gemäß §88 des EAG aufgeschlüsselt (LINZ STROM GAS WÄRME GmbH, 2024a).

Tabelle 14: Energieträgeranteile gemäß §88 EAG (BGBl. I Nr. 233/2022). Quelle: (LINZ STROM GAS WÄRME GmbH, 2024a).

Energieträgeranteile gemäß §88 EAG	
Erneuerbare Energie	26,17 %
Abwärme	23,91 %
KWK-Wärme (fossil)	48,05 %
Fossile Energie	1,87 %
Sonstige Energieträger	0,00 %

Im Rahmen der energetischen Bewertung der Fernwärme im Netz der LINZ AG wurde der Primärenergiefaktor für die Lieferung von Fernwärme im Geschäftsjahr 10/2021 bis 09/2022 mit einem Wert von 0,99 ermittelt. Dieser Wert berücksichtigt den Brennstoffeinsatz, die Fernwärmelieferung sowie die elektrische Erzeugung im betrachteten Zeitraum. Die CO_2-Emissionen, die durch den Betrieb der Kesselanlagen und die gekoppelte Strom- und Wärmeproduktion in den KWK-Anlagen der LINZ AG entstehen, belaufen sich im genannten Geschäftsjahr auf 356,743 t CO_2. Gleichzeitig wird im Rahmen der Berechnung nach der ÖNORM EN 15316-4-5 eine Emissionsgutschrift aufgrund der Einspeisung des erzeugten KWK-Stroms in das öffentliche Netz in Höhe von -352,744 t CO_2 berücksichtigt. Unter Berücksichtigung dieser Emissionsgutschrift ergeben sich für die Fernwärmeversorgung der LINZ AG direkte CO_2-Emissionen von 3,50 t CO_2/GWh (3,5 g CO_2/kWh) (Theissing, 2023).

Die Bewertung der CO_2-Emissionen erfolgt nach der ÖNORM EN 15316-4-5, einer europäischen Norm zur Berechnung der Energie- und Emissionsbilanzen von Fernwärme. Da bei der KWK-Technologie sowohl Strom als auch Wärme erzeugt werden, wird der Stromanteil als Emissionsgutschrift behandelt. Das Gutachten zur energetischen Bewertung der Fernwärme im Netz Linz der Linz AG wurde von Matthias Theissing / Technisches Büro für Maschinenbau erstellt (Theissing, 2023).

3.5.2 Salzburg AG

Die Salzburg AG betreibt im Bundesland Salzburg mehrere Fernwärmenetze, darunter das größte Verbundnetz in Salzburg/Hallein, das über 27.000 Kund:innen versorgt. Neben dem Verbundnetz gibt es dezentrale Nahwärmenetze in den einzelnen Gemeinden. Die Fernwärmenetze der Salzburg AG nutzen Abwärme, Biomasse und Erdgas als Energieträger (Salzburg AG, 2024).

Zur Steigerung der Nachhaltigkeit errichtet die Salzburg AG eine neue Biomasse-Anlage, mit der der Anteil erneuerbarer Energieträger von derzeit 30 % auf 40 % erhöht werden soll. Der

Dekarbonisierungsfahrplan der Salzburg AG sieht bis 2030 eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien auf 50 % und bis 2040 auf 100 % vor (Quelle: Interview).

Die prozentuale Verteilung der Energieträger für das Jahr 2023 im Fernwärmenetz Salzburg-Hallein gemäß § 88 EAG ist in Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15: Energieträgeranteile gemäß §88 EAG. Quelle: (Salzburg AG, 2023).

Energieträgeranteile gemäß §88 EAG	
Erneuerbare Energie	25,15 %
Abwärme	2,88 %
KWK-Wärme (fossil)	58,26 %
Fossile Energie	12,11 %
Sonstige Energieträger	1,60 %

In den dezentralen Nahwärmenetzen liegt der Anteil erneuerbarer Energie zwischen 93,94 % und 99,64 %, wobei die Energieerzeugung überwiegend aus Biomasse erfolgt. Im Fernwärmenetz Golling wird die Heizwärme zu 99,14 % aus industrieller Abwärme des Kalkwerks Golling bereitgestellt (Salzburg AG, 2023).

Für das Jahr 2022 wurde für das Verbundnetz der Salzburg AG ein Primärenergiefaktor von 0,86 ermittelt. Die CO_2-Emissionen des Verbundnetzes betragen 75,28 t CO_2/GWh (75,28 g CO_2/kWh). Die Berechnung der CO_2-Emissionen erfolgt unter Verwendung der Brennstoffmehraufwandmethode gemäß der Norm CEN/CENELEC CWA 45547. Die Berechnung und Bescheinigung des Primärenergiefaktors und der CO_2-Emissionen der Fernwärme im Netz Salzburg-Hallein der Salzburg AG erfolgt durch das Technische Büro für Maschinenbau Theissing (Quelle: Interview).

3.5.3 Kelag Energie & Wärme GmbH

Die Kelag Energie & Wärme GmbH betreibt über 900 Heizzentralen und 85 Fernwärmenetze in ganz Österreich. Die erzeugte Wärme basiert hauptsächlich auf Bioenergie und Abwärme. In den eher kleineren Fernwärmenetzen kommen vor allem Biomassekessel zum Einsatz, die 80-90 % der benötigten Menge erbringen. Zur Abdeckung von Spitzenlasten und für zusätzliche Flexibilität werden fossile Energieträger eingesetzt (Kelag Energie & Wärme GmbH, 2024b).Gemäß den Vorgaben des EAG veröffentlicht die Kelag Energie & Wärme GmbH Informationen zu den die Energieträgeranteilen ihrer Fernwärmenetze auf der Homepage des Unternehmens. Der Anteil erneuerbarer Energieträger in den Fernwärmenetzen, die rund drei Viertel des gesamten Wärmeabsatzes ausmachen, liegt im Durchschnitt bei rund 90 %. In vielen Netzen wird ein Anteil erneuerbarer Energieträger von nahezu 100 % erreicht (Kelag Energie & Wärme GmbH, 2024a).

Der Primärenergiefaktor und die CO_2-Emissionen der einzelnen Fernwärmenetze werden nicht separat ermittelt. Für Kelag Energie & Wärme GmbH ist dies nicht notwendig. Dies liegt unter anderem daran, dass es im Fernwärmebereich gesetzliche Vorgaben gibt, die sich aus

Förderrichtlinien ableiten, wonach CO_2-Emissionen aus Biomasse mit einem CO_2-Emissionswert von Null bewertet werden. Darüber hinaus verfügt die Kelag Energie & Wärme GmbH über keine Zertifikate für ihre Fernwärme (Quelle: Interview).

3.5.4 Energie Steiermark

Die Energie Steiermark Wärme GmbH stellt seit vielen Jahren die Fernwärmeversorgung in der Stadt Graz, den südlichen Umlandgemeinden sowie in zahlreichen steirischen Bezirkshauptstädten und kleineren Marktgemeinden sicher. Insgesamt umfasst das Versorgungsnetz des Unternehmens 24 Wärmenetze.

Die Fernwärmeversorgung erfolgt sowohl dezentral in einigen Netzen, insbesondere in den Bezirkshauptstädten und kleineren Ortschaften, als auch zentral für den Großraum Graz. In den regionalen Netzen werden mehr als 80 % der Wärme aus erneuerbaren Energien und Abwärme erzeugt. Für die Wärmeversorgung im Großraum Graz werden hauptsächlich Erdgas-KWK-Anlagen eingesetzt (Quelle: Interview).

Die Aufteilung der im Fernwärmenetz Großraum Graz Süd der Energie Steiermark Wärme GmbH eingesetzten Primärenergieträger für den Zeitraum 01.01 bis 31.12.2023 gemäß EAG ist in Tabelle 16 ersichtlich.

Tabelle 16: Energieträgeranteile gemäß §88 EAG. Fernwärme Großraum Graz Süd. Quelle: (Energie Steiermark, 2024).

Energieträgeranteile gemäß §88 EAG	
Erneuerbare Energie	19,5 %
Abwärme	0,2 %
KWK-Wärme (fossil)	63,9 %
Fossile Energie	16,5 %
Sonstige Energieträger	0,0 %

Zusätzlich wird auch der Anteil für hocheffiziente, alternative Fernwärme angegeben, der im Fernwärmenetz Großraum Graz Süd 83,5 % beträgt (Energie Steiermark, 2024).

Die Primärenergiefaktoren sowie die CO_2-Emissionen der Fernwärmenetze der Energie Steiermark Wärme GmbH werden derzeit nicht berechnet. Im Rahmen der jährlichen Gutachtenerstellung wird lediglich der Anteil der erneuerbaren Energien und der Abwärme für jedes einzelne Netz ermittelt.

Die Zertifizierung der Fernwärme erfolgt durch das Ingenieurbüro Theissing. Damit wird bestätigt, dass der Anteil erneuerbarer Energien in den Fernwärmesystemen gemäß den Anforderungen des EAG ermittelt wird. Eine Zertifizierung hinsichtlich der CO_2-Emissionen der Fernwärme erfolgt derzeit nicht. Derzeit liegt der Fokus auf der Ermittlung des Anteils erneuerbarer Energien, ohne eine umfassende Berechnung der CO_2-Emissionen durchzuführen. Zukünftig könnte eine stärkere Fokussierung auf die Emissionswerte und eine entsprechende Zertifizierung von Bedeutung sein (Quelle Interview).

3.5.5 Energie AG

Die Energie AG betreibt zahlreiche Fernwärmeanlagen und versorgt damit viele Regionen in Österreich. Zu den wichtigsten Fernwärmesystemen gehören unter anderem Aschach a. d. Donau, Freistadt, Gmunden, Kirchdorf, Pregarten, Riedersbach, Vöcklabruck und Weichstetten. Die Fernwärmeerzeugung erfolgt auf unterschiedliche Weise. Neben der Nutzung industrieller Abwärme, etwa aus Zementwerken, setzt die Energie AG verstärkt auf Biomasse in Form von Biomassekraftwerken und -kesseln.

Die Energie AG verfolgt das Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien in ihrer Fernwärmeproduktion kontinuierlich zu erhöhen. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Strategie ist die Umstellung der gasversorgten Fernwärmenetze auf Biomasse, um den CO_2-Ausstoß zu reduzieren und den Einsatz erneuerbarer Energien zu erhöhen (Energie AG, 2024).

Information gemäß §88 (EAG) über den Energieträgeranteil im Fernwärmenetz sind in den jeweiligen Preisblättern angeführt. In Tabelle 17 sind Informationen zur Fernwärmeerzeugung in den Fernwärmenetzen für den Zeitraum von September 2023 bis August 2024 zusammengefasst.

Tabelle 17: Energieträgeranteile gemäß §88 EAG in den Fernwärmenetzen. Quelle: Eigene Zusammenstellung aus verfügbaren Preisblättern (Energie AG, 2024).

Fernwärmenetz	Erneuerbare Energie [%]	Fossile Energie [%]	Energiequellen
Aschach a. d. Donau (1,2)	99,6	0,4	Biomasse-KWK-Anlage, Biomassekessel, Gas-Kesselanlagen
Freistadt (1,2)	99	1	Biomassekessel mit solarthermischer Anlage, Gas-Kesselanlagen
Gmunden (2,3)	76 (Abwärme)	24	Abwärme aus Zementwerk, Pufferspeicher, hocheffiziente Kesselanlage
Kirchdorf (2,3)	22 (Abwärme)	78 (davon 55 KWK-Wärme)	Abwärme aus Zementwerk, hocheffiziente KWK-Anlage
Pregarten (1,2)	89	11	Biomassekessel, Gas-Kesselanlagen
Riedersbach	0	100	hocheffiziente Kesselanlagen
Vöcklabruck (1,2)	79	21 (davon 6 KWK-Wärme)	Biomasse KWK-Anlage, fossile KWK-Anlage
Weichstetten (1,2)	99	1	Biomassekessel mit solarthermischer Anlage, Öl-Kesselanlage

(1) hocheffiziente Fernwärme
(2) klimafreundliche Fernwärme
(3) qualitätsgesicherte Fernwärme

Zusätzlich wird auch angeben ob es sich in den jeweiligen Netzen um hocheffiziente, klimafreundliche oder qualitätsgesicherte Fernwärme handelt. Fernwärme gilt als hocheffizient, wenn mindestens 80 % der Energie aus erneuerbaren Quellen, hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen im Sinne der Richtlinie 2012/27/EU sonstiger Abwärme, die andernfalls ungenutzt bleibt oder einer Kombination dieser Energien/Wärmen stammen. Klimafreundliche Fernwärme liegt gemäß § 25 Umweltförderungsgesetz vor, wenn mindestens 50 % der Wärme aus erneuerbaren Quellen, Abwärme oder 75 % der Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder zu 50 % aus einer Kombination der genannten Quellen stammen. Fernwärme gilt gemäß Erneuerbare-Wärme-Gesetz § 2 als qualitätsgesicherte Fernwärme, wenn die Fernwärme zumindest zu 80% der Energie aus erneuerbaren Energieträgern, hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, aus Abwärme oder einer Kombination davon stammt.

Die Primärenergiefaktoren werden teilweise berechnet, aber nicht veröffentlicht. Die CO_2-Emissionen werden jährlich ermittelt, wobei die Berechnungen auf der Stromgutschriftmethode gemäß der ÖNORM EN 15316-4-5 basieren. Die Methode berücksichtigt die Nutzung von KWK-Anlagen und Stromgutschriften aus der gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme.

Die CO_2-Emissionen für die Fernwärmenetze der Energie AG variieren je nach Erzeugungsart der Fernwärme. Für die einzelnen Fernwärmenetze wurden folgende CO_2-Emissionen ermittelt:

- Fernwärmenetz Freistadt: 4,88 g CO_2/kWh
- Fernwärmenetz Gmunden: 57,87 g CO_2/kWh
- Fernwärmenetz Kirchdorf: 79,67 g CO_2/kWh
- Fernwärmenetz Pregarten: 35,44 g CO_2/kWh
- Fernwärmenetz Riedersbach: 349,19 g CO_2/kWh gemäß EN15316-4-5
- Fernwärmenetz Vöcklabruck: 4,45 g CO_2/kWh gemäß EN15316-4-5
- Fernwärmenetz Weichstetten: 10,66 g CO_2/kWh

Die Bescheinigung über die energetische Bewertung der Fernwärmenetze der Energie AG erfolgt durch das Technische Büro für Maschinenbau Theissing, wobei der aktuelle Energieträgeranteil gemäß den Vorgaben des EAG bestätigt wird. Diese Gutachten beinhalten auch die Berechnung der CO_2-Emissionen sowie des Primärenergiefaktors (Quelle: Interview).

3.5.6 EVN Wärme GmbH

Die EVN Wärme GmbH ist der größte Anbieter von Naturwärme in Österreich. Das Unternehmen betreibt mehr als 80 Biomasse-Fernwärmeanlagen in Niederösterreich, darunter vier Biomasse-KWK-Anlagen. Insgesamt betreibt die EVN rund 65 Fernwärmenetze.

Die Fernwärmeversorgung der EVN Wärme GmbH basiert zu einem großen Teil auf erneuerbaren Energieträgern, insbesondere Biomasse. In vielen der von EVN betriebenen Netze liegt der Anteil erneuerbarer Energiequellen bei über 90 %. Eine detaillierte Übersicht über den eingesetzten Brennstoffmix sowie der Emissionen ist auf der Homepage des

Unternehmens verfügbar. Der Primärenergiefaktor wird in den verfügbaren Daten nicht explizit angegeben (EVN, 2024).

Gemäß den Vorgaben der OIB-Richtlinie 6 betragen die THG-Emissionen der Fernwärmenetze:

- 51 g CO_{2eq}/kWh (nach der Richtlinie von 2015)
- 59 g CO_{2eq}/kWh (nach der Richtlinie von 2019).

EVN bietet darüber hinaus detaillierte Berechnungen der tatsächlichen Endenergieemissionen für einzelne Netze, die im Rahmen der TÜV-Zertifizierung erhoben wurden. Die angegebenen Werte sind dabei niedriger als die Standardwerte:

- Mittleres Schwarztal: 25 g CO_{2eq}/kWh
- Thermenregion Mitte: 39 g CO_{2eq}/kWh
- Wiener Neustadt: 34 g CO_{2eq}/kWh

Die Unterschiede zwischen den TÜV-zertifizierten Werten und den Standardwerten der OIB-Richtlinie lassen sich durch unterschiedliche Bewertungsmethoden erklären.

Die OIB-Richtlinie legt Standardwerte fest, die als allgemeine Vorgaben für die Bewertung von Treibhausgasemissionen in Fernwärmesystemen dienen. Sie berücksichtigen keine spezifischen Betriebsdaten oder den tatsächlichen Brennstoffmix eines einzelnen Netzes. Die TÜV-Zertifizierung basiert auf konkreten Messdaten und Berechnungen. Dabei werden Faktoren wie der tatsächliche Brennstoffmix, die Effizienz der Anlage, der Anteil erneuerbarer Energien und die Nutzung von Abwärme ein.

Die Fernwärme der EVN Wärme GmbH wird in drei Netzen durch eine unabhängige TÜV-Zertifizierung geprüft und verifiziert. Im Rahmen dieser Zertifizierung werden die Treibhausgasemissionen auf Basis der tatsächlich beim Endverbraucher verbrauchten Endenergie berechnet. Die TÜV-Zertifizierung zeigt, dass die dort angegebenen Emissionen in den geprüften Netzen unter den standardisierten Vorgabewerten liegen (EVN, 2024).

3.5.7 Überblick und Zusammenfassung

Eine Zusammenfassung der Bewertungsmethoden der betrachteten österreichischer Fernwärmeversorger ist in Tabelle 18 dargestellt und bietet einen Vergleich der Anteile erneuerbarer Energien, der Primärenergie- und der CO_2-Emissionsfaktoren sowie der verwendeten Berechnungsmethoden und Zertifizierungen.

Tabelle 18: Vergleich der Bewertungen der Fernwärme-Produkte österreichischer Fernwärmeanbieter. Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Anbieter	Produktname	Anteil erneuerbarer Energien	Primär-energiefaktor [-]	CO_2-Emissionen	Berechnungsmethode	Zertifizierungen
Wien Energie GmbH	Fernwärme Netz Wien	16,71 %	0,3	22,0 g CO_{2eq}/kWh	ÖNORM EN 15316-4-5 in Verbindung mit OIB-Richtlinie 6	TÜV Austria
LINZ AG	Fernwärme Netz Linz	26,17 %	0,99	3,5 g CO_2/kWh	ÖNORM EN 15316-4-5 Stromgutschriftmethode	Technisches Büro für Maschinenbau Theissing
Salzburg AG	Fernwärme Netz Salzburg-Hallein	25,15 %	0,86	75,28 g CO_2/kWh	ÖNORM EN 15316-4-5 CEN/CENELEC CWA 45547 (Brennstoffmehraufwandsmethode)	Technisches Büro für Maschinenbau Theissing
Energie AG	Verschiedene Netze	bis zu 99 %	-	Zwischen 4,45 und 349,19 g CO_2/kWh	ÖNORM EN 15316-4-5 Stromgutschriftmethode	Technisches Büro für Maschinenbau Theissing
EVN	Rund 65 Fernwärmenetze	Zwischen 80 % und 90 %	-	59 g CO_{2eq}/kWh	OIB-Richtlinie 6 / 2019 Standard- bzw. Vorgabewert	-
	Mittleres Schwarztal	85 %	-	25 g CO_{2eq}/kWh	TÜV-Zertifizierung (berechnete Endenergie beim Kund:innen)	TÜV

	Thermenregion Mitte	81 %	-	39 g CO_{2eq}/kWh		
	Wiener Neustadt	83 %	-	34 g CO_{2eq}/kWh		
Kelag Energie & Wärme GmbH	85 Fernwärmenetze	Durchschnittlich etwa 90 %	-	-	-	-
Energie Steiermark	Netz Großraum Graz Süd	19,5 %	-	-	-	Technisches Büro für Maschinenbau Matthias Theissing

Die untersuchten Fernwärmeversorger verwenden unterschiedliche Bewertungsmethoden. Die wichtigsten Kennzahlen zur Bewertung von Fernwärme-Produkten sind der Anteil erneuerbarer Energien, der CO_2-Emissionsfaktor und der Primärenergiefaktor.

- **Anteil erneuerbarer Energien**: Der Anteil erneuerbarer Energien ist bei den Fernwärmeanbietern sehr unterschiedlich. Insbesondere große Fernwärmenetze in städtischen Gebieten haben oft noch einen relativ geringen Anteil an erneuerbaren Energien, während kleinere, dezentrale Netze fast 100 % erneuerbare Energien einsetzen und fossile Energieträger nur zur Abdeckung von Spitzenlasten oder zur Ausfallssicherheit einsetzen.
- **Primärenergiefaktor (PEF):** Dieser Faktor gibt an, wie effizient die eingesetzte Primärenergie in Fernwärmesystemen genutzt wird. Allerdings wird dieser nur von wenigen Fernwärmeanbietern angegeben.
- **CO_2-Emissionsfaktor:** Der CO_2-Emissionsfaktor ist ein wichtiger Indikator für die klimafreundliche Wirkung von Fernwärmesystemen. Auch hier zeigen sich deutliche Unterschiede, die möglicherweise auf unterschiedliche Berechnungsmethoden oder die eingesetzten Energieträger zurückzuführen sind. Während bei einigen Fernwärmeanbietern lediglich die CO_2-Emissionen berechnet werden, werden in anderen Fernwärmenetzen sämtliche THG-Emissionen in den Berechnungen berücksichtigt und als CO_{2eq} ausgewiesen.

Die Bewertung der Fernwärme und die Berechnung der Kennzahlen erfolgt bei den befragten Fernwärmeanbietern nach anerkannten Normen wie der ÖNORM EN 15316-4-5 oder der OIB-Richtlinie 6. Die ÖNORM EN 15316-4-5 ist die am häufigsten verwendete Methode, wobei hier meist die Stromgutschriftmethode als Allokationsansatz zur Ermittlung der CO_2-Emissionen bei KWK-Anlagen verwendet wird. Zertifizierungen werden vom TÜV Austria sowie vom Technischen Büro für Maschinenbau Theissing erstellt.

4 Anerkennung im üblichen CO_2-Accounting

Die **CO_2-Bilanzierung** (auch Treibhausgas-Bilanzierung oder CO_2-Accouting) ermöglicht es Unternehmen/Organisationen direkte oder indirekt erzeugte Treibhausgasemissionen zu quantifizieren. CO_2 ist eines der bedeutsamsten Treibhausgase, daher wird allen anderen Treibhausgasen ein CO_2-Äquivalent zugeordnet.

Bei der Erstellung einer CO_2-Bilanz ist zwischen der Anwendung auf Produkte, Dienstleistungen und Gesamtunternehmen zu unterschieden.

Bei der CO_2-Bilanzierung der Johannes Kepler Universität handelt es sich um eine CO_2-Bilanz für die gesamte Universität (Gesamtunternehmen). Im Rahmen des CO_2-Accountings werden die Treibhausgas-Emissionen der Scopes 1, 2 und 3 erfasst, um eine Datenbasis für das Monitoring und die Reduktion zu haben. Für Fernwärme-beziehende Unternehmen fällt Fernwärme als zugekaufter Energieträger unter Scope 2. Die Emissionen werden aktuell auf Basis von mit unterschiedlichen internationalen Leitlinien erfasst.

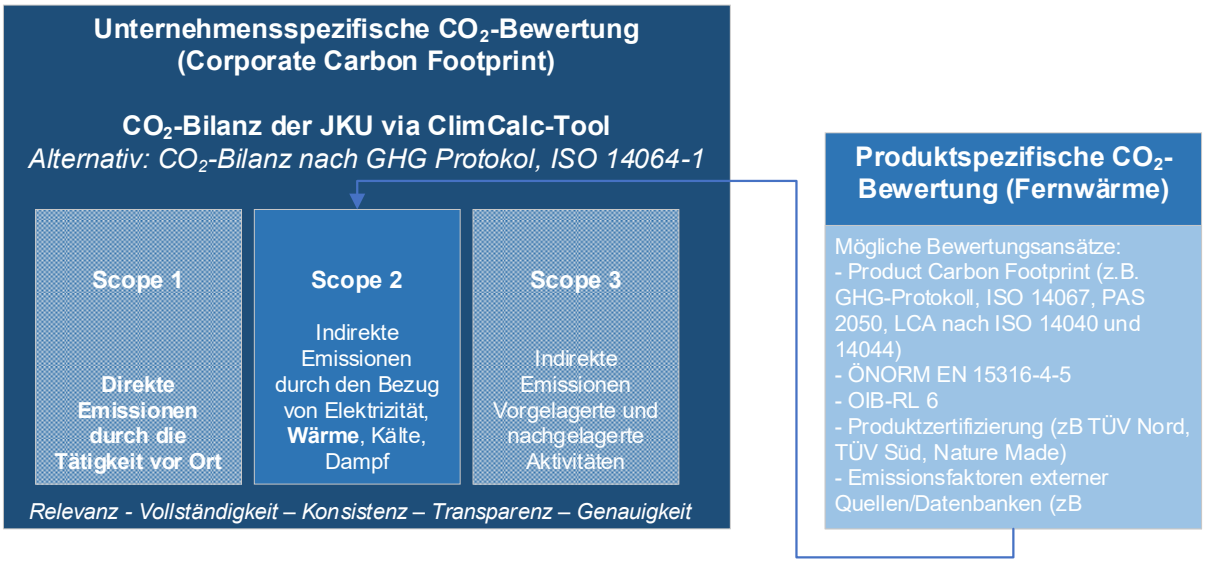


Abbildung 4: Übersicht CO_2-Accounting & Bewertungsmöglichkeit von Fernwärme. Quelle: Eigene Darstellung.

Für das Produkt Fernwärme kann eine produktspezifische CO_2-Bilanz (Product Carbon Footprint) erstellt werden, die die Emissionen ausweist und die in weiterer Folge von der Universität angesetzt werden können. Betrachtet werden die CO_2-Emissionen entlang des gesamten Lebenszyklus des Produktes, wobei unterschiedliche Systemgrenzen betrachtet werden können (z.B. Cradle-to-gate – eingekaufter Rohstoff bis zur Auslieferung, Cradle-to-grave – eingekaufter Rohstoff bis zur Entsorgung). Wie am Beispiel der JKU deutlich wird, wird der produktspezifische Fußabdruck immer wichtiger, da viele treibhausgasbilanzierende Unternehmen über die CO_2-Emissionen der von ihnen gekauften Produkte informiert werden wollen.

Bei der Fernwärme handelt es sich seitens der Fernwärmeerzeugung um eine produktspezifische CO_2-Bilanz, bei einem CO_2-bilanzierenden Unternehmen um eine indirekte Emission durch Bezug eines Energieträgers (Scope 2).

In den nachfolgenden Kapiteln werden die wesentlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen des CO_2-Accountings näher beleuchtet. Dabei wird aufgezeigt, auf welchen Standards und gesetzlichen regulatorischen Anforderungen die Ermittlung der Treibhausgasemissionen basiert und welche Vorgaben im Rahmen des CO_2-Accountings anerkannt werden. Ein besonderer Fokus liegt auf der Behandlung von THG-Bruttoemissionen im Scope 2, insbesondere im Kontext von Fernwärme. Die Abgrenzung zum EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS) wird aufgezeigt.

Darüber hinaus werden die spezifischen Funktionen und Grenzen des ClimCalc-Tools – insbesondere im Scope 2 – dargestellt, um zu veranschaulichen, welche Berechnungen und Bewertungen mit dem Tool möglich sind – und welche nicht. Ziel ist es, ein klares Verständnis der regulatorischen Anforderungen und technischen Möglichkeiten zu vermitteln, die für eine transparente und belastbare CO_2-Bilanzierung erforderlich sind.

4.1 Methoden

Im Kapitel 4 „Anerkennung im üblichen CO2-Accounting“ wurden zwei methodische Ansätze verfolgt. Der erste Ansatz bestand darin, den aktuellen Stand, die Entwicklung sowie gängige Vorgehensweisen im CO_2-Accounting darzustellen. Der zweite Ansatz war eine qualitative Expert:innen-Befragung, um die gelebte Praxis zu beleuchten.

Es wurde eine umfassende Literatur- und Webrecherche durchgeführt. Dabei kamen auch wissenschaftliche Plattformen wie Science Direct und Google Scholar zum Einsatz. Die Ergebnisse dieser Recherche bildeten die Grundlage für die Expert:innen-Interviews. Insgesamt wurden neun Expert:innen befragt, die aufgrund ihrer fachlichen Expertise ausgewählt wurden. Darunter waren:

- **Vier Wirtschaftsprüfer:innen** der Unternehmen KPMG Austria GmbH, Ernst & Young Wirtschaftsprüfungsgesellschaft m.b.H., BDO Austria Holding Wirtschaftsprüfung GmbH und LeitnerLeitner GmbH,
- **Vier Nachhaltigkeitsexpert:innen** aus den Unternehmen voestalpine Stahl GmbH, Tiger Coatings, Peneder Gruppe und Salesianer Group,
- **Ein Energieauditor**.

Namen und Unternehmen werden nicht direkt den Aussagen zugeordnet, um Anonymität zu gewährleisten. Der Erstkontakt mit den Expert:innen erfolgte per E-Mail, die Interviews wurden in Online-Meetings geführt. Die Befragung folgte dem Leitfadeninterview-Ansatz.

Die Methode der Expert:innen-Befragung ermöglicht eine hohe interne Validität und eignet sich zur Ableitung tatsächlicher Zusammenhänge. Die argumentativ begründeten und umfassend dargestellten qualitativen Ergebnisse sind jedoch nicht statistisch signifikant. Durch diese mehrdimensionale Vorgehensweise werden sowohl regulatorische Anforderungen als auch praxisnahe Herausforderungen und Lösungsansätze berücksichtigt.

4.2 Bestehende Standards und regulatorische Anforderungen

Im Folgenden werden bekannte internationale Carbon Accounting Standards vorgestellt. Danach werden die gesetzlichen Regularien zusammengefasst. Abschließend wird eine Conclusio aus der Zusammenführung der Regularien und Standards abgeleitet.

4.2.1 Carbon Accounting Standards

Unter Carbon Accounting Standards werden Richtlinien und Vorgaben bezeichnet, die Unternehmen dabei unterstützen, ihre Treibhausgasemissionen zu erfassen, zu quantifizieren und zu berichten. Die Standards sollen eine einheitliche Vorgehensweise sicherstellen und die Ergebnisse verschiedener Unternehmen vergleichbar machen.

Vorweg sei klargestellt, dass Carbon Accounting Standards, also Standards/Normen zur Erstellung einer CO_2-Bilanz, von den Standards/Normen des Reportings (also den Berichterstattungspflichten von Unternehmen) zu unterscheiden sind.

Unterschiedliche Organisationen haben dafür verschiedenste Normen aber auch Zertifikate für die CO_2-Bilanzierung bzw. zur Berechnung eines produktbezogenen CO_2-Fußabdrucks entwickelt (Gogolin & Klaas-Wissing, 2015; Spuler, 2023). Es gibt verschiedene Carbon Accounting Standards bzw. standardisierte Methoden zur CO_2-Bilanzierung, die anerkannt sind. Allerdings gibt es nicht den einen universellen Standard, der exklusiv oder verpflichtend für Unternehmen oder Organisationen gilt. In Österreich hat sich für Bildungseinrichtungen das ClimCalc-Tool etabliert, das auf dem GHG-Protokoll als Standard aufbaut.

In der Literatur werden primär folgende Standards als wichtigste Regelwerke genannt (Valls-Val & Bovea, 2021):

4.2.1.1 Greenhouse Gas Protocol (GHG-Protokoll)

Das GHG-Protokoll wurde vom World Resources Institute (WRI) und dem World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) entwickelt und bietet für Unternehmen und anderen Einrichtungen einen Rahmen, ihre Treibhausgasemissionen zu messen und zu berichten. Das GHG-Protokoll ist eine Standardreihe zur Erfassung und Berichterstattung von THG-Emissionen. Diese Standards ergänzen sich gegenseitig und werden kontinuierlich weiterentwickelt. Es handelt sich dabei um die bekanntesten und verbreitetsten Standards zur CO_2-Bilanzierung. Angewendet wird das GHG-Protokoll beim unternehmensbezogenen Fußabdruck, dem produktbezogenen Fußabdruck und dem Projekt-Fußabdruck (Greenhouse Gas Protocol).

Beispiele für Standards sind (Greenhouse Gas Protocol):

- Corporate Accounting and Reporting Standard: enthält Leitlinien für die Erstellung der Treibhausgasemissionsbilanz auf Unternehmensebene (Smith, World Business Council for Sustainable Development, & World Resources Institute, 2004). Der Standard wurde mit der Scope 2 Guidance (2015) zum letzten Mal aktualisiert (Sotos, 2015).
- Corporate Value Chain (Scope 3) Standard: ermöglicht die Bewertung der Emissionen der gesamten Wertschöpfungskette des Unternehmens (World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, 2011).

- Product Standard: hilft die Emissionen von Produkten während des gesamten Lebenszyklus zu bewerten (World Resources Institute and World & Business Council for Sustainable Development, 2011).

Die Treibhausgas-Bilanzierung über den Produktlebenszyklus stützt sich auf den Lebenszyklusansatz (LCA) (siehe ISO-Ökobilanzstandards 14040:2006 und 14044:2006 und dem PAS 2050 Standard (Gogolin & Klaas-Wissing, 2015; World Resources Institute and World & Business Council for Sustainable Development, 2011, S. 21).

Weitere sektorübergreifende und sektorspezifische Berechnungstools und Leitfäden stehen auf der Webseite der GHG Protocol Initiative kostenlos zur Verfügung. Die Tools bieten schrittweise Anleitungen und elektronische Arbeitsblätter, um Benutzer:innen bei der Berechnung von Treibhausgasemissionen zu unterstützen. Die Tools wurden entwickelt, um die Genauigkeit der Emissionsdaten auf Unternehmensebene zu erhöhen (Smith u. a., 2004, S. 4).

Das GHG-Protokoll legt die Methodik und den Prozess zur Bewertung umfassend dar. Das Protokoll wurde von zwei privaten Organisationen herausgegeben. Trotz der sicherlich hohen Qualität handelt es sich um keine Norm, sondern um eine Leitlinie die teilweise Interpretationsspielraum zulässt.

4.2.1.2 International Organization for Standardization (ISO)

Die Internationale Organisation für Normung (ISO) ist ein weltweiter Zusammenschluss nationaler Normungsorganisationen. Sie entwickelt internationale Standards für nahezu alle Bereiche, darunter auch Normen zur CO_2-Bilanzierung.

Die ISO 14064-Serie besteht aus drei Normen (DIN ISO 14064-1, DIN ISO 14064-2 und DIN ISO 14064-3), die Leitlinien für die Quantifizierung, Überwachung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen bieten. Die Normenreihe wurde im Jahr 2012 in Anlehnung an das ursprüngliche GHG-Protokoll veröffentlicht und legt Mindeststandards fest. Ziel ist es, die Inhalte und Anforderungen des GHG-Protokolls konkret zu formulieren, sodass eine externe Prüfung und Zertifizierung durchgeführt werden kann (Rüdiger, 2018). Die ISO 14064-1 hat die Erfassung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen auf der gesamten Unternehmensebene (Corporate Carbon Footprint) im Fokus, bei der ISO 14064-2 liegt der Fokus auf Projekten (Project Carbon Footprint) und bei der ISO 14064-3 auf der Validierung/Zertifizierung von Treibhausgasinformationen.

Bei der ISO/TR 14069:2013 handelt es sich um ein technisches Regelwerk (als Ergänzung zu ISO 14064-1), mit zusätzlicher Anleitung zur Quantifizierung und Verminderung von THG-Emissionen.

Die ISO 14067 betrachtet die Treibhausgasemission auf Produkt- oder Dienstleistungsebene über den gesamten Lebenszyklus (Ökobilanz/Life Cycle Assessment). Die ISO 14067 basiert auf bereits existierenden ISO-Standards wie der Lebenszyklus-Analyse (ISO 14040, ISO 14044), Richtlinien für ökologische Label (ISO 14020 Serie) und Produktkategorie-Regeln (ISO 14025) (ISO, 2018, S. 6–7).

4.2.1.3 British Standards Institution (BSI)

Das BSI ist eine internationale Normungsorganisation, die mit der Publicly Available Specification (PAS) 2050 die erste Norm für die CO_2-Bilanz eines Produktes erstellt hat. Die PAS 2050 ist eine Methodik zur Bewertung der Treibhausgasemissionen von Produkten und Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus und wurde 2008 veröffentlicht und 2011 überarbeitet. Sie gilt als erster Standard in diesem Bereich (Universität Potsdam, Lewandowski, Ullrich, & Gronau, 2021). Im Standard wird zwischen zwei Methoden der Bilanzierung unterschieden – der Business-to-Business Methode (Fokus auf Material, Herstellung und Vertrieb) und der Business-to-Customer Methode, die den gesamten Lebenszyklus betrachtet (Motika, 2023, S. 5ff). Die PAS 2060 (2014) ergänzt die PAS 2050 durch eine Zertifizierung der Organisationen selbst, die ihre Treibhausgasemissionen quantifizieren, reduzieren und ausgleichen wollen (The British Standards Institution, 2025).

4.2.1.4 Abschließender Überblick über die wesentlichsten Reporting-Standards

Die drei genannten Standards basieren auf ähnlichen Konzepten, was unter anderem daran liegt, dass sie bei ihrer Entwicklung teilweise auf die bereits bestehenden Dokumente zurückgegriffen haben bzw. sich daran orientieren. Die Literatur verweist auf die drei dargestellten, bedeutenden Standards zur Bilanzierung von Treibhausgasemissionen. Alle Standards zielen auf die Standardisierung der Bewertung von Treibhausgasen ab, unterscheiden sich jedoch im Umfang. PAS konzentriert sich ausschließlich auf die THG-Bewertung, während das GHG-Protokoll und die ISO-Standards auch die Berichterstattung einschließen. Der **Corporate Carbon Footprint** wird durch das **GHG-Protokoll und die ISO 14064-1** abgedeckt, während der **Product Carbon Footprint** durch das **GHG-Protokoll, die ISO 14067** (mit ISO 14040, ISO 14044) **und PAS 2050** bewertet werden kann (Motika, 2023, S. 4).

4.2.2 Wesentliche regulatorische Anforderungen

Nachdem die wesentlichen Reporting-Standards für die CO_2-Bilanzierung von Unternehmen und Produkten dargestellt wurden, ist es notwendig, den Blick auf die regulatorischen Anforderungen zu richten. Diese spielen eine entscheidende Rolle, da sie die Verpflichtungen und Rahmenbedingungen vorgeben. Ein Verständnis der regulatorischen Anforderungen ermöglicht es, den passenden Standard auszuwählen und dessen Anwendung gezielt an die gesetzlichen Vorgaben auszurichten.

Aktuell gibt es in Europa zwei wesentliche regulatorische Anforderungen zur CO_2-Bilanzierung von Unternehmen. Die Corporate Sustainable Reporting Directive (CSRD) mit der Verpflichtung zur Nachhaltigkeitsberichterstattung, welche von bestimmten Unternehmen (die in der CSRD angeführt werden) eine CO_2-Bilanz obligatorisch verlangt und die Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD), die Unternehmen zu einem Übergangsplan zum Klimaschutz verpflichtet, der auf Basis der CO_2-Bilanzierung erstellt werden muss. Beim Nachhaltigkeits- und Diversitätsverbesserungsgesetz (NaDiVeG) handelt es sich um das derzeit (noch) gültige österreichische Recht.

4.2.2.1 CSRD: Verpflichtung zur Nachhaltigkeitsberichterstattung

Die **Corporate Sustainable Reporting Directive** (CSRD) ist eine 2023 in Kraft getretene EU-Richtlinie, die die Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen neu regelt und die **Non Financial Reporting Directive** (NFRD) (mit dem Global Reporting Initiative Reporting (GRI) Standard) ablöst.

Ziel der CSRD ist es, die nichtfinanzielle Berichterstattung mit den Zielen des EU-Aktionsplans zur Finanzierung nachhaltiger Entwicklung in Einklang zu bringen. Berichtet werden sollen vergleichbare, standardisierte und verlässliche Informationen, um Stakeholder über soziale und ökologische Auswirkungen der betrieblichen Tätigkeit des Unternehmens zu informieren.

Der Kreis der berichtspflichtigen Unternehmen innerhalb der EU hat sich durch die CSRD erweitert. Die Einführung erfolgt schrittweise und ist nach Kategorien von Unternehmen gestaffelt. Erstmals kam die CSRD für das Geschäftsjahr 2024, für große Unternehmen von öffentlichem Interesse (PIEs) mit über 500 Mitarbeiter:innen und die bereits der NFRD unterliegen, zur Anwendung. Der Kreis der berichtspflichtigen Unternehmen innerhalb der EU vergrößert sich kontinuierlich: Bei großen Unternehmen (nach gesetzlicher Definition, wenn Unternehmen zwei dieser Kriterien erfüllen: Nettoumsatz von 50 Mio. Euro, Bilanzsumme von 25 Mio. Euro, 250 Beschäftigte im Jahresdurchschnitt) erfolgt die erste Nachhaltigkeitsberichterstattung für das Geschäftsjahr 2025, für gelistete KMU 2026 und für Unternehmen aus Drittländern 2028 (Wirtschaftskammer Österreich, 2025). Eine weitere wesentliche Neuerung ist, dass Unternehmen dadurch den Nachhaltigkeitsbericht im Lagebericht veröffentlichen müssen. Zusätzlich ist auch eine elektronische Einreichung inkl. dem Tagging bestimmter Informationen vorgesehen. Der Lagebericht muss den Grundsatz der ordnungsmäßigen Lageberichterstattung entsprechen (vollständig, wahr und klar) und wird von einer/einem Wirtschaftsprüfer:in geprüft. Aktuell handelt es sich um eine Prüfung mit begrenzter Sicherheit durch Abschlussprüfer (Lerner, 2023).

Die CSRD verlangt von Unternehmen, die Berichterstattung gemäß **European Sustainable Reporting Standards (ESRS)** verpflichtend aufzusetzen, welche die Rahmenbedingungen der Berichterstattung nach Environmental, Social und Governance (ESG)-Aspekten festlegen (Delegierte Verordnung 2023/2772/EU; Richtlinie 2022/2464/EU, 2023). Die European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG) veröffentlichte im November 2022 die finalen Drafts der ESRS, die seit Juli 2023 als delegierter Rechtsakt veröffentlicht wurden (Delegierte Verordnung 2023/2772/EU; Lerner, 2023, S. 59ff). Eine Umsetzung der CSRD in nationales Recht war innerhalb von 18 Monaten vorgesehen (Bundesministerium für Justiz, 2025).

Die Europäischen Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung (ESRS) bestehen aus vielen verschiedenen Standards. Die ESRS legen fest, welche Informationen ein Unternehmen zu seinen wesentlichen Auswirkungen, Risiken und Chancen in den Bereichen Umwelt, Soziales und Governance im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsaspekten offenlegen muss, sofern diese als wesentlich einzustufen sind. Die ESRS 1 enthält beispielsweise allgemeine Anforderungen um Klarheit und Struktur im Nachhaltigkeitsbericht zu gewährleisten. Die ESRS 2 informiert über Allgemeine Angaben. Zusätzlich gibt es themenübergreifende ESG-Angabepflichten (fünf Environment-Standards zu den Themen Klimawandel (ESRS E1), Umweltverschmutzung (ESRS E2), Wasser- und Meeresressourcen (ESRS E3), Biologische Vielfalt (ESRS E4) und Ökosysteme (ESRS E5) sowie Ressourcennutzung und

Kreislaufwirtschaft (ESRS E6), vier Social-Standards zu den Themen Eigene Belegschaft (ESRS S1), Arbeitskräfte in der Wertschöpfungskette (ESRS S2), Betroffene Gemeinschaften (ESRS S3) und Verbraucher und Endnutzer (ESRS S4) und einen Governance-Standard zur Unternehmenspolitik (ESRS G1)) (Delegierte Verordnung 2023/2772/EU). Eine weitere Veröffentlichung zusätzlicher Standards mit branchenspezifischen Angabepflichten ist geplant (Umweltbundesamt.de, 2024).

Ist ein Unternehmen zur Nachhaltigkeitsberichterstattung verpflichtet, zählen CO_2-Kennzahlen bzw. das CO_2-Accouting zum obligatorischen Teil der Nachhaltigkeitsberichterstattung. Der **ESRS** lehnt sich, genau wie davor der **GRI-Standard**, an das **GHG-Protokoll** an (Delegierte Verordnung 2023/2772/EU). In der Berechnungsanleitung (AR 39) der ESRS E1 wird darauf hingewiesen, dass die Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien des GHG-Protokolls (Version 2004) bzw. die Anforderungen der Norm EN ISO 14064-1:2018 zu berücksichtigen sind (Delegierte Verordnung 2023/2772/EU, S. 97f).

Die Europäische Kommission schlug, als Entlastung für die Wirtschaft, das „**Omnibus Paket**“ vor. Das Omnibus Paket soll eine Vereinfachung im Bereich der Nachhaltigkeit schaffen und die Berichtspflichten von Unternehmen zeitlich aufschieben bzw. für bestimmte Unternehmen streichen. Dies hat direkte Auswirkungen auf die CSRD. Die verpflichtende Nachhaltigkeitsberichterstattung würde 80 % der bisher betroffenen Unternehmen nicht mehr erfassen. Der erste Entwurf des Omnibus-Pakets wurde am 26. Februar 2025 von der europäischen Kommission veröffentlicht (Bundesministerium für Justiz, 2025; Europäische Kommission, 2025).

Das österreichische Bundesministerium für Justiz hat am 13. Jänner 2025 einen Entwurf in Form des **Nachhaltigkeitsberichtsgesetz (NaBeG)** zur allgemeinen Begutachtung abgeschickt. Aktuell wird überlegt, wie das NaBeG in Österreich umgesetzt werden kann, ohne die Unternehmen zur Berichterstattung zu verpflichten, die durch den Omnibus Rechtsakt nicht mehr berichtspflichtig sind (Bundesministerium für Justiz, 2025; Europäische Kommission, 2025).

Die CSRD ist im Jahr 2023 in Kraft getreten. Dies hat dazu geführt, dass zahlreiche Unternehmen ein Nachhaltigkeitsreporting inkl. CO_2-Bilanz aufgebaut oder damit gestartet haben. Während viele Unternehmen an der Entwicklung und Implementierung arbeiten, wurde das Omnibus-Paket veröffentlicht, das erhebliche Auswirkungen auf das Reporting und den berichtspflichtigen Unternehmenskreis hat. In Kombination mit dem derzeit nicht umgesetzten Nachhaltigkeitsberichtsgesetz in Österreich entstehen/entstanden daher einige Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Berichterstattungspflicht. Nach Art. 288 AEUV bedürfen EU-Richtlinien einer Umsetzung durch die Mitgliedsstaaten. Dadurch, dass die CSRD noch nicht in nationales Recht umgesetzt wurde, ist diese in Österreich (rein rechtlich) nicht anwendbar. Bei der ESRS handelt es sich um eine Delegierte Verordnung und diese sind unmittelbar anwendbar. Durch das fehlende nationale Recht, greift aber auch hier die Pflicht zur Anwendung noch nicht.

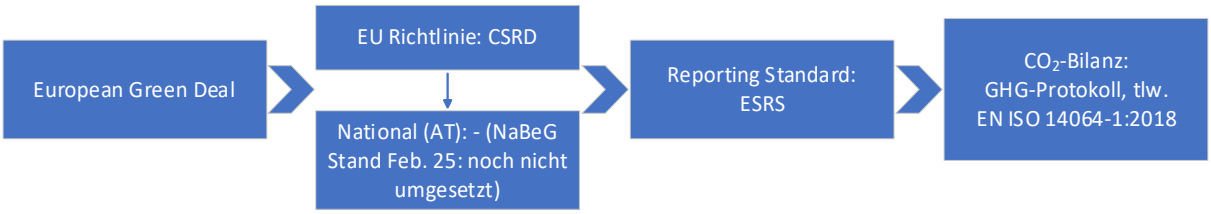


Abbildung 5: Verweiskette: Regulatorische Anforderung CSRD, Reporting Standard und Carbon Accounting Standards. Quelle: Eigene Darstellung.

Die Abbildung 5 beschreibt den Zusammenhang von gesetzlichen Regularien, Reporting Standards der Nachhaltigkeitsberichterstattung und der Carbon Accounting Standards. Die **CSRD** ist eine EU-Richtlinie, die aus dem **Green Deal** der Europäischen Union hervorgegangen ist. Die Richtlinie fordert von den Mitgliedstaaten, eine **Umsetzung** in nationales Recht (vgl. NaBeG-Entwurf). Im Rahmen der CSRD wird für die **Nachhaltigkeitsberichterstattung** auf den **ESRS Reporting-Standard** verwiesen. Dieser Standard legt fest, wie Unternehmen ihre Nachhaltigkeitsleistung berichten müssen. Die ESRS ihrerseits verweist in Bezug auf die CO_2-Bilanz auf die **Carbon Accounting Standards**. Genannt werden das GHG-Protokoll und die ISO 14064-1:2018. Schlussfolgernd sind im Rahmen des Green Deals das GHG-Protokoll bzw. die ISO-Norm die anzuwendenden Standards. Wird der Standard ISO 14064-1 verwendet, ist jedoch im Scope 2 der marktbezogene Ansatz des GHG-Protokolls zu berücksichtigen (Europäische Kommission, 2023, S. 97f).

4.2.2.2 NFRD und NaDiVeG – GRI Standard

Auf europäischer Ebene verpflichtete die Non Financial Reporting Directive (NFRD)) seit 2014 große kapitalmarktorientierte Unternehmen mit >500 Mitarbeiter:innen, Kreditinstitute und Versicherungsunternehmen Angaben über ihre Nachhaltigkeitsperformance offenzulegen. In Österreich wird die nationale Umsetzung durch das Nachhaltigkeits- und Diversitätsverbesserungsgesetz (NaDiVeG) geregelt. Nachdem die CSRD noch nicht in österreichisches Recht umgesetzt wurde, handelt es sich bei der **NaDiVeG derzeit** (noch) um das **gültige österreichische Recht**.

Die Global Reporting Initiative (GRI) existiert seit 1997 und ist eine gemeinnützige Organisation mit dem Ziel Nachhaltigkeitsberichterstattungsstandards zu definieren. Die GRI hat **GRI-Standards** erarbeitet, die sich als Orientierungshilfe bei der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen, Regierungen und Nichtregierungsorganisationen etabliert haben. In den Erläuterungen des NaDiVeGs wird darauf hingewiesen, dass die GRI-Standards berücksichtigt werden sollen (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2024). Die GRI-Standards soll helfen, sich zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitsberichten zu orientieren und diese zu vergleichen. Unter GRI-305 werden die Treibhausgasemissionen eines Unternehmens erfasst und auf das GHG-Protokoll (GHG Protocol Corporate Standard und GHG Protocol Corporate Value Chain Standard) als Leitfaden für die CO_2-Bilanzierung verwiesen (Global Sustainability Standards Board, 2018, S. 4).

Abbildung 6: Verweiskette: Regulatorische Anforderungen NFRD/NaDiVeG, Reporting Standard und Carbon Accounting Standard. Quelle: Eigene Darstellung.

Die EU-Richtlinie wurde durch die CSRD abgelöst (siehe Kapitel 4.2.2.1 CSRD: Verpflichtung zur Nachhaltigkeitsberichterstattung) Auf österreichischer Ebene ist das NaDiVeG noch gültig, wahrscheinlich zumindest solange bis durch das NaBeG eine Neufassung erfolgt.

Die EU-Richtlinie NFRD wurde durch die CSRD abgelöst (siehe Kapitel 3.2.2.1 CSRD: Verpflichtung zur Nachhaltigkeitsberichterstattung). Auf österreichischer Ebene ist das NaDiVeG noch gültig, wahrscheinlich zumindest solange bis durch das NaBeG, derzeit im Entwurfsstatus, eine Neufassung erfolgt.

4.2.2.3 CSDDD: Übergangsplan zum Klimaschutz (auf Grundlage einer CO_2-Bilanzierung)

Ende 2023 gab es auf europäischer Ebene (Rat und das Europäische Parlament) eine Einigung zur Corporate Sustainability Due Diligence Directive, kurz CSDDD Richtlinie. Die Richtlinie ist am 25.07.2024 in Kraft getreten. Österreich ist dazu verpflichtet, das bestehende Gesetz an die Richtlinie anzupassen.

Bei der CSDDD handelt es sich um die Sorgfaltspflichten von Unternehmen im Hinblick auf Nachhaltigkeit. Ob man als Unternehmen unter die CSDDD fällt, hängt von bestimmten Größenkriterien ab (Unternehmen mit >1.000 Mitarbeiter:innen und Jahresumsatz von >450 Millionen Euro; mit Ausnahmen). Grundsätzlich sind die Schwellenwerte für Unternehmen höher als bei der CSRD, kommt jedoch, wie die CSRD, zeitlich gestaffelt zur Anwendung und die Schwellen werden laufend nach unten angepasst. Die Unternehmen werden nach Umsetzung der CSDDD durch die nationale Gesetzgebung dazu verpflichtet werden, umwelt- und menschenrechtsbezogene Sorgfaltspflichten in ihrer Liefer- und Wertschöpfungskette umzusetzen und einzuhalten.

Wesentlich dabei ist, dass Unternehmen einen Übergangsplan zum Klimaschutz (Transition Plan) erstellen müssen, dessen Basis die CO_2-Bilanz (Scope 1-3) darstellt. Die Gestaltung des Plans orientiert sich an der **ESRS**. Ziel ist eine Dekarbonisierung des Geschäftsfelds.

Sorgfaltspflicht von Unternehmen im Hinblick auf Nachhaltigkeit bedeutet die Einbeziehung der Sorgfaltspflicht in die Unternehmenspolitik, die Ermittlung/Vermeidung/Behebung negativer Auswirkungen, die Überwachung der Wirksamkeit der Strategien und Maßnahmen zur Einhaltung der Sorgfaltspflicht sowie die öffentliche Kommunikation dazu (Weller & Schwemmer, S. 517–528).

Das von der Europäische Kommission vorgeschlagene „**Omnibus Paket**“ hat auch eine direkte Auswirkung auf die CSDDD und würde diese abschwächen (Bundesministerium für Justiz, 2025; Europäische Kommission, 2025).

Abbildung 7: Verweiskette: Regulatorische Anforderung CSDDD, Reporting Standard und Carbon Accounting Standards. Quelle: Eigene Darstellung.

Die Abbildung 5 beschreibt den Zusammenhang von gesetzlichen Regularien, Reporting Standards der Nachhaltigkeitsberichterstattung und der Carbon Accounting Standards. Die Umsetzung der **CSDDD** in nationales Recht steht in Österreich noch aus. Im Rahmen der CSDDD ist ein Transition Plan zu erstellen, der auf Basis der CO_2-Bilanz erstellt wird. Hier wird auf den **ESRS Reporting-Standard** verwiesen. Dieser verweist in Bezug auf die CO_2-Bilanz auf die **Carbon Accounting Standards**. Genannt werden das GHG-Protokoll und die ISO 14064-1:2018. Wenn Standard ISO 14064-1 verwendet wird, ist im Scope 2 der marktbezogene Ansatz des GHG-Protokolls zu berücksichtigen (Europäische Kommission, 2023, S. 97f).

4.2.2.4 Indirekte Verpflichtungen durch CSRD & CSDDD

Da die Sorgfaltspflichten entlang der gesamten Wertschöpfungskette offengelegt werden muss, sind auch KMU indirekt von der CSRD und der CSDDD betroffen. Es ist anzunehmen, dass durch die Reportingverpflichtung der großen Unternehmen und Kreditinstitute auch KMUs zunehmend zu ESG-Themen und deren CO_2-Bilanzierung befragt werden.

4.2.2.4.1 Weitere regulatorische Anforderungen: Internationaler Reportingstandard - IFRS

Das International Sustainability Standards Board (ISSB) entwickelt Standards zur internationalen Offenlegung für Unternehmen. 2023 wurden die beiden Standards IFRS S1 (Offenlegung von nachhaltigkeitsbezogenen Finanzinformationen) und IFRS S2 (Klimabezogene Offenlegung) veröffentlicht. Die IFRS 2 verlangt die Offenlegung der absoluten Brutto-Treibhausgasemissionen und nimmt bei seinen Bestimmungen Bezug auf das GHG-Protokoll (Bilanzierung Scope 1-3) (GHG Protocol, 2023).

Abbildung 8: Verweiskette: IFRS-2 und Carbon Accounting Standard. Quelle: Eigene Darstellung.

4.2.3 Abschlussbetrachtung: Carbon Accounting Standards und regulatorische Anforderungen

Im Kontext der Berichtspflichten nehmen gesetzliche Regularien und die darin definierten Reporting-Standards eine zentrale Rolle ein. Die Regularien verweisen auf spezifische Reporting Standards und diese auf Standards zur Bilanzierung. Die CSRD und die CSDDD

beziehen sich auf die ESRS, während sich die bisher geltenden Regularien wie die NFRD und das österreichische NaDiVeG am GRI-Standard orientieren.

Bei beiden Standards, ESRS und GRI, steht das GHG-Protokoll am Ende der Verweiskette. Dies deutet darauf hin, dass das **GHG-Protokoll als ein zentraler Referenzrahmen** in diesem Bereich fungiert. Diese Bedeutung wird durch den internationalen Finanzberichterstattungsstandard IFRS zusätzlich gestärkt, der ebenfalls explizit auf das GHG-Protokoll verweist.

4.2.3.1 Regulatorische Anforderungen und Standards in der Praxis – Befragung von Expert:innen

Die befragten Wirtschaftsprüfer:innen bestätigen, dass Unternehmen bei der Nachhaltigkeitsberichterstattung gemäß ESRS grundsätzlich die Wahl zwischen dem GHG-Protokoll und der ISO 14064 haben. Beide Standards sind zulässig, jedoch zeige sich laut Wirtschaftsprüfer:innen in der Praxis eine klare Präferenz zum GHG-Protokoll. Die Expert:innen heben hervor, dass viele Unternehmen bereits mit dem GHG-Protokoll vertraut sind und es als etablierte Grundlage für ihre Treibhausgasbilanzierung nutzen. Die ISO 14064 wird zwar als valide Alternative anerkannt, findet aber in der Praxis deutlich seltener Anwendung. Auch der befragte Energieauditor nennt das GHG-Protokoll als wesentlichsten Standard.

Neben den Wirtschaftsprüfer:innen wurden auch vier Nachhaltigkeitsmanager:innen befragt, die eine ähnliche Abschätzung abgeben. Zwei der Unternehmen, die bereits unter der CSRD berichtspflichtig wären, setzen für die CO_2-Bilanzierung auf Unternehmensebene das GHG-Protokoll ein. Eines dieser Unternehmen gibt an, bereits unter NaDiVeG eine Nachhaltigkeitsberichterstattung erstellt zu haben, sodass die Bilanzierung von Anfang an nach dem GHG-Protokoll erfolgte und nun auch unter der CSRD nach diesen Standards fortgeführt wird. Ein Unternehmen nutzt die ISO 14064 für die CO_2-Bilanzierung und ein Unternehmen gibt an, die Wahl des Standards an einen externen Berater auszulagern, der für sie die CO_2-Bilanz erstellt.

Insgesamt zeigt sich, dass in der Praxis unterschiedliche Ansätze existieren, wobei das GHG-Protokoll auf Unternehmensebene dominiert. Auf Produktebene kommen häufig Environmental Product Declarations (EPD), Produkt-LCA sowie die ISO 14067 zum Einsatz.

Beim European Sustainability Reporting Standard (ESRS) handelt es sich um den aktuellen Standard zur Nachhaltigkeitsberichterstattung. Die Literaturrecherche und die Interviews zeigen, dass das GHG-Protokoll als zentrales verbindendes Element fungiert, das verschiedene gesetzliche Regelungen und Standards in der CO_2-Bilanzierung konsistent miteinander verknüpft.

In diesem Kontext ist abzuleiten, dass das GHG-Protokoll als der maßgebliche Standard angesehen werden kann, der über unterschiedliche regulatorische Rahmenbedingungen hinweg als Grundlage für die CO_2-Berichterstattung dient. Viele Unternehmen stehen aktuell noch am Anfang der CO_2-Bilanzierung. Es ist davon auszugehen, dass sich die Standards in Zukunft weiter präzisieren.

Abbildung 9: Verweiskette: Regulatorische Anforderungen, Reporting Standards und Ableitung des Carbon Accounting Standards. Quelle: Eigene Darstellung.

4.3 CO_2-Bilanz: THG-Bruttoemissionen Scope 2 nach ESRS

Die Offenlegung des CO_2-Fußabdrucks eines Unternehmens spielt eine zentrale Rolle im ESRS E1 Standard. Offengelegt werden müssen die Treibhausgasemissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Scope 1-3).

Im Folgenden ist ein Auszug aus dem Europäischen Standard für die Nachhaltigkeitsberichtserstattung (ESRS) Anlage A - AR 39 – THG-Bruttoemissionen der Kategorien Scope 1, 2 und 3 sowie der THG-Gesamtemissionen (Delegierte Verordnung 2023/2772/EU, S. 97f) angeführt. Um die wesentlichen Punkte hervorzuheben, wurden diese fett markiert.

Bei der Zusammenstellung der nach Absatz 44 erforderlichen Informationen für die Berichterstattung über Treibhausgasemissionen geht das Unternehmen wie folgt vor:

*a) Es beachtet die Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien des Unternehmensstandards des **THG-Protokolls** (Fassung von 2004). Das Unternehmen kann die Empfehlung (EU) 2021/2279 der Kommission[58] oder die Anforderungen der **Norm EN ISO 14064-1:2018** berücksichtigen. Wenn das Unternehmen bereits die THG-Bilanzierungsmethode nach ISO 14064-1:2018 anwendet, muss es dennoch die Anforderungen dieses Standards erfüllen (z. B. in Bezug auf die **Berichterstattungsgrenzen** und die Angabe **marktbezogener Scope-2-Treibhausgasemissionen**),*

*b) es gibt die Methoden, signifikanten Annahmen und Emissionsfaktoren an, die es zur Berechnung oder Messung der Treibhausgasemissionen verwendet, zusammen mit einer **Begründung für ihre Verwendung**, und stellt einen **Verweis oder einen Link** auf sonstige verwendete Berechnungswerkzeuge zur Verfügung,*

*c) es gibt **die Emissionen von CO_2, CH_4, N_2O, HFKW, PFC, SF_6 und NF_3** an. Zusätzliche Treibhausgase können berücksichtigt werden, wenn sie als **erheblich eingeschätzt** werden, und*

*d) es verwendet die **aktuellsten vom IPCC veröffentlichten Werte** für das Erderwärmungspotenzial (global warming potential, GWP) auf der Grundlage eines Zeithorizonts von 100 Jahren zur Berechnung der CO_2-Äquivalente für Emissionen von Nicht-CO_2-Gasen*

Der ESRS Anlage A - AR 45 geht im Detail auf **Scope 2** ein und die damit erforderlichen Informationen. (Europäische Kommission, 2023, S. 98ff). Auch hier wurde fett markiert um die wesentlichen Punkte hervorzuheben.

Bei der Zusammenstellung der nach Absatz 49 erforderlichen Informationen über Scope-2-THG-Bruttoemissionen geht das Unternehmen wie folgt vor:

*a) Es berücksichtigt die **Grundsätze und Anforderungen der Leitlinien des THG-Protokolls für Scope-2-Treibhausgasemissionen** (Version 2015, insbesondere die Scope-2-Qualitätskriterien in Kapitel 7.1 in Bezug auf vertragliche Instrumente), außerdem kann es die Empfehlung (EU) 2021/2279 der Kommission oder die relevanten Anforderungen für die Quantifizierung indirekter Treibhausgasemissionen aus importierter Energie gemäß ISO 14064-1:2018 berücksichtigen,*

*b) es gibt **Elektrizität, Dampf, Wärme und Kühlung** an, die das Unternehmen erworben oder erhalten hat,*

*c) es **vermeidet eine Doppelzählung** der unter den Kategorien Scope 1 oder 3 gemeldeten Treibhausgasemissionen,*

*d) es wendet die **standortbezogene und die marktbezogene Methode zur Berechnung der Scope-2-Treibhausgasemissionen** an und legt Informationen über den Anteil und die Arten der vertraglichen Instrumente vor. Bei der standortbezogenen Methode werden die Scope-2-Treibhausgasemissionen des auf der Grundlage von durchschnittlichen Emissionsfaktoren für die Energieerzeugung an bestimmten Orten, einschließlich lokaler, subnationaler oder nationaler Grenzen, quantifiziert (THG-Protokoll, Leitlinien für Scope-2-Emissionen, Glossar, 2015). Bei der marktbezogenen Methode werden die Scope-2-Treibhausgasemissionen auf der Grundlage der Treibhausgasemissionen der Erzeuger quantifiziert, von denen das Bericht erstattende Unternehmen vertraglich Strom, der mit Instrumenten gebündelt ist, oder ungebündelte Instrumente allein, erwirbt (THG-Protokoll, Leitlinien für Scope-2-Emissionen, Glossar, 2015); in diesem Fall kann das Unternehmen den Anteil der marktbezogenen Scope-2-Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit erworbenem Strom, der mit Instrumenten wie Herkunftsnachweisen oder Zertifikaten für erneuerbare Energien gebündelt ist, angeben. Das Unternehmen stellt Informationen über den Anteil und die Arten der vertraglichen Instrumente zur Verfügung, die für den Verkauf und den Kauf von Energie verwendet werden, die mit Attributen zur Energieerzeugung gebündelt oder nicht mit Energieattributen gebündelt ist,*

e) es gibt biogene CO_2-Emissionen aus der Verbrennung oder dem biologischen Abbau von Biomasse getrennt von den Scope-2-Treibhausgasemissionen an, berücksichtigt aber Emissionen anderer Arten von Treibhausgasen (insbesondere CH_4 und N_2O). Werden bei den angewandten Emissionsfaktoren der prozentuale Anteil an Biomasse oder an biogenem CO_2 nicht getrennt, so muss das Unternehmen dies angeben. Stehen Treibhausgasemissionen anderer Treibhausgase als CO_2 (insbesondere CH_4 und N_2O) für standortbezogene durchschnittliche Emissionsfaktoren des Netzes oder für die marktbezogene Methode nicht zur Verfügung oder sind davon ausgeschlossen, so gibt das Unternehmen dies an,

*f) es **schließt jeglichen Abbau oder alle erworbenen, verkauften oder übertragenen CO_2-Gutschriften oder Treibhausgaszertifikate aus der Berechnung der Scope-2-Treibhausgasemissionen aus.***

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sowohl das GHG-Protokoll als auch die ISO-Norm 14064-1:2018 als zulässige Methoden zur CO_2-Bilanzierung anerkannt sind. Bei Scope 2 sind auch marktbezogene Angaben erforderlich. Werden Emissionsfaktoren verwendet, muss deren Auswahl begründet und das entsprechende Berechnungswerkzeug angegeben werden. Erfasst werden müssen alle wesentlichen Treibhausgasemissionen, darunter CO_2, CH_4, N_2O, HFKW, PFC, SF_6 und NF_3, unter Verwendung der neuesten IPCC-Werte. Innerhalb von Scope 2 sind Emissionen aus Elektrizität, Dampf, Wärme und Kühlung zu berücksichtigen. Die Berechnung der Scope-2-Treibhausgasemissionen schließt jeglichen Abbau sowie den Erwerb, Verkauf oder die Übertragung von CO_2-Gutschriften oder Treibhausgaszertifikaten aus. Das bedeutet demnach, dass Unternehmen CO_2-Gutschriften oder Treibhausgaszertifikate (nach EU-ETS) nicht als Mittel zur Erreichung der THG-Emissionsreduktionsziele im Scope 2 einbeziehen können.

4.4 CO_2-Bilanz: Parameter der Anerkennung lt. GHG-Protokoll

In der Regel werden die Treibhausgasemissionen für das Gesamtunternehmen bzw. die Gesamtorganisation in folgenden Schritten berechnet (Smith u. a., 2004, S. 40ff):

- Definition von organisatorischen und operativen Systemgrenzen
- Definition der Bilanzierungsperiode
- Identifizieren der Treibhausgasemissionsquellen
- Auswahl eines Ansatzes zur Berechnung der Treibhausgasemissionen
- Sammeln von Aktivitätsdaten und Auswahl von Emissionsfaktoren

- Anwendung von Berechnungstools
- Hochrechnen der Treibhausgasemissionsdaten auf Unternehmensebene

4.4.1 Definition von organisatorischen und operativen Systemgrenzen

Ein wesentlicher Punkt ist es, die unternehmerischen und operativen Systemgrenzen festzulegen:

- Das GHG-Protokoll unterscheidet bei **unternehmerischen Systemgrenzen** zwischen drei Ansätzen. Der Ansatz der operativen Kontrolle bezieht alle Standorte eines Unternehmens mit operativer Entscheidungsgewalt ein. Der Ansatz der finanziellen Kontrolle bezieht alle Standorte eines Unternehmens mit finanzieller Entscheidungsgewalt ein. Der dritte Ansatz berücksichtigt die Emissionen eines Standortes entsprechend dem Anteil der finanziellen Investition (Hannen, 2021, S. 16).
- Um die Abgrenzung der THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette zu erleichtern, werden **operative Systemgrenzen** des Unternehmens definiert und die Emissionen in drei Kategorien, die als Scopes bezeichnet werden, unterteilt. Scope 1 erfasst direkte Emissionen und Scope 2 und 3 indirekte Emissionen. Die Unterscheidung bei den indirekten Emissionen liegt darin, dass Scope 2 lediglich energiebezogene Emissionen erfasst und Scope 3 die restlichen Emissionen von vor- und nachgelagerten Prozessen.

Emissionen aus Scope 1 umfassen direkte, durch Unternehmenstätigkeiten emittierte Treibhausgase, wie beispielsweise Emissionen aus einem Verbrennungsprozess im Unternehmen. Emissionen aus Scope 2 sind alle Treibhausgasemissionen, die durch den Bezug von Elektrizität und anderer Energie (Wärme, Kälte, Dampf) entstehen. Physisch werden diese am Ort der Generierung emittiert, jedoch dem konsumierenden Unternehmen angerechnet. Bei Scope 3 handelt es sich um alle weiteren indirekten Emissionen, die aufgrund der Geschäftstätigkeit des Unternehmens entstehen (vorgelagerte und nachgelagerte Aktivitäten der gesamten Wertschöpfungskette) (Hannen, 2021, S. 9ff).

4.4.2 Prinzipien der Bilanzierung

Um eine vergleichbare Darstellung der Emissionen zu gewährleisten, soll die Bilanzierung nach GHG-Protokoll auf folgenden Prinzipien aufgebaut werden: Relevanz, Vollständigkeit, Konsistenz, Transparenz und Genauigkeit. Im Detail bedeutet dies (Smith u. a., 2004, S. 8f):

- Relevanz: Es ist wichtig, dass die Grenzen der Emissionsrechnung und -berichterstattung so festgelegt werden, dass die Emissionen des Unternehmens angemessen dargestellt werden und sowohl internen als auch externen Interessengruppen von Nutzen sind.
- Vollständigkeit: Alle Emissionsquellen innerhalb der festgelegten organisatorischen und betrieblichen Grenzen sollen erfasst werden. Nicht erfasste Emissionsquellen müssen offengelegt und der Grund für ihren Ausschluss erläutert werden.
- Konsistenz: Die Wahl einer Methode ermöglicht die Erkennung von Veränderungen im Laufe der Zeit, Trends und Effizienzpotenziale. Jede Änderung in der Methodik muss dokumentiert werden, um einen Vergleich zu ermöglichen.

- Transparenz: Die bereitgestellten Informationen sollen klar und objektiv nachvollziehbar aufbereitet werden. Dies erfordert die Angabe von Annahmen und Einschränkungen in Bezug auf die Bilanzierungsmethode sowie der Datenquellen.
- Genauigkeit: Verifizierungsmethoden sollen die Qualität der Datenbasis garantieren.

4.4.3 Bilanzierung von Emissionen

Im Folgenden wird zuerst die Struktur der Emissionsberechnung erläutert, wobei hierzu auch Expert:innen befragt wurden, sowie anschließend die Komplexität des Scope 2 erläutert wird, mit einem besonderen Fokus auf Fernwärme.

4.4.3.1 Struktur der CO_2 -Emissionsberechnung

Die grundlegende Struktur der Berechnung von CO_2-Emissionen besteht aus Verbrauchswerten und Emissionsfaktoren.

Die **Verbrauchswerte** können entweder durch Messung oder durch Modellierung ermittelt werden. Um Unsicherheiten bei der ökologischen Bewertung zu minimieren sind gemessene Verbrauchswerte zu bevorzugen. Es gibt Einzelmesswerte und Mittelwerte - die Wahl hängt von der spezifischen Fragestellung ab. Mittelwerte haben einen größeren Anwendungsbereich, während Einzelwerte eine spezifische Situation genauer widerspiegeln. Bei der Verwendung von Mittelwerten sollte aus Gründen der Transparenz und Nachvollziehbarkeit die Bewertungsgrundlage angegeben werden. Durch Modellierungen können unterschiedliche Abhängigkeiten und Kausalitäten berücksichtigt werden.

Emissionsfaktoren bilden eine wesentliche Grundlage für die THG-Berechnung, daher ist die Auswahl von entscheidender Bedeutung für die Genauigkeit. Die Emissionsfaktoren stammen im Gegensatz zu Verbrauchwerten grundsätzlich aus externen Quellen, wie Datenbanken, der Literatur und aus Normen. Die Faktoren werden meist als CO_2-Äquivalent[1] dargestellt, um alle wesentlich emittierten Treibhausgase abzubilden. Es handelt sich dabei um relative Kennzahlen, die definitorisch, logisch oder kausal mit dem Verbrauchswert zusammenhängen. Aktuell gibt es keine einheitliche und standardisierte Vorgehensweise für CO_2-Emissionsfaktoren (Rüdiger, 2018). Bei der Auswahl ist insbesondere auf drei Aspekte zu achten (IBM Deutschland GmbH, 2024):

- Region: Der Standort ist wesentlich für die Bilanzierung. Richtlinien und private Versorgungsunternehmen können beispielsweise Einfluss auf den Emissionsfaktor haben.
- Zeitraum: Emissionsfaktoren sollen auch mit dem Zeitraum der Berichterstattung übereinstimmen.
- Emissionsquellen: die Grundsätze der Bilanzierung sollen eingehalten werden.

In der CO_2-Bilanz machen Emissionsfaktoren der eingekauften Energie einen erheblichen Anteil aus. Emissionsfaktoren sollen individuell auf die jeweilige Emissionsquelle angepasst

[1] CO_2-Äquivalent = Neben CO_2 sind auch andere Gase (z.B. Methan oder Lachgas) für den Treibhausgaseffekt verantwortlich. Um die Treibhausgase miteinander zu vergleichen wird auf CO_2 umgerechnet.

werden. Es gibt eine Vielzahl an Quellen für Emissionsfaktoren, die auf der GHG-Protokoll-Homepage (https://ghgprotocol.org) genannt werden:

Tabelle 19: Quellen für Emissionsfaktoren lt. GHG-Protokoll Webseite.

Quelle	Erklärung	Standardkonform
IPCC Emissions Factor Database (Intergovernmental Panel on Climate Change)	Bibliothek von Emissionsfaktoren und anderen Parametern mit Hintergrunddokumentation oder technischen Referenzen	GHG-Protokoll
GaBi Databases (Sphera Solutions GmbH)	Zu einem großen Teil auf Primärdatenerhebungen basierend, einheitliche Methoden und Grenzen	GHG-Protokoll, ISO 14040/44, ILCD DN Anforderungen der Kommission
IEA GHG CO_2 Emissions Database (IEA)	Globale Datenbank aus öffentlich zugänglichen Quellen	-
ecoinvent Database (ecoinvent Association)	Beinhaltet viele Sekundärdaten für die Scope 3-Berichterstattung, zusätzlich sind getrennte Scope 2 und Scope 3 Emissionsfaktoren für Strom verfügbar	ISO 14040; ISO 14044; ISO/TS 14048; ISO 14025; ISO 21930; EN15804&A2:2019; GHG-Protokoll – Corporate Value Chain (Scope 3) Standard
GEMIS (IINAS GmbH, entwickelt von Öko-institut Freiburg)[2]	Ein Programm zur Lebenszyklusanalyse und eine Datenbank für Energie-, Material- und Transportsysteme	-
EPD - Environmental Product Declarations (EPD International AB)	Umweltproduktdeklaration	ISO 14025; ISO 14040
Sonstige Länderspezifische und andere Databases	3EID, Athena Institute, AusLCI, ICE, Bilan Carbone, BEAT, Building Research Establishment, BUWAL, Canadian Raw Material Database, CCaLC, Carnegie Mellon, CPM, CLCD, CEDA, Defra, E3IOT, EIME, ELCD, ESU-services, EAA, CGA, ECI, FEFCO, Footprint Expert, uvm.	

[2] Es gibt auch GEMIS-Österreich: wurde vom Umweltbundesamt AT an österreichische Verhältnisse angepasst.

Zusätzlich zu dem auf der GHG Protocol Webseite angeführten Datenbanken gibt es auch nationale Gesetze, die explizit Emissionsfaktoren anführen. In Österreich beinhaltet beispielsweise die Novelle der Bautechnikverordnung bzw. die **OIB-Richtlinie 6** u.a. Berechnungsmethoden für Energiekennzahlen. Die OIB-Richtlinie wurde in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erstellt (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019)

Lt. den Reporting Standards ESRS sollen die aktuellsten vom IPCC veröffentlichten Global Warming Potential (GWP) Werte zur Berechnung der CO_2-Äquivalente für Emissionen von Nicht-CO_2-Gasen verwendet werden.

4.4.3.2 Emissionsfaktoren in der Praxis – Befragung von Expert:innen

Die Wirtschaftsprüfer:innen wurden gefragt, welche Emissionsfaktoren ihrer Ansicht nach in der Praxis Anwendung finden sollten bzw. müssten. Dabei wurde einerseits nach der Quelle der Emissionsfaktoren unterschieden, andererseits nach der Bevorzugung der standort- oder marktbezogenen Berechnung. Die Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die unterschiedlichen Ansichten.

Tabelle 20: Interview-Übersicht Wirtschaftsprüfer:innen zum Thema Emissionsfaktoren in der Praxis.

Wirtschafts-prüfer:in	# 1	# 2	# 3	# 4
Standort-bezogen	Hinweis IPCC Bericht; Kombination mehrerer Daten-quellen sinnvoll, damit aktuell. Datenquellen: positive Bsp. sind IPCC und die ecoinvent database; negatives Bsp. ist das Umweltbundesamt, da die Berechnung nach altem Standard erfolgt	Datenquelle: Umweltbundes-amt	Es liegt nicht am Wirtschaftsprüfer welche Emissions-faktoren anerkannt werden, geprüft wird nur, ob nicht veraltete Daten verwendet werden. In der Praxis oft: Umweltbundesamt, ecoinvent database, DEFRA	Landesdurchschnitt AT; Oft verwendet: ecoinvent database und Umweltbundesamt Reine Plausibilitätsprüfung mit Emissionsfaktoren von ecoinvent database
Markt-bezogen	In der Praxis nur standortbezogene Berechnung. Besser beides mit lieferanten-spezifischen Daten.	Nachweis von Lieferanten (z.B. Rechnung); keine Information auf Rechnung, dann standortbezogen.	Nur bei Strom. Nicht bei Wärme (bei Wärme Standortbezogen = Marktbezogen).	Nachweis von Lieferanten (z.B. Rechnung), Zertifikate.

Die Interviews mit den **Wirtschaftsprüfer:innen** zeigen, dass es **keine allgemeingültige Aussage zur Wahl der Emissionsfaktoren** und der Bezugsgrenzen gibt, sondern diese, im Gegenteil, äußerst heterogen und widersprüchlich sind.

Im Online-Tool „Klimabilanz“ des Energiesparverbands des Landes Oberösterreich, welches kostenlos für Unternehmen zur Verfügung steht, wurde u.a. als Datenquelle die OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2019 verwendet, da die Bautechnikverordnung des Landes OÖ diese Richtlinie aufgenommen hat, es dadurch OÖ Landesgesetzgebung ist und für verbindlich erklärt wurde. Teilweise werden auch die Daten des Umweltbundesamtes Österreich verwendet (GEMIS Datenbasis, jährliche Aktualisierung). Laut Energieauditor könnte beispielsweise die Fernwärme der LINZ AG im Online-Tool Klimabilanz einfachheitshalber als hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung betrachtet werden. Der dafür angegebene CO_2-Äquivalentwert (f_{CO2eq}) beträgt 75 g/kWh und stammt aus der OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2019. Es besteht in dem Tool jedoch auch die Möglichkeit von der LINZ AG bekannt gegebene Konversionsfaktoren als "Benutzerdefinierte Positionen" zu verwenden.

4.4.3.3 Komplexität der Methodik zur CO_2-Bilanzierung im Scope 2

Der Fernwärme-Verbrauch eines Unternehmens und die dadurch entstandenen indirekten Emissionen fallen unter Scope 2. Mit dem standort- und marktbasierten Ansatz gibt es unterschiedliche Bilanzierungsverfahren, die zu einem unterschiedlichen Ergebnis führen. Unternehmen haben demnach zwei Scope 2-Werte, die sie gegenüberstellen.

Die **standortbezogene Methode** führt die durchschnittliche Emissionsfaktoren des Netzes an, in denen Energie verbraucht wird. Individuelle Maßnahmen zur THG-Emissionsreduzierung können dadurch nicht berücksichtigt werden. Die **marktbasierte Methode** spiegelt die Emissionen wider, die mit der Entscheidung des Unternehmens in Bezug auf das Produkt entstehen. Dadurch können sich Unternehmen durch ihre Entscheidungen für oder gegen ein Produkt differenzieren. Die Basis, auf der der Emissionsfaktor errechnet wird, dokumentieren hier in der Regel Nachweisinstrumente (z.B. Zertifikate) oder Verträge.

Um die marktbasierten Emissionsfaktoren zu ermitteln, können Unternehmen die entsprechenden Werte direkt beim Energieversorger anfragen. Dies kann über Zertifikate, Herkunftsnachweise (z.B. Grünstromzertifikate) oder Vertragsunterlagen erfolgen. Wichtig ist, dass diese den Scope 2-Qualitätskriterien entsprechen (Sotos, 2015, S. 25ff).

Die **Qualitätskriterien für marktbasierte Instrumente** werden im GHG-Protokoll Scope 2 Guidance Kapitel 7 benannt und für den Strommarkt spezifiziert und beinhalten folgende Anforderungen (Sotos, 2015, S. 60):

1. Die Eigenschaften der produzierten Stromeinheit müssen übermittelt werden (auf deren Basis wird die THG-Emissionsrate berechnet).
2. Eine Doppelvermarktung muss ausgeschlossen sein (d.h. es soll sichergestellt sein, dass es sich um das einzige vertragliche Element in Verbindung mit der erzeugten Energiemenge handelt bzw. dass die Emissionsansprüche nur auf das berichtende Unternehmen übertragen wurden sowie, dass keine Liefer- und Nutzungsansprüche des Versorgungsunternehmens vorliegen).
3. Die verwendeten Instrumente/Nachweise müssen nachverfolgbar, einlösbar und entwertbar sein.

4. Für die verwendeten Instrumente/Nachweise wird ein zeitnaher Verbrauch der Energiemenge sichergestellt.
5. Der Ursprung soll aus demselben Energiemarkt wie der Verbraucher kommen.
6. Verbrauchsanlagenspezifische Emissionen müssen auf der Grundlage der gelieferten Energiemenge berechnet werden einschließlich der im Namen der Kund:innen beschafften und stillgelegten Zertifikate.
7. Im Kontext der Nutzung des vertraglichen Instrumentes muss ein Residualmix veröffentlicht werden, der die THG-Intensität von nicht in Anspruch genommenen oder öffentlich geteilten Stromeigenschaften charakterisiert.

Als Beispiele werden Stromkennzeichnungen, Entwertung von EACs (Energy Attribute Certificates) sowie Power Purchase Agreements (Stromdirektbezugsverträge, PPA, diese werden im Kapitel 5.3.3 näher behandelt) genannt. Im GHG-Protokoll Scope 2 Guidance findet sich eine detaillierte Tabelle (Tabelle 6.3) mit Beispielen für eine marktbasierte Scope-2-Datenhierarchie. Wurde keine spezifische Energie eingekauft oder stehen keine Lieferantendaten zur Verfügung, werden die Residualmixfaktoren[3] verwendet. Wenn keine Residualmixfaktoren verfügbar sind, sollten die Standard-Netzdurchschnittsfaktoren genutzt werden, wie sie in der standortbezogenen Methode üblich sind. Die GHG-Protokoll Scope 2 Guidance beschäftigt sich hauptsächlich mit der Berechnungsmethode von Strom. Das Thema Wärme wird im Appendix A behandelt (Sotos, 2015, S. 28ff).

Das Kapitel 7 der GHG-Protokoll Scope 2 Guidance beschäftigt sich auch mit den Lieferanten- oder versorgungsspezifischen Emissionsfaktoren. Es wird vorgeschlagen, dass der Versorger/Lieferant offenlegt, ob und wie die Zertifikate in die Berechnung der Emissionsfaktoren verwendet werden, es sei denn, es gibt eine Zertifizierung des Versorgungsprodukts durch eine dritte Partei. Der Emissionsfaktor kann für ein Standardproduktangebot oder ein differenziertes Produkt/Tarif (z.B. CO_2-arm) ausgestellt werden (Sotos, 2015, S. 65).

Gibt es für direkte Verträge oder Einkäufe keine Energy Attribute Certificates wird vorgeschlagen (kein muss), dass der Vertrag und der damit verbundene Anspruch von einer dritten Partei überprüft wird, um ein eindeutiges oder alleiniges Eigentumsrecht zur Beanspruchung einer THG-Emissionsrate zu erhalten (Sotos, 2015, S. 65).

Alle vertraglichen Instrumente müssen die Qualitätskriterien der GHG-Protokoll Scope 2 Guidance erfüllen, um in die Berechnung der marktbasierten Methode einfließen zu können. Auf diese Weise haben alle Unternehmen, die nach der marktbasierten Methode berichten müssen, eine Datenoption. Liefert ein Versorgungsunternehmen für ein Unternehmen ein bestimmtes Produkt oder einen bestimmten Tarif, der alle relevanten Scope 2-Qualitätskriterien erfüllt, kann der entsprechende Wert marktbasierend angesetzt werden.

[3] Residualmixfaktoren sind die Emissionsfaktoren der Energie, die übrig bleibt, nachdem alle nachverfolgbaren und beanspruchten Energiemengen (z.B. durch Nachweise wie GOs, RECs, PPAs oder lieferantenspezifische Emissionsfaktoren) herausgerechnet wurden.

4.4.3.3.1 CO_2-Bilanzierung Fernwärme

Der sehr kurz gehaltene Appendix A der Scope 2 Guidance widmet sich der Bilanzierung von Wärme, Kälte und Dampf. Um den Berichtsanforderungen des GHG-Protokolls zu entsprechen, muss netzverteilte Fernwärme auf dieselbe Weise bilanziert und berichtet werden wie Strom – d.h. nach einer **standort- und marktbasierten Methode**. Fernwärmenetze sind im Gegensatz zum Stromnetz häufig physisch abgeschlossen und lokal bzw. regional begrenzt. Standortbasiert bedeutet im Zusammenhang mit Fernwärmenetzen wahrscheinlich, dass die CO_2-Emissionen des lokalen Netzes anzusetzen sind. Marktbasiert wäre die Zuordnung bestimmter Zertifikate oder Erzeugungsanlagen. Werden Direktleitungen für den Energietransfer genutzt, kann derselbe Wert herangezogen werden.

Für Dampf-, Wärme- und Kühlenergie können vertragliche Instrumente genutzt werden, in denen die Brennstoffquelle und der, mit der bezogenen Energie verbundene, Emissionsfaktor festgelegt ist.

Es ist zulässig, „Grüne Wärme"-Zertifikate (aus biogenen Brennstoffquellen) auszustellen und unabhängig von den Energieflüssen und der Einspeisung in das Verteilungsnetz zu handeln (Sotos, 2015, S. 94).

Es wird empfohlen, eine standort- und marktbasierten Bilanzierung durchzuführen (Sotos, 2015, S. 64):

- Wenn keine Zertifikate aus Erzeugungsanlagen im Netz erzeugt oder verkauft werden
- Für Zertifikate, die von netzgebundenen Erzeugungsanlagen erworben werden oder in einem lieferantenspezifischen Emissionsfaktor enthalten sind.
- Für Zertifikate aus Erzeugungsanlagen von Dritten

Ein Exkurs zu Wärme/Kälte/Dampf als „Abfall-Produkt" (Sotos, 2015, S. 94)**:** Emissionen aus Dampf, Wärme oder Kälte, die über eine direkte Leitung als Abfallprodukt eines industriellen Prozesses bezogen werden, sollten weiterhin basierend auf den Emissionen des ursprünglichen Erzeugungsprozesses gemeldet werden.

Einige Unternehmen argumentieren, dass diese als emissionsfrei gelten sollten, da sie andernfalls ungenutzt abgeleitet würden (Sotos, 2015, S. 94). Auch die Erneuerbaren Energien Richtlinie (RED III) sieht für den Fall von Abwärme als ansonsten ungenutztes Nebenprodukt, das in Luft oder Wasser abgeleitet wird, einen mit erneuerbaren Energien gleichen Status vor, unabhängig davon ob der Primärprozess fossil oder erneuerbar betrieben wurde (Holzleitner-Senck, Moser, & Denk, 2025). Diese Herangehensweise ist lt. GHG-Protokoll Scope 2 Guidance nicht möglich. Für eine präzise Emissionsbilanzierung ist es erforderlich, die Emissionen, die bei der Erzeugung dieser Abfallprodukte entstehen, auszuweisen (Sotos, 2015, S. 94).

Exkurs Allokationsmethoden (GHG Protocol, 2006)**:** Das GHG-Protokoll hat auch verschiedenste Berechnungsblätter für THG-Emissionen erstellt, darunter auch ein Berechnungsblatt zur Zuteilung von THG-Emissionen aus einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) inklusive Leitfaden. Das Instrument soll die Allokation von Treibhausgasemissionen erleichtern, die dem Kauf oder Verkauf von KWK-Anlagen zuzuordnen sind. Die Wahl der Allokationsmethode ist wesentlich bei der Zuordnung der verursachten Emissionen auf die beiden Produkte und wird unter 3.3 behandelt.

4.4.3.3.2 CO_2-Bilanzierung Scope 2 in der Praxis – Expert:innen-Meinung

Insgesamt wurde mit vier **Wirtschaftsprüfer:innen Interviews** durchgeführt. Die Meinungen zum Thema CO_2-Bilanzierung von Scope 2 im Allgemeinen und bezogen auf Fernwärme, lassen sich folgendermaßen zusammenfassen.

Interview 1: Berechnung erfolgt in der Praxis meist nur nach der standortbasierten Methode. Es wäre jedoch sinnvoll, auch die marktbasierte Methode zu berücksichtigen, insbesondere mit lieferantenspezifischen Daten. Ein:e Wirtschaftsprüfer:in weist darauf hin, dass das GHG-Protokoll eine Betrachtung beider Methoden fordert.

Interview 2: Gemäß ESRS müssen sowohl die standort- als auch die marktbasierte Methode angewendet und offengelegt werden. Es wird kein Unterschied zwischen Strom und Wärme gemacht. Primär sollten die Rechnungen des Wärmeanbieters (kWh oder hergeleiteter Geldwert) und dessen Emissionsfaktoren genutzt werden. Falls diese fehlen, sind öffentliche Datenquellen wie das Umweltbundesamt Österreich heranzuziehen. Die von Energieanbietern angegebenen Emissionsfaktoren können übernommen werden und werden akzeptiert. Falls keine spezifischen Werte vom Anbieter verfügbar sind, sollten Annahmen getroffen oder Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes genutzt werden. Standortbasierte Emissionen beziehen sich auf Österreich.

Interview 3: Strom muss sowohl standort- als auch marktbasiert berechnet werden. Wärme wird meist nur standortbasiert berücksichtigt. Für Wärme/Fernwärme gebe es keine anerkannten, offiziellen Herkunftsnachweise wie den Guarantees of Origin bei Strom. Dasselbe gelte lt. Wirtschaftsprüfer:in für Biogas [Verweis Energieinstitut an der JKU: EAG §83 Absatz (3)] – auch hier können keine Zertifikate erworben oder anerkannt werden. Das Thema Wärme werde intern viel diskutiert, und man hoffe auf eine Aktualisierung des GHG-Protokolls.

Interview 4: In der Praxis gibt es zwei Scope 2-Werte (standort- und marktbezogen), die jeweils eine eigene Gesamtsumme haben. Bei den standortbezogenen Emissionen handelt es sich um den Landesdurchschnitt für Österreich (z.B. Daten vom Umweltbundesamt), die Angabe von marktbezogenen Emissionen ist erlaubt, wenn Lieferantennachweise vorliegen. Diese werden stichprobenartig geprüft (Durchsicht der Rechnung). In der Praxis fragen Unternehmen beim Lieferanten nach den spezifischen Emissionsfaktoren (sollte auf der Rechnung stehen) oder nach Zertifikaten aus globalen Registern (mit eindeutiger Identifizierungsnummer zur Vermeidung von Doppelverkäufen). Herkunftsnachweise sind demnach erlaubt, strengere Vorschriften werden jedoch erwartet. Zu beachten ist die Qualitätsliste für Nachweise im Kapitel 10 der GHG-Protokoll Scope 2 Guidance. In der Praxis zeigt sich, dass es für Kund:innen nicht immer einfach ist, marktbezogene Werte zu erhalten.

Es wurden auch vier **Interviews mit Nachhaltigkeitsmanager:innen** geführt. Alle befragten Unternehmen arbeiten bei der Erstellung der Emissionsbilanzen und der Nachhaltigkeitsberichterstattung mit externen Berater:innen zusammen. Dies sind teils Nachhaltigkeitsberater:innen, teils Wirtschaftsprüfer:innen oder Steuerberater:innen. Die externen Partner:innen übernehmen oft die methodische Unterstützung, teilweise auch die Berechnungen selbst. In den geführten Interviews wurde deutlich, dass sich die Unternehmen bisher überwiegend mit Scope 1 und Scope 2 Emissionen beschäftigten. Diese Bereiche sind vergleichsweise gut erfassbar. Scope 3 wird durchgehend als die größte Herausforderung

angesehen. Die Herangehensweise bei Scope 2 Werten ist teils sehr unterschiedlich. Ein Unternehmen gibt an, dass sie bei Wärme denselben Wert für die markt- und standortbasierte Methode nehmen, ein Unternehmen gibt an, dass der Wert für Fernwärme vom Fernwärmelieferanten angefordert wird.

Aufgrund auslegungsfähiger Vorgaben (unterschiedliche Standards, Guidance Dokumente und FAQs) bleibt die Scope 2 Bilanzierung in der Praxis komplex. Dies erkennt man vor allem an der unterschiedlichen Auslegung der ESRS und des GHG-Protokolls durch Wirtschaftsprüfer:innen. Drei von vier Wirtschaftsprüfer:innen würden Auskünfte zu den CO_2-Emissionen von Wärmelieferanten als Emissionsfaktoren anerkennen, wobei dies natürlich nicht als statistisch signifikant gelten kann und insbesondere nicht als eine Mehrheit, die bestimmend sein kann. Teilweise genügt es, wenn Unternehmen die Emissionswerte aus der Rechnung als marktbezogene Werte offenlegen. Es kann auch vorkommen, dass Wirtschaftsprüfer:innen die marktbasierte Offenlegung von Wärme nicht anerkennen.

Eine klare, einheitliche Regelung wäre hilfreich, um Inkonsistenzen zu vermeiden und die korrekte Umsetzung der Emissionsberichterstattung sicherzustellen.

4.4.4 Kompensation

Aus dem Auszug aus dem Europäischen Standard für die Nachhaltigkeitsberichtserstattung (ESRS) Anlage A - AR 45 (Europäische Kommission, 2023, S. 99) geht hervor, dass *„jeglicher Abbau oder alle erworbenen, verkauften oder übertragenen CO_2-Gutschriften oder Treibhausgaszertifikate aus der Berechnung der Scope-2-Treibhausgasemissionen“* auszuschließen ist. Dies bedeutet kein direktes Anrechnen von CO_2-Zertifikaten auf die Treibhausgasbilanz.

Eine optionale Kompensation der Treibhausgasemissionen mit anerkannten Klimaschutzprojekten ist möglich. Die ESRS E1 beschäftigt sich in der Angabepflicht E1-7 mit dem Abbau von Treibhausgasen und Projekten zur Verringerung von Treibhausgasen, die durch CO_2-Gutschriften/Zertifikate finanziert werden (Delegierte Verordnung 2023/2772/EU, S. 82ff; 103ff).

Der Abbau von Treibhausgasen außerhalb der Wertschöpfungskette, den das Unternehmen durch den Erwerb von CO_2-Gutschriften unterstützt, ist gemäß Absatz 56 Buchstabe b und Absatz 59 gesondert anzugeben. Angeführt werden Aktivitäten, die das Unternehmen aktiv unterstützt. Die Angabe inkludiert u.a. Informationen zu den Mengen, des anerkannten Qualitätsstandards, Methoden und weitere Erläuterungen um Transparenz zu schaffen. (Europäische Kommission, 2023, S. 103f).

Klimaneutralität ist aufgrund von schwer oder nicht vermeidbaren CO_2-Emissionen durch alleinige Reduktions- und Vermeidungsmaßnahmen kaum zu erreichen. CO_2-Gutschriften oder Treibhausgaszertifikate können nach Feststellung/Bilanzierung der Emissionen zugekauft werden, die Emissionen können damit kompensiert werden. Dieser Prozess ist als parallel oder nachgelagert zur Bilanzierung einzustufen. Das GHG-Protokoll erlaubt es nicht, kompensierte Emissionen direkt in der CO_2-Bilanz abzuziehen.

Nachfolgend werden internationale Qualitätsstandards für Klimaschutzprojekte genannt (ClimatePartner, 2024; Umweltbundesamt, 2018):

- Der Verified Carbon Standard (VCS) ist ein freiwilliger Standard und besitzt die größte Marktrelevanz. Fokus liegt auf dem Schutz der Wälder, Aufforstung und Wiederaufforstung, sowie Projekte für erneuerbare Energien hat (Link).
- Der Clean Development Mechanism (CDM) Standard ist ein globales System für Umweltinvestitionen und -gutschriften vom UNFCCC. Regierungen, Unternehmen und auch Privatpersonen können Certified Emission Reductions (CERs) erwerben (Link).
- Gold Standard ist ein Siegel für Klimaschutzprojekte, die ökologische Ziele verfolgen und die zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen. Der Gold Standard wurde vom WWF und anderen Umweltverbänden 2003 gegründet. Zusätzlich gibt es noch die Zusatzstandards „Gold Standard CER“ und „Gold Standard VER“ (Link).
- Plan Vivo wurde in Mexiko gegründet und legt den Fokus auf die lokale Bevölkerung und Land- und Forstwirtschaftsprojekte. (Link)
- Auch die ISO-14064 wird als Qualitätsstandard genannt. Die Norm stellt jedoch keine Zertifikate aus.

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, die Klimaschutzprojekte durch Zusatzstandards zu zertifizieren. Zusatzstandards sind der Climate, Community & Biodiversity Standard (CCBS) und der Social Carbon Standard (CS). Fairtrade Carbon Credits (FCCs) werden durch den Gold Standard geprüft. Weitere genannte Standards sind der Fairtrade-Klima Standard, Der Gold Standard for the Global Goals (GS4GG) und der SD VISta des Verified Carbon Standards.

4.5 Abgrenzung zum Emissionshandelssystem (EU-ETS)

Das Kyoto-Protokoll ist ein völkerrechtlich verbindlicher Vertrag, der im Jahr 2005 offiziell in Kraft getreten ist und die beteiligten Staaten dazu verpflichtet, ihre Treibhausgase zu verringern. Die Europäische Union hat zugesagt, ihre Emissionen zu senken, wobei es zu einer Reduktionsaufteilung unter den Mitgliedsstaaten kam. Um das Reduktionsziel zu erreichen, werden verschiedene Instrumente eingesetzt, wie beispielsweise nationale Maßnahmen und das EU-Emissionshandelssystem.

Das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS, EU Emission Trading System) ist ein marktwirtschaftliches Instrument, das zum Ziel hat, den Treibhausgasausstoß ökonomisch effizient einzuschränken. Bei den Marktteilnehmern handelt es sich um schadstoffintensive Anlagenbetreiber, die von jedem Mitgliedsstaat in einem nationalen Allokationsplan zugeteilt werden (Gründinger, 2012, S. 15ff). Das EU-ETS gilt in allen EU-Ländern sowie in Island, Liechtenstein und Norwegen. Es erfasst rund 40 % der EU-Emissionen, darunter rund 10.000 Anlagen im Energiesektor, die verarbeitende Industrie und Flugzeugbetreiber sowie ab 2024 den maritimen Verkehr. Aktuell ist das EU-ETS in der vierten Handelsphase.

Es basiert auf einem Cap-and-Trade Prinzip. Es wird zum einen eine Obergrenze für die Treibhausgasemissionen (cap) festgelegt (diese wird jährlich entsprechend den EU-Klimazielen reduziert) und zum anderen erhalten oder kaufen Unternehmen Emissionszertifikate, die es ihnen erlauben eine festgelegte Menge an Emissionen auszustoßen. Unternehmen können überschüssige Zertifikate aufbewahren oder verkaufen.

Haben die Unternehmen nicht genügend Zertifikate um ihre Emissionen vollständig auszugleichen, kommt es zu Geldstrafen. Die sinkende Obergrenze gewährleistet die Knappheit und den Preis der Zertifikate. Dadurch sollen Unternehmen einen Anreiz erhalten, ihre Emissionen dort zu reduzieren, wo diese am wenigsten kosten. Die Einnahmen aus dem Verkauf von Zertifikaten der EU-EHS fließen hauptsächlich in die nationalen Haushalte, die die Mitgliedsstaaten für Förderungen von Investitionen in Erneuerbare und Energieeffizienz investieren (European Commission, 2024).

EU-ETS und CO_2-Accounting sind zwei unterschiedliche Konzepte zur Reduktion von Treibhausgasemissionen. EU-ETS ist ein marktwirtschaftliches Instrument der EU für bestimmte Sektoren, das durch die Einführung von Emissionszertifikaten Anreize schaffen soll, die Emissionen zu senken. Die CO_2-Bilanzierung ermöglicht es Unternehmen/Organisationen direkte oder indirekt erzeugte Treibhausgasemissionen zu quantifizieren und dadurch Emissionsquellen zu identifizieren. Es hilft dabei festzustellen, ob Emissionsziele eingehalten werden (Monitoring).

Folglich gilt, dass ein CO_2-Emissionszertifikat nicht bedeutet, dass eine Emission nicht stattgefunden hat oder das Unternehmen sich davon freigekauft hat, sondern eigentlich weist es das Gegenteil, die Emission, nach. Dadurch können die CO_2-Emissionen in der CO_2-Bilanzierung nicht als gelöscht oder ungeschehen angesehen werden.

4.6 Spezifika des ClimCalc-Tools

Öffentliche Universitäten haben grundsätzlich keine Verpflichtung zur Erstellung einer CO_2-Bilanz. Private Universitäten könnten wegen ihrer Rechtsstruktur in die Verpflichtung fallen.

Das ClimCalc-Tool wurde entwickelt, um eine Treibhausgasbilanzierung, angepasst an den Universitätsbetrieb, durchführen zu können. Für registrierte Bildungseinrichtungen steht das Tool kostenlos zur Verfügung. Das ClimCalc-Tool wurde in Anlehnung an das GHG-Protokoll entwickelt. Es wird jedoch angegeben, dass keine Garantie übernommen wird, dass das ClimCalc-Tool mit dem GHG-Protokoll, sonstigen Standards und der CSRD konform ist (Projektteam ClimCalc-Tool, living document).

Hinsichtlich des Ziels, einen klimaneutralen Betrieb einer Universität oder Hochschule erreichen zu können, ist das Erstellen einer Treibhausgasbilanzierung essentiell, um die universitären Emissionstreiber identifizieren zu können.

In diesem Unterkapitel werden der Hintergrund des ClimCalc-Tools sowie dessen Funktionsweise näher erläutert.

4.6.1 Grundlegendes

Bilanzjahr: Derzeit kann bis zum Jahr 2022 eine endgültige Bilanz erstellt werden. Für 2023 und 2024 können nur vorläufige Bilanzen erstellt werden, da sich Emissionsfaktoren verändern können. Das neue Tool wird ca. 1,5 Jahre nach Abschluss des Kalenderjahrs herausgegeben (Projektteam ClimCalc Tool, living document).

Einteilung der Emissionen: Die Emissionen sind nach der ISO-Familie 14060 in drei Scopes unterteilt, wobei Scope 1 direkte Emissionen erfasst und Scope 2 und 3 indirekte Emissionen. Die Unterscheidung bei den indirekten Emissionen liegt darin, dass Scope 2 lediglich

energiebezogene Emissionen erfasst und Scope 3 die restlichen Emissionen von vor- und nachgelagerten Prozessen. Die Unterteilung der Emissionen wurde aus dem *Greenhouse Gas Protocol* übernommen (Getzinger, Schmitz, Mohnke, Steinwender, & Lindenthal, 2019). Bei der Fernwärme handelt es sich (für die Universität) um eine indirekte THG-Emission (Scope 2).

Systemgrenzen: Betrachtete Systemgrenzen bei der Entwicklung des ClimCalc-Tools sind in diesem Rahmen definiert als die Grenzen von Emissionen, die berücksichtigt werden und nicht berücksichtigt werden. Neben Messbarkeit und Datenverfügbarkeit, der Verfügbarkeit belastbarer und nationaler Emissionsfaktoren und der Möglichkeit den Ausstoß der Emissionen zu verringern, wurde insbesondere auch die Relevanz berücksichtigt. Dabei wurde ein kritischer Wert von 1% des Anteils an Treibhausgasemissionen festgelegt (Getzinger u. a., 2019). Festgelegt wurden die Systemgrenzen in Anlehnung an das GHG-Protokoll. Es wurde eine einheitliche Bilanzgrenze für eine „typische“ österreichische Bildungseinrichtung festgelegt, um Bildungseinrichtungen vergleichen zu können. Eine maßgeschneiderte Relevanzanalyse der jeweiligen Institution lt. GHG-Protokoll ist demnach nicht vorgesehen. Hochschulen, die unter eine gesetzliche Verpflichtung fallen, müssen prüfen, ob sie weitere Emissionskategorien hinzufügen müssen (Projektteam ClimCalc Tool, living document).

Funktionsweise: Das ClimCalc-Tool ist in einer Excel-Datei aufbereitet, die 10 Blätter enthält. Dabei ist Blatt 1 eine Anleitung zur Nutzung des Tools, Blatt 2-4 dienen zur Eingabe der Daten, Blatt 5 enthält Angaben zu den Emissionskoeffizienten und Blatt 6-10 werden zur Ergebnisaufbereitung genutzt. Die Ergebnisse werden automatisch in unterschiedlichem Detail nach Kategorien sowie nach Scope-Ebenen aufbereitet und in Diagrammen dargestellt. Grundsätzlich sind die Blätter zur Dateneingabe (Blatt 2-4) unterteilt in Blatt 2: organisatorische Datenerhebung, Blatt 3: Hauptmodul und Blatt 4: Zusatzmodul Mensa. Organisatorische Daten dienen als Eckdaten im Vergleich von Treibhausgasbilanzen mit anderen Universitäten. Im Hauptmodul werden alle emissionsrelevanten Daten eingetragen, von Energieeinsatz, Mobilität und Materialeinsatz. Folgend sind den einzelnen Kategorien Beispiele hinzugefügt.

Bei der Eintragung der Daten ist auf die jeweilige Einheit zu achten. So werden Daten zum Energieeinsatz hauptsächlich in MWh oder kWh erfasst, Daten zur Mobilität als Fahrzeug- oder Personenkilometer und Daten zum Materialeinsatz in kg.

4.6.2 Akzeptanz von jahresbilanzbasierten Produkten am Beispiel Strom

Die Emissionsfaktoren sind bereits hinterlegt und die Berechnung findet automatisch statt. Das ClimCalc-Tool verwendet als Quelle für die Emissionsfaktoren das Umweltbundesamt (BOKU, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, & Umweltbundesamt, 2017). Das Umweltbundesamt entwickelte das Berechnungsmodell GEMIS, welches zur Erstellung von Treibhausgas- und Luftschadstoffen entwickelt wurde, weiter und passte es an die österreichischen Sachverhalte an. GEMIS berücksichtigt die wesentlichen Prozesse und ermöglicht es neben den direkten Emissionen auch vorgelagerte Prozessemissionen zu berücksichtigen (FRITZ et al., 2023, S. 5).

Das ClimCalc-Tool unterscheidet unter Scope 2 beim Stromverbrauch lediglich die drei Kategorien (Kalkulationstool ClimCalc 2021, Reiter Emissionsfaktoren):

- Strom mit der Zertifizierung nach Umweltzeichen RL UZ 46, mit einem Emissionsfaktor von 12 g CO_{2eq}/kWh

- PV-Strom-Eigenverbrauch, mit einem Emissionsfaktor von 40 g CO_{2eq}/kWh (hat durch die entstandenen grauen Emissionen bei der Herstellung der Module einen höheren Emissionsfaktor als UZ 46 Strom (Projektteam ClimCalc Tool, 2025))
- anderer Strom (auch Ökostrom ohne UZ 46-Zertifizierung), mit einem Emissionsfaktor von 226 g CO_{2eq}/kWh

Ökostrom bezeichnet grundsätzlich Strom, der aus erneuerbaren Quellen erzeugt wird und dem nach Herkunftsnachweissystem ein Zertifikat zugeordnet wird, ohne dass es notwendig ist, dass dieser Strom ein weiteres offizielles Zertifikat wie das Österreichische Umweltzeichen trägt. Anbieter, die „100 % erneuerbaren Strom“ anbieten, müssen nicht zwangsläufig die strengen Anforderungen der UZ 46-Richtlinie erfüllen.

Unterschieden werden kann zwischen zertifiziertem Ökostrom gemäß der UZ 46-Richtlinie und nicht damit zertifiziertem Ökostrom. Unterschieden wird, da die Anbieter Energie und Herkunftsnachweise separat erwerben und verkaufen können (Kranzl, 2018). Im ClimCalc-Tool wird nicht UZ 46 zertifizierter Ökostrom mit allgemeinem Strombezug gleichgesetzt. Als Erklärung wird angegeben, dass der Strom im ClimCalc-Tool als solcher nicht anerkannt wird, da die Einstufung auf zum Teil in Nordeuropa eingekaufte Herkunftsnachweise beruht (Getzinger, Danzer, Lindenthal, Rieg, & Thaler, 2022).

4.6.3 Emissionsfaktor der Fernwärme im ClimCalc-Tool & Akzeptanz von ÖNORM-konformen Bewertungen

Um österreich-spezifische Emissionswerte zu generieren, wurde für Fernwärme und Fernkälte mittels GEMIS-Österreich bedarfsorientiert für jeden universitären Fernwärmeanbieter modelliert (Bezugsjahr 2015). Die Emissionsfaktoren werden für das ClimCalc-Tool jährlich neu berechnet und aktualisiert. (BOKU u. a., 2017).

Im Tabellenblatt „Einführung“ des ClimCalc-Tools ist angegeben, dass die Emissionsfaktoren nicht verändert werden können. Das würde auch bedeuten, dass alternative Bewertungsmethoden – etwa nach ÖNORM EN 15316-4-5 oder basierend auf einer Rechnung des Energielieferanten mit spezifischen Emissionsfaktoren – in diesem Tool nicht berücksichtigt werden.

Für die Berechnung im ClimCalc-Tool wird der Emissionsfaktor der Linz AG sowohl für den standortbezogenen als auch für den marktbasierten Wert verwendet. Bei der Linz AG Fernwärme beträgt der angesetzte Emissionsfaktor **228 g CO_{2eq}/kWh**, wobei 168 g CO_{2eq}/kWh auf direkte Emissionen und 60 g CO_{2eq}/kWh auf indirekte Emissionen entfallen. Für Fernkälte wird ein Emissionsfaktor von 58 g CO_{2eq}/kWh zugrunde gelegt.

In GEMIS-Österreich erfolgt die Aufteilung der Emissionen auf Fernwärme und Strom bei KWK-Anlagen nach der Allokationsmethode „finnische Methode“ (Referenzwirkungsgradmethode). Dabei wird der Brennstoffverbrauch für die Erzeugung von Wärme und Strom im Vergleich zu einem Referenzsystem verteilt. Konkret bedeutet dies, dass der aktuelle Stromwirkungsgrad der KWK-Anlage einem Referenz-Stromwirkungsgrad und der aktuelle Wärmewirkungsgrad einem Referenz-Wärmewirkungsgrad moderner Heizkessel gegenübergestellt wird. Zudem wird von einem thermischen Netzverlust von 14 % ausgegangen (Fritz u. a., 2023, S. 6ff).

Um die im ClimCalc-Tool verwendeten Emissionsfaktoren besser einordnen zu können, werden zum Vergleich die Emissionsfaktoren von Fernwärme in Österreich lt. Umweltbundesamt, die Emissionsfaktoren für KWK, lt. OIB-Richtlinie 6 und die Emissionsfaktoren lt. ÖNORM EN 15316-4-5 angeführt:

- Fernwärme Emissionsfaktor lt. Umweltbundesamt: **172 g CO_{2eq}/kWh** (direkte Emissionen: 122 g CO_{2eq}/kWh, indirekte Emissionen: 50 g CO_{2eq}/kWh Der Einsatz der Energieträger stammt aus der Energiebilanz Österreich der Statistik Austria 2021. Als Allokationsmethode wird die finnische Methode verwendet. Dieser im Vergleich zu Linz niedrigere Wert liegt am sehr hohen Biomasseanteil durchschnittlicher österreichischer Fernwärme (Fritz u. a., 2025). Trotz einer lokalen Begrenztheit von Fernwärmenetzen erwähnen Wirtschaftsprüfer:innen in den Interviews den Emissionsfaktor von Österreich als Standortwert.
- In der OIB-Richtlinie 6 wird ein Emissionsfaktor von **75 g CO_{2eq}/kWh** bei der Fernwärme aus hocheffizienter KWK angesetzt (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019).
- Im Rahmen der energetischen Bewertung der Fernwärme im Netz der LINZ AG wurde eine Berechnung nach der ÖNORM EN 15316-4-5 durchgeführt. Diese berücksichtigt die Emissionsgutschrift (Stromgutschriftmethode) aufgrund der Einspeisung des erzeugten KWK-Stroms in das öffentliche Netz. Wird diese Emissionsgutschrift berücksichtigt würde sich ein Emissionsfaktor von **3,5 g CO_2/kWh** ergeben.

Im Vergleich zu anderen Berechnungsmethoden ist der im ClimCalc-Tool angesetzte Wert für die Fernwärme der Linz AG ist als hoch einzustufen.

4.6.4 Klimaneutralität durch CO_2 Kompensation

Das ClimCalc-Tool stützt sich auch hier auf das Greenhouse Gas Protocol. CO_2-Kompensationsmaßnahmen werden daher im ClimCalc-Tool nicht berücksichtigt. Organisationen sollen ihre Treibhausgas-Emissionen unabhängig und separat von CO_2-Kompensationen bilanzieren (BOKU u. a., 2017).

Bildungseinrichtungen sollten folgendes Grundprinzip auf dem Weg zur Klimaneutralität beachten: Zuerst sollte der Fokus auf Effizienzmaßnahmen und der Reduktion des Verbrauchs gelegt werden (der Umstieg auf Erneuerbare ist wahrscheinlich mitgemeint, wird aber nicht explizit erwähnt). Es soll ein Reduktionsziel festgelegt werden, dass sich auf vermeidbare und reduzierbare Emissionen bezieht (Ausrichtung auf Effizienzmaßnahmen und Verbrauchsreduktion) (Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich, 2022; Projektteam ClimCalc Tool, 2025).

Nachdem THG-Emissionen nicht komplett vermieden werden können, sollten die verbleibenden THG-Emissionen durch **Kompensation** ausgeglichen werden **um eine Netto-Null oder klimapositive Bilanz zu erreichen** (Projektteam ClimCalc Tool, 2025). Nachdem sich um die 80 % der THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 nicht vermeiden lassen, wird Kompensation als notwendige Maßnahme angesehen. Die Dekarbonisierung von Fernwärme wird konkret als ein Beispiel genannt (Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich, 2022, S. 3; Getzinger u. a., 2022).

Kompensation bedeutet in diesem Kontext, finanzielle Mittel für Klimaschutzprojekte außerhalb der Bilanzgrenze der Universität bereitzustellen. Diese Projekte sollen die Menge an Treibhausgasen entweder vermeiden oder aus der Atmosphäre entfernen, die dem aktuellen Ausstoß der kompensierenden Institution entspricht (Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich, 2022).

Bei der Kompensation müssen bestimmte Qualitätskriterien erfüllt werden. Dazu zählt, dass anerkannten Vorgehensweisen verwendet werden und die Kompensation regelmäßig durch eine unabhängige, anerkannte Organisation validiert und verifiziert wird (als Beispiel wird das österreichische Umweltbundesamt und der TÜV genannt), Transparenz, Vermeidung von Doppelzählung, Stakeholder-Einbindung und der Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung am Standort. Verwiesen wird auf den Ratgeber für freiwillige CO_2-Kompensation durch Klimaschutzprojekte des Umweltbundesamts Deutschland (Link), der als Empfehlung für Kompensationen herangezogen werden kann (Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich, 2022). Informationen des Ratgebers für freiwillige CO_2-Kompensation durch Klimaschutzprojekte des Umweltbundesamts Deutschland finden sich zusammengefasst im Kapitel 4.4.4 Kompensation.

Das ClimCalc-Tool ist ein Projekt der Arbeitsgruppe Klimaneutrale Universitäten & Hochschulen. Die Expert:innen der Arbeitsgruppe haben 2022 einen Leitfaden veröffentlicht, der die Schritte zu den klimaneutralen Universitäten und Hochschulen aufzeigen soll. Im Leitfaden ist angegeben, dass falls das **Emissionsreduktionsziel** weniger als **zwei Drittel** beträgt es für die Autor:innen unzulässig sei, von **„Klimaneutralität“** zu sprechen. Dies gilt selbst dann, wenn die verbleibenden Emissionen kompensiert werden, da ein erhebliches Potenzial für eine ehrgeizigere Reduktion ungenutzt bleibt. Im selbigen Leitfaden wird auch angegeben, dass sich 80 % der THG-Emissionen bis 2030 nicht vermeiden lassen (Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich, 2022, S. 3). Das GHG-Protokoll erlaubt eine optionale Kompensation der Treibhausgasemissionen mit anerkannten Klimaschutzprojekten außerhalb der Wertschöpfungskette, schränkt jedoch die Menge der Kompensation nicht ein (Delegierte Verordnung 2023/2772/EU, S. 82ff; 103ff).

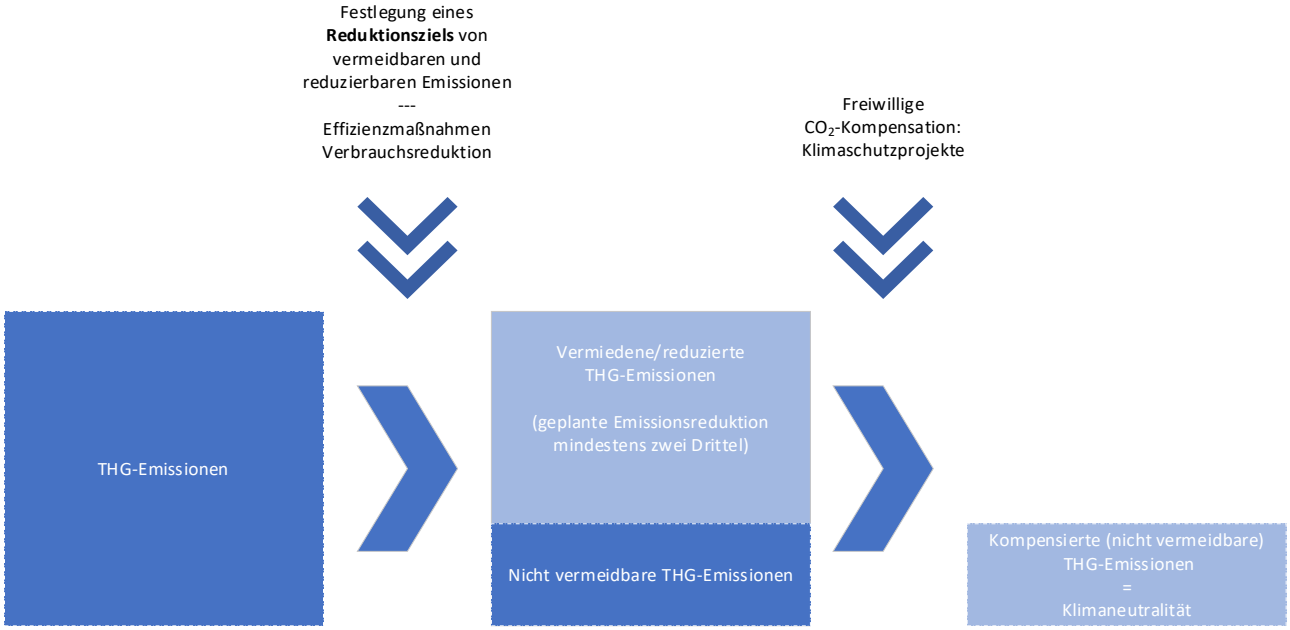


Abbildung 10: Der Weg zur Klimaneutralität lt. Arbeitsgruppe Klimaneutrale Universitäten & Hochschulen. Quelle: Eigene Darstellung.

5 Klimaneutrale Fernwärme-Produkte in der DACH-Region

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Analyse von als klimaneutral bezeichneten Fernwärmeprodukten sowie bestehenden und potenziellen Maßnahmen, die zur Erreichung der Klimaneutralität im Bereich der Fernwärme beitragen können. Hierfür wurden Produkte und Ansätze von Fernwärmeversorgern in der DACH-Region betrachtet.

Methode: Die ausgewählten klimaneutralen Fernwärme-Produkte werden auf Grundlage einer umfassenden Web- und Literaturrecherche sowie durch Erkenntnisse aus Expert:inneninterviews mit Vertreter:innen relevanter Fernwärmeanbieter in der DACH-Region detailliert beschrieben und kategorisiert. Insgesamt wurden elf leitfadengestützte Interviews mit Stakeholdern geführt. Die Interviews fokussierten sich auf Kernthemen wie das Produktportfolio, Bewertungsmöglichkeiten, Zertifizierungen sowie auf Erfahrungen mit klimaneutralen Fernwärmeprodukten und deren Akzeptanz. Die Interviewlisten sind im Anhang zu finden. Zusätzlich wird ein vom Hamburg Institut entwickelter Ansatz zur Produktbilanzierung von grüner Fernwärme vorgestellt sowie Mechanismen des Strommarktes und deren Übertragbarkeit auf die Fernwärme betrachtet.

Das folgende Kapitel unterteilt sich in die vier Bereiche:

- Darstellung identifizierter Klimaneutrale-Fernwärme-Produkte,
- Herkunftsnachweise im Bereich Fernwärme gemäß Hamburg Institut,
- Umlegen der Konzepte von UZ46 und PPA aus dem Strom- auf den Wärmemarkt,
- Produktvorschläge auf Basis der Recherche.

5.1 Klimaneutrale Fernwärme-Produkte

Die Transformation der Fernwärmeversorgung ist ein wesentlicher Bestandteil der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Besonders in städtischen Gebieten können klimaneutrale Fernwärme-Produkte dazu beitragen, fossile Brennstoffe zu ersetzen und die Wärmewende voranzutreiben. Diese Produkte ermöglichen es, dass erneuerbare Energiequellen zentral und in größerem Maßstab und damit insgesamt effizienter genutzt werden können als bei der dezentralen Wärmeerzeugung in Haushalten und Unternehmen. Klimaneutrale Fernwärme-Produkte können daher entscheidend für die Reduktion von CO_2-Emissionen im Energiesektor und für die Erreichung globaler Klimaziele sein (May, 2023).

Ein Ansatz zur Förderung klimaneutraler Wärmeversorgung ist die Entwicklung und Vermarktung von grünen Fernwärme-Produkten als eigenständige Angebote. Solche Produkte könnten es Energieversorgern ermöglichen, zusätzliche Einnahmen zu erzielen, um Investitionen in erneuerbare Wärmequellen und die Nutzung industrieller Abwärme zu finanzieren. Für Unternehmen, die ihre Klimastrategien umsetzen möchten, aber auch für Privatkund:innen, die nachhaltige Lösungen bevorzugen, könnte dieses Angebot von Interesse sein (Styles u. a., 2022).

5.1.1 Dekarbonisierung der Fernwärme und klimaneutrale Erzeugungstechnologien

Bis Anfang der 1990er Jahre wurde die Erzeugung von Nah- und Fernwärme in Heizwerken und Heizkraftwerken überwiegend durch emissionsintensive Energieträger wie Kohle und Öl bestimmt. Heute hat sich der Energiemix jedoch deutlich verändert und es werden zunehmend

erneuerbare bzw. CO_2-arme Primärenergieträger eingesetzt, insbesondere biogene Brennstoffe wie Holz, Pellets, Hackschnitzel, Hausmüll-Bioanteil, Bioethanol, Biodiesel, Pflanzenöle und Biogas (FGW, 2023).

Im Jahr 2022 verteilte sich die Nutzung der verschiedenen Energieträger zur Erzeugung von Nah- und Fernwärme in Österreich wie folgt: 51% biogene Energien, 35,6 % Erdgas, 7 % brennbare Abfälle, 3,6 % Öl, 1,5 % Umgebungswärme, 1,3 % Kohlegas und 1 % Kohle. In Abbildung 11 ist die Fernwärmeerzeugung in Österreich im Jahr 2022 nach Energieträgern dargestellt.

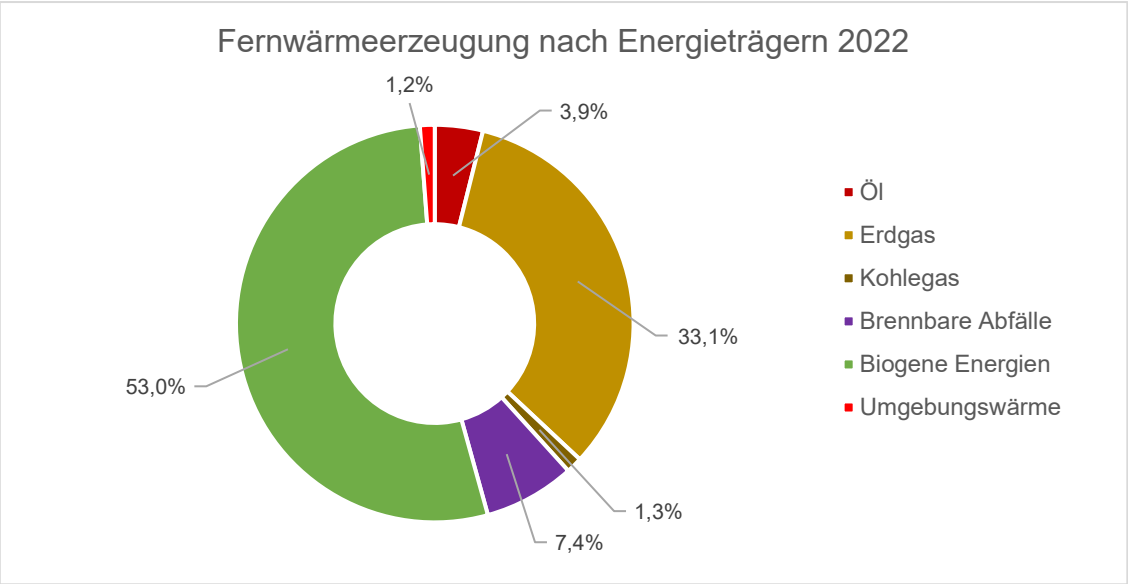


Abbildung 11: Struktur der Fernwärmeerzeugung 2022 in Österreich. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf den Daten dem BMK: Energie in Österreich 2024.

Die Fernwärmeerzeugung spielt für die Erreichung der österreichischen Klimaziele eine zentrale Rolle. Seit 2005 konnte der Anteil erneuerbarer Energien im Fernwärmebereich von 22 % auf über 54 % gesteigert werden (BMK, 2024a). Im Rahmen des Nationalen Energie- und Klimaplans hat sich Österreich verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen bis 2030 um 48 % zu reduzieren, um die Klimaziele zu erreichen. Die Dekarbonisierung der Fernwärmeversorgung soll dabei durch die Integration verschiedener erneuerbarer Wärmequellen und -technologien erfolgen. Dazu zählen Geothermie, Solarthermie, Biomasse, Abwärme aus Industrieprozessen, Wärmepumpen zur Nutzung von Niedertemperaturabwärme, Wärme aus der Verwertung von Reststoffen sowie Wärme aus erneuerbarem Gas (BMK, 2024b).

Die Umsetzung der Dekarbonisierung erfordert auch technische Maßnahmen, die über die reine Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energieträger hinausgehen. Für eine effiziente Integration erneuerbarer Energien ist ein systemischer Umbau des Fernwärmenetzes erforderlich. Das umfasst neben der Anpassung der Wärmeerzeugung auch die Absenkung der Netztemperaturen sowie den Ausbau und die Optimierung von Fernwärmespeichern. Die Relevanz und Priorität der einzelnen Maßnahmen sollte dabei individuell auf Basis der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Wärmequellen, der bestehenden Wärmenetzinfrastruktur und der Anforderungen der Abnehmer:innen bewertet werden (Thamling u. a., 2020).

5.1.2 Klimaneutrale Fernwärme durch CO_2-Kompensation

Für Fernwärme-Produkte, bei denen die vollständige Vermeidung von CO_2-Emissionen aus technologischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist, stellt die Kompensation der verbleibenden Emissionen eine Maßnahme zur Erreichung der Klimaneutralität dar. CO_2-Kompensationsmechanismen ermöglichen den Ausgleich nicht vermeidbarer Emissionen durch die finanzielle Unterstützung von Projekten, die Treibhausgase aus der Atmosphäre entfernen oder deren Entstehung verhindern. Gängige Maßnahmen sind insbesondere Aufforstungs- und Wiederaufforstungsprojekte, die eine langfristige Kohlenstoffspeicherung ermöglichen, sowie Investitionen in international anerkannte Klimaschutzprojekte, wie z.B. Erneuerbare-Energien-Projekte oder die Förderung energieeffizienter Technologien in Entwicklungsländern. Die Kompensation erfolgt in der Regel durch den Kauf von CO_2-Zertifikaten, die die Reduktion oder Vermeidung von Emissionen in Projekten dokumentieren und die nach anerkannten Standards zertifiziert sind (Climate Austria, 2022).

5.1.3 Definition und Verständnis von klimaneutraler Fernwärme

In der Diskussion über Neutralitätsziele werden Begriffe wie „Klimaneutralität“, „Treibhausgas-(THG)-Neutralität“ und „CO_2-Neutralität“ oft gleichbedeutend verwendet, obwohl sie unterschiedliche Ziele beschreiben. Im Allgemeinen beschreibt Neutralität einen Zustand, in dem zwei Größen in ihrer entgegengesetzten Wirkung gleich groß sind und sich in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben. Grundsätzlich lassen sich zwei Arten von Neutralität unterscheiden. Bei der „schwachen“ Neutralität wird der Ausgleich durch den Kauf von Emissionsgutschriften aus emissionsreduzierenden Aktivitäten erreicht. Diese stammen entweder aus Projekten, die Emissionen im Vergleich zu einem Referenzszenario senken oder aus sogenannten Negativemissionstechnologien, die CO_2 aktiv aus der Atmosphäre entfernen. Global führt dies jedoch nur zu relativen Reduktionen. Bei „starker“ Neutralität gleichen sich die Treibhausgasemissionen und -senken vollständig aus. Senken können sowohl natürlichen Ursprungs sein, z.B. Wälder, als auch technischer Art, etwa durch CO_2-Abscheidung und -Speicherung. Theoretisch könnte Neutralität auch durch eine vollständige Einstellung aller Treibhausgasemissionen erzielt werden (Brutto-Null oder, bezogen auf CO_2, eine vollständige Dekarbonisierung). Dies ist jedoch unrealistisch, da eine vollständige Eliminierung der Emissionen in vielen Sektoren unmöglich ist oder mit zu hohen Kosten verbunden wäre. Ein geringer Rest muss durch Senken kompensiert werden (Honegger, Schäfer, Poralla, & Michaelowa, 2020).

Klimaneutralität ist die umfassendste und anspruchsvollste Form der Neutralität, bei der die globale Durchschnittstemperatur konstant bleibt. Das setzt voraus, dass alle menschengemachten und natürlichen Faktoren, die die Temperatur beeinflussen, ausgeglichen werden. Klimaneutralität ist schwer zu erreichen, da Effekte wie Luftverschmutzung, Wolkenbildung oder Albedo-Effekte (Reflexionsvermögen der Erdoberfläche) nur begrenzt mess- oder steuerbar sind. Bei der THG-Neutralität wird ein Gleichgewicht zwischen den Quellen und Senken aller im Kyoto-Protokoll definierten Treibhausgase (CO_2, CH_4, N_2O, H-FKW, FKW, SF_6, NF_3) angestrebt. Weil es derzeit keine Negativemissionstechnologien für Nicht-CO_2-THG gibt, erfordert THG-Neutralität eine negative Netto-CO_2-Bilanz, also dass mehr CO_2 entfernt als ausgestoßen wird. Die CO_2-Neutralität umfasst den Ausgleich von CO_2-Emissionen, z.B. durch Vermeidung oder

Kompensation. Sie gilt als Zwischenschritt auf dem Weg zur Klimaneutralität. Abbildung 12 zeigt die Unterschiede zwischen den drei Neutralitätsformen (Honegger u. a., 2020).

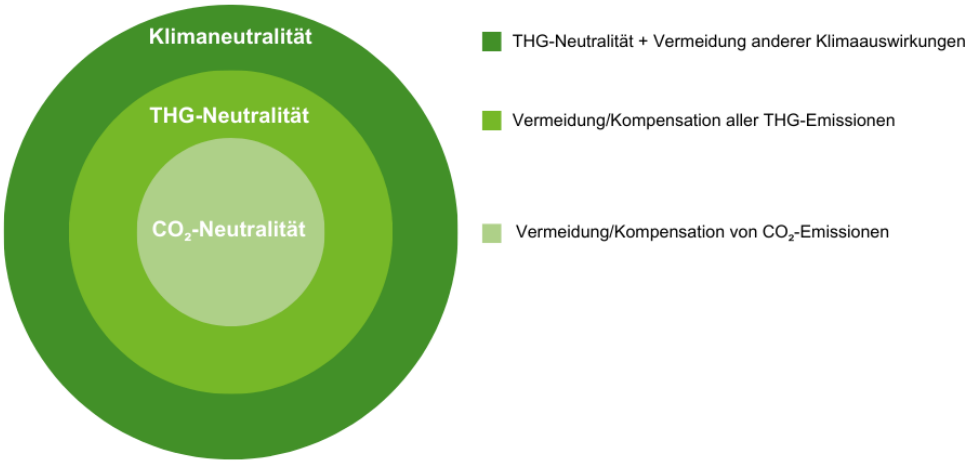


Abbildung 12: Schematische Darstellung der Unterschiede zwischen CO_2-Neutralität, THG-Neutralität und Klimaneutralität. Quelle: Eigene Darstellung.

Im Zusammenhang mit Fernwärme wird der Begriff „klimaneutral“ häufig für Produkte verwendet, die rechnerisch keine CO_2-Emissionen verursachen. In der Praxis bedeutet das meist, dass bei der Wärmeerzeugung CO_2-Emissionen entweder vermieden werden, z.B. durch den Einsatz erneuerbarer Energien wie Biomasse oder Geothermie, oder dass die CO_2-Emissionen durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden. Allerdings ist der Begriff „klimaneutral“ nicht gesetzlich geschützt oder einheitlich definiert (Global 2000, 2025).

Auch Begriffe wie „grüne Fernwärme“ oder „CO_2-neutrale Wärme“ sind nicht eindeutig definiert. So wird „grüne Fernwärme“ oft allgemein verwendet, um Fernwärmenetze zu beschreiben, die erneuerbare Energien oder industrielle Abwärme nutzen (Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein, 2024). Ein Beispiel dafür ist eine Werbekampagne von Wien Energie. Unter dem Motto „Grüne Wärme“ wurde 2010 die Fernwärme als umweltfreundlich beworben. Was „grün“ in diesem Zusammenhang genau bedeutet, wurde nicht näher erläutert. Es wurde lediglich betont, dass durch die Nutzung umweltfreundlicher Fernwärme-Technologien CO_2-Emissionen vermieden werden können (Der Standard, 2010). Solche Werbeaussagen können den Eindruck erwecken, dass die Fernwärme klimaneutral sei oder ausschließlich aus erneuerbaren Quellen stamme. Es gibt jedoch keine verbindlichen Regeln oder einheitlichen Standards für Begriffe wie „grüne Fernwärme“. Fernwärmeanbieter können selbst festlegen, welche Energieträger und Technologien sie unter diesen Begriffen vermarkten.

5.1.4 Beschreibung ausgewählter klimaneutraler Fernwärme-Produkte in der DACH-Region

Im Rahmen der Analyse klimaneutraler Fernwärme-Produkte werden in den folgenden Unterkapiteln Angebote aus Österreich, Deutschland und der Schweiz detailliert beschrieben. Dabei wird auf die unterschiedlichen Herangehensweisen eingegangen, mit denen Fernwärmebetreiber die von ihnen als klimaneutral bezeichnete Wärmeversorgung erreichen. Die wesentlichen Ansätze sind hierbei die Kompensation der CO_2-Emissionen sowie die bilanzielle Zuordnung von Fernwärme aus erneuerbaren Wärmeerzeugungsanlagen.

5.1.4.1 Österreich

Laut der Plattform waermepreise.at, die im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) betrieben wird, bieten in Österreich etwa 150 Fernwärmeversorger Tarife an, bei denen der Anteil erneuerbarer Energien mit 100 % angegeben wird. Eine detaillierte Übersicht der Tarife und deren Zusammensetzung finden sich in der Tarifliste vom 15.01.2025 (BMK, 2025). Um ein vollständigeres Bild der aktuellen Verbreitung von klimaneutralen Fernwärme-Produkten in Österreich zu erhalten, wurden qualitative Interviews mit ausgewählten Fernwärmeanbietern geführt. Im Zuge der Befragung wurden österreichische Fernwärmeanbieter zu klimaneutralen Fernwärme-Produkten und deren Anerkennung befragt. Weitere Themen waren die Nachfrage von Kund:innen nach solchen Produkten sowie ihre Einschätzung zur zukünftigen Entwicklung in diesem Bereich. Die Ergebnisse der Befragung bieten einen allgemeinen Überblick über die Ansichten der Fernwärmeanbieter. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die geringe Anzahl der Befragten keine statistisch repräsentativen Aussagen zulässt.

In den Interviews hat sich gezeigt, dass die in den Tarifmeldungen des BMK angegebenen 100 % erneuerbarer Energie häufig gerundete Werte sind. In der Praxis kommt bei den befragten Fernwärmeanbietern weiterhin ein kleiner Anteil fossiler Energieträger zum Einsatz, z.B. zur Deckung von Spitzenlasten, zur Sicherstellung der Versorgung oder während Wartungsarbeiten an den Anlagen. Der Anteil erneuerbarer Energien variiert je nach Netz. Vor allem in kleineren, ländlichen Netzen ist es oft leichter, einen höheren Anteil an erneuerbaren Energien umzusetzen, während städtische Fernwärmenetze vor größeren Herausforderungen stehen. Diese sind meist großflächig, zentral organisiert und müssen eine hohe Versorgungssicherheit sowie Flexibilität gewährleisten. Kleinere, dezentrale Netze auf dem Land könnten durch lokale erneuerbare Energiequellen schneller klimaneutral werden als große städtische Systeme. Vollständig klimaneutrale Fernwärmeprodukte werden von den befragten Anbietern derzeit nicht angeboten und auch individuelle klimaneutrale Tarife für einzelne Kund:innen gibt es bei den Befragten nicht.

Einige Fernwärmeanbieter gaben an, dass es eine steigende Nachfrage nach klimaneutralen Fernwärme-Produkten gibt, besonders von größeren Unternehmen, die CO_2-neutrale Lösungen suchen. Firmen zeigen zudem ein wachsendes Interesse an der Zusammensetzung der Fernwärme und den CO_2-Emissionsfaktoren, da diese für die Erstellung von CO_2-Bilanzen und die Berechnung von Emissionen nach Scope 1-3 erforderlich sind. Trotz der steigenden Anfragen bieten die Anbieter kein 100% klimaneutrales Produkt an. Die Einführung von klimaneutralen Fernwärmetarifen für einzelne Kund:innen würde laut den befragten Anbietern mit erheblichem Aufwand verbunden sein. Es müssten unterschiedliche Tarife entwickelt und die Energiebilanz genau berechnet werden. Ein solches System wäre zwar prinzipiell denkbar, wird aber in Österreich bisher nicht angewendet. Zertifikate und Herkunftsnachweise für Wärme, wie sie in Deutschland diskutiert werden (siehe Kapitel 5.2.5 und Kapitel 5.3.1), gibt es laut den befragten Anbietern in Österreich noch nicht.

Statt separate Produkte für Einzelne zu schaffen, wollen die Fernwärmeanbieter den Anteil erneuerbarer Energien im gesamten Netz schrittweise zu erhöhen. Technologien wie Solarthermie, Geothermie und Biomasse werden als wesentlich für eine nachhaltige Wärmeversorgung gesehen. Der Einsatz neuer Technologien wie Carbon Capture and

Utilization (CCU) und Carbon Capture and Storage (CCS) wird ebenfalls als vielversprechend angesehen. Besonders hervorgehoben wurde die Bedeutung der zentralen Steuerung der Fernwärmeversorgung, die eine effiziente Integration innovativer Technologien ermöglicht. Dies erleichtert den Einsatz erneuerbarer Energien und neuer Technologien und könnte im Vergleich zu dezentralen, individuellen Lösungen höhere Effizienz bieten. Allerdings ist zu beachten, dass die Umsetzung dieser Technologien mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden ist, was sich auf die Fernwärmepreise auswirken könnte (Quelle: Interviews).

Die sorgfältige Recherche zeigt, dass derzeit in Österreich kein Fernwärmeversorger ein Produkt anbietet, das durch Zertifizierung eindeutig als klimaneutral gekennzeichnet ist.

5.1.4.2 Deutschland

Die Recherche hat ergeben, dass es in Deutschland einige Fernwärmeanbieter gibt, die Produkte anbieten, welche als klimaneutral bezeichnet werden. Grundlage dafür sind **in allen Fällen CO_2-Kompensationsmaßnahmen**, mit denen verbleibende Emissionen ausgeglichen werden, d.h. ein von sich aus komplett CO_2-freies Produkt gibt es auch hier nicht. Die Stadtwerke München (SWM), die Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) und die Berliner Energie und Wärme AG (BEW) nutzen CO_2-Zertifikate nach dem International Gold Standard. Die Stadtwerke Rostock und die Erlanger Stadtwerke (ESTW) bieten ein Produkt mit CO_2-Kompensation an, bei dem die Kompensation durch ein TÜV NORD CERT-Zertifikat bestätigt wird.

Zusätzlich zur Recherche wurden Interviews mit den Anbietern angefragt. Ein Gespräch konnte jedoch nur mit den SWM geführt werden. Die Informationen zu den anderen Anbietern basieren auf öffentlich zugänglichen Quellen. Die dargestellten Informationen geben einen Überblick über das Angebot an als klimaneutral bezeichnete Fernwärme-Produkte in Deutschland.

5.1.4.2.1 Stadtwerke München – M-Kompensation

Im Gespräch mit den SWM lag der Fokus vor allem auf den CO_2-Kompensationsmöglichkeiten für Unternehmen. Es wurde erläutert, welche Modelle die SWM anbieten, wie die CO_2-Kompensation funktioniert und welche Rahmenbedingungen dabei zu beachten sind. Der folgende Abschnitt fasst die wesentlichen Erkenntnisse aus dem Interview zusammen.

Das Fernwärmenetz der SWM erstreckt sich über rund 900 Kilometer und versorgt große Teile der Münchner Innenstadt sowie angrenzende Stadtteile und Gemeinden. Die Fernwärme wird derzeit überwiegend in KWK-Anlagen erzeugt. Zur schrittweisen Integration erneuerbarer Energien wird die Fernwärmeproduktion zunehmend durch Geothermie ergänzt. Der Energieträgermix im Jahr 2023 für das Versorgungsgebiet München Stadt, Martinsried, Unterföhring sowie der Region Süd setzt sich wie folgt zusammen: 37,6 % Steinkohle, 27,9 % Erdgas, 1,3 % Biomasse, 10,8 % Geothermie, 21,9 % unvermeidbare Abwärme und 0,5 % Sonstige.

Die Treibhausgasemissionen der Fernwärmeversorgung für das Netz in München Stadt, Martinsried, Unterföhring und Region Süd wurden gemäß Anlage 9, 1 (c) des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) auf 0,066 kg CO_{2eq}/kWh ermittelt. Zur Berechnung der

Treibhausgasemissionen verwenden die SWM die Stromgutschriftmethode nach dem GEG (SWM, 2024b).

Die SWM bieten derzeit keine klimaneutrale Fernwärme-Produkte an, stellen jedoch Unternehmen zusätzliche CO_2-Kompensationsmöglichkeiten zur Verfügung. Die CO_2-Kompensation wird unabhängig von der Fernwärme als eigenständiges Geschäftsmodell angeboten und kann somit auch ohne Fernwärmebezug bezogen werden. Nach der Erstellung ihrer CO_2-Bilanz können Unternehmen unvermeidbare Emissionen, die nicht durch Reduktionsmaßnahmen vermieden werden können, durch ein Produkt der SWM ausgleichen und sich bilanziell als klimaneutral darstellen. Folgende Optionen stehen Unternehmen zur Verfügung:

- **M-Kompensation:** Bei dieser Option werden unvermeidbare Emissionen durch Investitionen in internationale Klimaschutzprojekte ausgeglichen. Unternehmen erhalten Stilllegungsbescheinigungen von CO_2-Emissionszertifikaten.
- **M-Kompensation Plus:** Neben dem internationalen CO_2-Ausgleich wird ein zusätzlicher Beitrag zur Energiewende in Deutschland geleistet. Ein Teil der Mittel fließt in den Ausbau und den Erhalt von Anlagen für erneuerbarer Energien.

Die ausgewählten Projekte für die Kompensation entsprechen dem Gold Standard, einem internationalen Qualitätsstandard für freiwillige CO_2-Kompensation. Es werden ausschließlich ex-post-Zertifikate verwendet. Das bedeutet, dass die Emissionen bereits nachweisbar eingespart wurden. Mit der Stilllegung der Zertifikate stellt der Gold Standard sicher, dass die gekauften Zertifikate nicht weiterverkauft werden können. Weiters wird sichergestellt, dass mindestens drei der Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen erfüllt werden (SWM, 2024a). Die Erstellung von Zertifikaten aus Klimaschutzprojekten innerhalb der EU oder Deutschlands ist nicht möglich, da diese Projekte bereits in die nationale CO_2-Bilanz einfließen. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wird vor allem auf internationale Projekte gesetzt, wie z.B. der Errichtung von Solarkraftwerken, Windkraftanlagen oder Aufforstungsprojekten. Kund:innen können sich aktiv an der Auswahl der Klimaschutzprojekte beteiligen. Es besteht die Möglichkeit, mehrere Projekte zu unterstützen oder spezifische Projekte auszuwählen. Die Kosten für die CO_2-Kompensation variieren je nach Projektart und CO_2-Menge (Quelle: Interview).

Die SWM bieten kein eigenes Zertifikat für Klimaneutralität an. Stattdessen können Unternehmen ihre Klimaneutralität durch unabhängige Prüfer wie beispielsweise den TÜV zertifizieren lassen. Laut SWM ist es wichtig, dass die Kriterien für Klimaneutralität klar definiert und transparent dargestellt werden. Dies umfasst die Erstellung einer CO_2-Bilanz nach Scope 1, 2 und 3 sowie Maßnahmen zur Vermeidung, Reduktion und Kompensation von CO_2 (Quelle: Interview).

5.1.4.2.2 Energie Baden-Württemberg – Pro Climate (Stand Jänner 2025: nicht mehr verfügbar)

Die Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) betreibt Fernwärmegebiete in Stuttgart, Heilbronn und Karlsruhe, wobei sich das größte Fernwärmenetz im Großraum Stuttgart befindet. Die Wärmeversorgung erfolgt durch die Heizkraftwerke Stuttgart-Münster, Stuttgart-Gaisburg, Altbach/Deizisau sowie ein Spitzenlastheizwerk, die den Fernwärme-Verbund Mittlerer Neckar bilden (EnBW, 2024c). Der Brennstoffmix zur Fernwärmeerzeugung besteht

im Wesentlichen aus Steinkohle, Abfall und Erdgas. Im Jahr 2023 wurden zur Wärmeerzeugung folgende Energieträger eingesetzt: Steinkohle 40,9 %, Restmüllheizkraft 33,8 %, Erdgas 22,6 % und Sonstige 2,7 %. Der Anteil erneuerbarer Energie an der Wärmeerzeugung beträgt 18,9 %. Der KWK-Anteil liegt bei 75,8 % (EnBW, 2024b).

Die CO_2-Emissionen der EnBW Fernwärme Mittlerer Neckar sind je nach zugrundeliegender Gesetzgrundlage und verwendeten Berechnungsmethodik unterschiedlich. Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfolgt jährlich durch die EnBW. Es werden drei verschiedene CO_2-Emissionsfaktoren aufgelistet, die in unterschiedlichen Kontexten zur Anwendung kommen:

1. **GEG** (Gebäudeenergiegesetz): Der nach GEG ermittelte CO_2-Emissionsfaktor beträgt 0,0 kg CO_2/kWh und wurde von der Technischen Universität Dresden bescheinigt. Dieser Wert wird bei der Sanierung und Neubau sowie bei der Vergabe von Fördergeldern verwendet. Die Berechnung erfolgt nach der Stromgutschriftmethode (gemäß FW 309-1).
2. **FFVAV** (Fernwärme- oder Fernkälte-Verbrauchserfassungs- und Abrechnungsverordnung): Hier beträgt der Emissionsfaktor 0,174 kg CO_2/kWh, berechnet nach der Arbeitswertmethode (gemäß FW 309-6).
3. **CO_2KostAufG** (CO_2-Kostenaufteilungsgesetz): Der Emissionsfaktor beträgt 0,221 kg CO_2/kWh und wird im Rahmen mit der CO_2-Kostenaufteilung zwischen Mieter und Vermieter verwendet. Die Berechnung erfolgt nach der Finnischen Methode.

Neben den Komfort-Produkten bietet die EnBW auch die Wahl eines klimaneutralen Fernwärmeprodukts durch CO_2-Kompensation an. Das Produkt EnBW Pro Climate stellt laut EnBW eine Übergangslösung dar, mit der Kund:innen der EnBW ihre Fernwärmeversorgung CO_2-neutral gestalten können. Für das Jahr 2023 wurde für die Fernwärmeversorgung in der Region Mittlerer Neckar ein CO_2-Emissionsfaktor von 0,174 kg CO_2/kWh nach der Arbeitswertmethode (FW 309-6) berechnet, wobei die Emissionen der Brennstoffvorkette, CO_2-Äquivalente, Hilfs- und Antriebsstrom nicht enthalten sind. Dieser Emissionsfaktor wird für die CO_2-Kompensationsberechnung des Fernwärmeprodukts EnBW Pro Climate herangezogen. Die Kompensation der Emissionen erfolgt durch Investitionen in Projekte zur Reduktion oder Vermeidung von CO_2-Emissionen, die nach dem anerkannten Gold Standard zertifiziert sind. Auf diese Weise wird den Kund:innen eine CO_2-neutrale Fernwärmeversorgung ermöglicht, jedoch ohne eine Zertifizierung (EnBW, 2024a).

5.1.4.2.3 Berliner Energie und Wärme - Stadtwärme Klassik Plus

Die Berliner Energie und Wärme (BEW) ist der größte Fernwärmeanbieter in Berlin und deckt rund ein Drittel des Wärmebedarfs aller Berliner Wohnungen ab. Im Jahr 2024 hat das Land Berlin sämtliche Anteile an der Vattenfall Wärme Berlin AG übernommen (BEW, 2024b). Das Fernwärmeprodukt Stadtwärme Klassik Plus basiert auf einem Brennstoffmix, der aus Erdgas, Steinkohle und erneuerbaren Energien besteht. Der Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme im zentralen Fernwärmeverbundnetz Berlin beträgt 9,3 %. Der KWK-Anteil liegt derzeit bei 75,4 % (BEW, 2024a).

Für das Jahr 2023 wurden die spezifischen Emissionen des zentralen Fernwärmeverbundnetzes der BEW mit 0,162 kg CO_{2eq}/kWh ermittelt. Dieser Wert, der auch

die Vorkettenemissionen berücksichtigt, wurde auf Basis der Betriebsdaten des Jahres 2023 nach der Norm DIN V 18599-1:2018-09 berechnet. Die Prüfung und Bestätigung erfolgte durch die Technische Universität Dresden und der Emissionsfaktor wurde gemäß Anlage 9 des GEG 2024 bewertet (Technische Universität Dresden, 2024).

Das Produkt „Stadtwärme Klassik Plus“ wird als klimaneutrales Fernwärmeprodukt beworben. Laut den Angaben im Produktblatt bedeutet das, dass die bei der Wärmeerzeugung entstehenden CO_2-Emissionen sowie weitere im Kyoto-Protokoll genannte Treibhausgase durch die BEW kompensiert werden. Grundlage für die Berechnung ist die Norm DIN V 18599-1:2018-09. Für die Kompensation erwirbt die BEW zertifizierte Emissionsminderungszertifikate aus Gold Standard-Projekten. Die Zertifikate werden im Rahmen des freiwilligen Emissionshandels eingesetzt und ermöglichen es, unvermeidbare Emissionen durch gleichwertige Einsparungen an anderer Stelle auszugleichen. Dadurch wird laut BEW sichergestellt, dass die Wärmeversorgung mit „Stadtwärme Klassik Plus“ per Saldo klimaneutral ist (BEW, 2024c).

5.1.4.2.4 Stadtwerke Rostock – Wärme FLEX

Die Stadtwerke Rostock AG versorgt etwa zwei Drittel aller Haushalte in Rostock mit Fernwärme (Stadtwerke Rostock, 2024). Etwa 47 % der erzeugten Wärme wird in einer hocheffizienten KWK-Anlage erzeugt, in der sowohl fossile Brennstoffe als auch erneuerbare Energien genutzt werden. 18 % der Wärme werden aus erneuerbaren Energien bereitgestellt, während 34 % aus industrieller Abwärme stammen.

Die Treibhausgasemissionen des Fernwärmesystems werden nach dem GEG berechnet (Anlage 9 Nr. 1c). Die CO_2-Emissionen betragen 0,056 kg CO_{2eq}/kWh, die durch ein Gutachten bescheinigt wurden (Brosziewski, 2023).

Neben dem Produkt „Wärme BASIS“ bietet die Stadtwerke Rostock AG „Wärme FLEX“ als klimaneutrales Produkt an. Grundlage hierfür ist die Kompensation aller Treibhausgasemissionen, die im Zusammenhang mit der Einspeisung in das zentrale Fernwärmenetz Rostock entstehen. Die Zertifizierung erfolgt durch die TÜV NORD CERT GmbH, die die Treibhausgasberechnungen sowie die Klimaneutralität prüft und bestätigt. Grundlage dafür sind die ISO 14064-3, ein international anerkannter Standard für die Verifizierung von Treibhausgasangaben (International Organization for Standardization, 2019), sowie der TÜV NORD Standard TN-CC 020, der spezifische Anforderungen für die Prüfung und Bestätigung der Klimaneutralität von Produkten oder Dienstleistungen festlegt (TÜV NORD CERT GmbH, 2022). Die Berechnungen erfolgen nach dem GHG-Protokoll und die Emissionen werden auf Basis historischer Daten prognostiziert und kompensiert. Für den Zeitraum vom 1. Januar bis 31. Dezember 2024 ist „Wärme FLEX“ als klimaneutral zertifiziert (TÜV NORD CERT GmbH, 2024).

5.1.4.2.5 Erlanger Stadtwerke AG – Fernwärme

Die Erlanger Stadtwerke AG (ESTW) sind ein zentraler Energieversorger in Erlangen. Das Fernwärmenetz erstreckt sich über 100 Kilometer und deckt einen Großteil des Wärmebedarfs der Stadt. Der Hauptproduktionsstandort für die Fernwärmeversorgung ist das Heizkraftwerk in der Äußeren-Brucker-Straße, welches rund 85 % der benötigten Wärme liefert. Im Jahr 2023 setzt sich der Energieträgermix der Fernwärme wie folgt zusammen: 73,74 % Erdgas in

KWK-Anlagen, 18,91 % Erdgas ohne KWK, 4,47 % Heizöl (leicht) im KWK-Prozess und 2,88 % Heizöl (leicht) ohne KWK (ESTW Erlanger Stadtwerke, 2024). Die Ermittlung des CO_2-Emissionsfaktors erfolgt auf Basis der Berechnungsvorschriften gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 309 - Teil 6 und beträgt 0,164 kg CO_2/kWh. Die Bescheinigung erfolgt durch die TÜV Süd Industrie Service GmbH (TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 2022).

Das Produkt „Fernwärme“ der ESTW ist klimaneutral, was durch die Zertifizierung gemäß ISO 14064-3 in Kombination mit TN-CC 020 von der TÜV NORD CERT GmbH bestätigt wird. Die Klimaneutralität wird durch die Kompensation der bei der Wärmeproduktion entstehenden Treibhausgasemissionen erreicht. Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgt nach dem GHG-Protokoll. Um die Emissionen aus der stationären Verbrennung von Erdgas und Heizöl zu kompensieren, investieren die ESTW in internationale Klimaschutzprojekte, die unter anderem Aufforstungsprogramme, den Bau von Wind- und Solarenergieanlagen sowie nachhaltige Entwicklungsmaßnahmen in Schwellen- und Entwicklungsländern umfassen. Die Emissionen für den Zeitraum vom 1. Januar bis 31. Dezember 2023 wurden auf Basis historischer Daten prognostiziert und entsprechend kompensiert, um die Klimaneutralität des Fernwärmeprodukts zu gewährleisten (TÜV NORD CERT GmbH, 2023).

In Deutschland bieten einige Fernwärmeversorger als „klimaneutral“ bezeichnete Produkte an, bei denen die CO_2-Emissionen durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden. Die Produkte der Stadtwerke Rostock und der ESTW sind vom TÜV NORD CERT zertifiziert, wobei die CO_2-Emissionen auf Grundlage des GHG-Protokolls ermittelt wurden.

5.1.4.3 Schweiz

Auch in der Schweiz konnten einige Fernwärmeanbieter mit Fernwärme-Produkten identifiziert werden, die als klimaneutral bezeichnet werden. Die Industriellen Werke Basel (IWB) kompensieren CO_2-Emissionen. Bei anderen Anbietern wie Eniwa AG, Limeco, Energie Wasser Bern (ewb), St. Galler Stadtwerke, REFUNA AG und Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) erfolgt eine Bilanzierung und Zuordnung nach Wärmeerzeugungsanlagen.

Im Rahmen der Recherche wurden Interviews mit den Fernwärmeanbietern angefragt. Gespräche wurden mit IWB, ewb, St. Galler Stadtwerke, ewz und REFUNA AG geführt. In den Interviews wurden das bestehende Produktportfolio, Bewertungsmöglichkeiten von Fernwärme sowie die Anerkennung und Zertifizierung von klimaneutralen Fernwärme-Produkten und deren Kund:innennachfrage diskutiert. Da Interviews mit der Eniwa AG und Limeco nicht möglich waren, basiert hier die Recherche auf öffentlich zugänglichen Quellen. Die Ergebnisse liefern Erkenntnisse darüber, wie als klimaneutral bezeichnete Fernwärme-Produkte in der Schweiz umgesetzt werden.

5.1.4.3.1 Industrielle Werke Basel – Fernwärme Klima

Industrielle Werke Basel (IWB) ist ein führendes Schweizer Energieunternehmen mit Sitz in Basel. IWB betreibt mit ca. 780 GWh/a Absatz eines der größten Fernwärmenetz der Schweiz und versorgt das Gebiet Basel-Stadt mit Wärme. Die Fernwärme der IWB wird durch eine Kombination verschiedener Wärmequellen erzeugt. Der Grundbedarf wird durch Abwärme aus der Müllverbrennungsanlage, in der Schweiz als Kehrichtverwertungsanlage (KVA) bezeichnet, gedeckt. In den kalten Monaten werden zusätzlich zwei Holzkraftwerke betrieben

und an sehr kalten Wintertage wird auch Energie aus Gaskraftwerken eingesetzt (IWB, 2024). Der Brennstoffmix der IWB-Fernwärme im Jahr 2023 setzt sich wie folgt zusammen: 41 % Abwärme aus der Kehrichtverwertung, 22 % Erdgas, 21 % Holz, 12 % Biogas, 3 % Klärschlamm und 1 % Wärmerückgewinnung.

IWB bietet zwei Fernwärme-Produkte an:

1. **IWB Fernwärme Mix**: Ein Standardtarif, bei dem die Wärme zu 78 % aus Abwärme und erneuerbaren Energien stammt.
2. **IWB Fernwärme Klima**: Bei diesem Produkt werden die CO_2-Emissionen durch die Finanzierung von Klimaschutzprojekten kompensiert.

IWB Fernwärme Klima wird seit 2024 angeboten. **Vorher gab es ein anderes Produkt, das als klimaneutral vermarktet wurde. Bei diesem Produkt wurde der biogene Anteil der KVA, der als CO_2-neutral bewertet wurde, einzelnen Kund:innen bilanziell zugeordnet**. Dieses Vorgehen führte jedoch dazu, dass das Standardprodukt, welches von der Mehrheit der Kund:innen bezogen wurde, schlechter bewertet wurde, da hier der Anteil an erneuerbaren Energien sank. In Abstimmung mit der Schweizer Stiftung myclimate hat sich die IWB deshalb entschieden, ein neues Produkt einzuführen, bei dem die CO_2-Emissionen kompensiert werden. Auf die Bezeichnung „klimaneutral“ wurde bewusst verzichtet, da für die IWB und myclimate die Finanzierung von Klimaschutzprojekten nicht gleichbedeutend mit dem Erreichen von Klimaneutralität ist (Quelle: Interview).

Seit 2023 veröffentlicht die IWB die THG-Emissionen ihrer Fernwärme-Produkte gemäß dem GHG-Protokoll als CO_2-Äquivalente mit den entsprechenden Emissionsfaktoren. Kund:innen erhalten damit die notwendigen Daten für ihre eigene THG-Bilanzierung, können aber auch alternative Standards wie z.B. die Ökobilanzdaten der KBOB (Koordinationskonferenz der Bau und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren) verwenden.

Die IWB berücksichtigt im Rahmen des GHG-Standards die gesamte Wertschöpfungskette (Scope 1–3) und erfasst dabei alle Emissionen, die bei der Energieproduktion, -verteilung und -nutzung durch die Kund:innen entstehen. Gemäß GHG-Standard stellen die direkten Emissionen des Energieproduzenten (Scope 1) gleichzeitig die indirekten Emissionen (Scope 2) auf der Kund:innenseite dar. Darüber hinaus umfassen die Scope 3-Emissionen alle vor- und nachgelagerten Prozesse innerhalb der Wertschöpfungskette.

Auch der Einsatz erneuerbarer Energieträger sowie die Nutzung von Abwärme aus Kehrichtverbrennungsanlagen verursachen CO_2-Emissionen, die anhand spezifischer Emissionsfaktoren berechnet werden. Dieses umfassende Bilanzierungsmodell gewährleistet eine genaue Bewertung der Klimawirkung entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Die Emissionen werden nicht direkt gemessen, sondern basieren auf Aktivitätsdaten (z.B. Energieform, Anlagentechnik, Wirkungsgrad) und entsprechenden Emissionsfaktoren. Für die relevanten Produktionsanlagen wurden kraftwerksspezifische Faktoren entwickelt. Für alle anderen Anlagen und Tätigkeiten greift IWB auf die aktuellsten verfügbaren Emissionsfaktoren zurück, darunter die CO_2-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2025) sowie die Treibhausgasemissionsfaktoren für den Gebäudesektor (Intep, 2024). In Tabelle 21 sind die Emissionen der Fernwärme-Produkte zusammengefasst.

Tabelle 21: Berechnete CO_{2eq} der Produkte IWB Fernwärme Mix und IWB Fernwärme Klima. Quelle: (IWB, 2023).

Produkte	Methodik	Emissionen (kg CO_{2eq}/MWh)		
		Scope 1	Scope 3	Total
IWB Mix IWB Klima	GHG	102,9	44,0	146,9

Die Produkte IWB Fernwärme Mix und IWB Fernwärme Klima weisen die gleichen Emissionswerte auf, da die Wärmeproduktion in beiden Fällen auf den gleichen Erzeugungsprozessen basiert. Beim Produkt IWB Fernwärme Klima werden die entstehenden CO_2-Emissionen durch die IWB kompensiert, wodurch das Produkt als klimaneutral vermarktet werden kann. Derzeit beziehen rund ein Sechstel der Kund:innen die Fernwärme Klima. Hierfür werden Zertifikate zur Kompensation der direkten Emissionen gemäß Scope 1 erworben. Die Einbeziehung der indirekten Emissionen gemäß Scope 3 würde den Bedarf an Zertifikaten und damit die Kosten deutlich erhöhen. Dies würde einen so hohen Aufschlag auf den Produktpreis erfordern, dass die Wirtschaftlichkeit des Produktes für die IWB nicht mehr gewährleistet wäre (Quelle: Interview).

Das Produkt IWB Fernwärme Klima ist mit dem myclimate Impact-Label «Wirkt. Nachhaltig» zertifiziert (myclimate, 2023). Das Label bestätigt, dass die Emissionen korrekt bilanziert und durch die finanzielle Unterstützung von internationalen Klimaschutzprojekten kompensiert wurden. Unternehmen, die das Impact-Label tragen, finanzieren Emissionsreduktionen durch externe Klimaschutzprojekte im Umfang ihrer eigenen Emissionen. Diese Unternehmen können sich nicht als „klimaneutral“ bezeichnen, sondern nur zeigen, welchen Beitrag sie zur Erreichung der globalen Klimaziele leisten und welche Wirkung (Impact) sie in den unterstützten Projekten erzielen (myclimate, 2024).

5.1.4.3.2 Energie Wasser Bern – ewb.ÖKO.Fernwärme

Mit einem rund 60 Kilometer langen Fernwärmenetz versorgt die Energie Wasser Bern (ewb) über 700 Kund:innen in der Stadt Bern mit Wärme. Die Fernwärmeproduktion basiert auf einem Mix aus Kehricht, Holz und Erdgas. Die Abwärme aus der KVA spielt dabei eine zentrale Rolle und wird durch die Energie aus dem Holzheizkraftwerk ergänzt (Energie Wasser Bern, 2024a).

ewb bietet zwei Hauptprodukte an: ewb.NATUR.Fernwärme und ewb.ÖKO.Fernwärme. Kund:innen können auch ein kombiniertes Fernwärmeprodukt wählen, das die gewünschte Menge an Öko-Fernwärme enthält. Die Mindestabnahmemenge beträgt 1.000 kWh. Die Bilanzierung der beiden Fernwärme-Produkte erfolgt auf Basis der Verkaufsanteile, die den Kund:innen zugeschrieben werden. **Es wird ermittelt, wie viel Öko-Fernwärme verkauft wird, und der verbleibende Anteil des Fernwärmebedarfs ist Natur-Fernwärme. Es handelt sich also um eine rein rechnerische Bilanzierung**. Der Unterschied der Produkte liegt darin, dass ewb für diese Kund:innen garantiert, die gewünschte Menge an Öko-Fernwärme zu produzieren und ins Berner Netz einzuspeisen. Je mehr Kund:innen dieses Produkt nachfragen, desto mehr erhöht sich der Anteil der Öko-Fernwärme an der gesamten Fernwärmeerzeugung (Quelle: Interview).

Für die Fernwärme-Produkte erstellt die ewb umfassende Ökobilanzen und veröffentlicht diese auf der Unternehmenswebsite. Die Ökobilanzdaten werden für die gesamte Fernwärme sowie jeweils für die Öko-Fernwärme und die Natur-Fernwärme berechnet. In den Ökobilanzdaten aus dem Jahr 2023 werden die eingesetzten Brennstoffe und die ökologischen Kennwerte der erzeugten Wärme sowie der beiden Produkte dargestellt. Die Berechnungen basieren auf Lebenszyklusbetrachtungen von Gebäuden und Wärmesystemen und können für Energie- und Ökobilanzen von Gebäuden und Anlagen verwendet werden.

Für die Berechnung der Erneuerbarkeit der Fernwärme-Produkte verwendet die ewb folgende Definitionen:

- Energie aus Holz gilt als 100% erneuerbar und CO_2-neutral.
- Abwärme aus industriellen Prozessen und somit auch die Abwärme aus der Kehrichtverwertung gilt als gleichwertig zu erneuerbaren Energien und wird ebenfalls als CO_2-neutral betrachtet gemäß dem Faktenblatt Abwärme des Bundesamtes für Energie BFE (Bundesamt für Energie BFE, 2018).
- Wärme aus erdgasbetriebenen KWK-Anlagen und Spitzenlastkesseln wird als fossile, nicht erneuerbare Energie ausgewiesen gemäß dem Faktenblatt Abwärme des Bundesamtes für Energie BFE (Bundesamt für Energie BFE, 2018).

Die prozentuale Zusammensetzung des Brennstoffmix für die gesamte Wärmeproduktion sowie für die Produkte ewb.NATUR.Fernwärme und ewb.ÖKO.Fernwärme ist in Tabelle 22 dargestellt.

Tabelle 22: Zusammensetzung des Brennstoffmixes der gesamten Wärme und der jeweiligen Produkte. Quellen:

Brennstoff	Wärme gesamt	ewb.NATUR.Fernwärme	ewb.ÖKO.Fernwärme
Kehricht (KVA)	54,1 %	54,0 %	60 %
Holz (HHKW)	34,8 %	34,7 %	40 %
Erdgas (KWK)	9,1 %	9,2 %	-
Erdgas (Spitzenlastkessel)	2,0 %	2,1 %	-

Das Produkt ewb.ÖKO.Fernwärme enthält keine Wärme aus der KWK-Anlage oder dem Spitzenlastkessel. Energie aus Holz gilt als CO_2-neutral, mit der Begründung, dass das bei der Verbrennung freigesetzte CO_2 in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf zurückgeführt wird. Die Abwärme aus der KVA-Anlange wird ebenfalls als CO_2-neutral betrachtet, da sie ein Nebenprodukt industrieller Prozesse ist. Die CO_2-Emissionen werden dem Müllverbrennungsprozess zugerechnet. Somit beträgt der Anteil erneuerbarer Energie gemäß den Definitionen 100 % und das Produkt gilt als CO_2-neutral.

Für das Produkt ewb.NATUR.Fernwärme wird die durchschnittliche Wärmeproduktion der Energiezentrale Forsthaus als Grundlage verwendet. Dabei werden die erneuerbaren Anteile, die bereits im Produkt ewb.ÖKO.Fernwärme enthalten sind, abgezogen. Die

ewb.NATUR.Fernwärme besteht zu 85,5 % aus erneuerbarer Energie, die aus Abwärme und Holz stammen. Der Anteil an fossiler Energie aus Erdgas beträgt 14,5 %.

Die Berechnungen der Ökobilanz basieren auf den „Ökobilanzdaten im Baubereich“ der KBOB (Koordinationskonferenz der Bau und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren) sowie auf der SIA-Richtlinie 380:2022 für die energetische Berechnung von Gebäuden. Darin sind Standardwerte für Energien enthalten, welche die Ökofaktoren vorgeben. Die berechneten Werte berücksichtigen nicht nur die direkten Umweltauswirkungen des Betriebs, sondern auch die Umweltbelastungen, die durch die Bereitstellung von Brennstoffen und Wärmesystemen sowie durch Wirkungsgradverluste entstehen. Aus diesem Grund weist auch das Produkt ewb.ÖKO.Fernwärme einen Treibhausgasemissionsfaktor auf.

Die Unterschiede in der Primärenergie, den Treibhausgasemissionen und den Umweltbelastungspunkten (UBP) der Produkte sind in Tabelle 24 zusammengefasst. Die UBP berücksichtigen eine Vielzahl von Umweltfaktoren, wie Treibhausgase, Ressourcenverbrauch sowie Luft- und Bodenverschmutzung. Sie quantifizieren die ökologischen Auswirkungen eines Produkts auf Grundlage der Methode der ökologischen Knappheit des Bundesamts für Umwelt der Schweiz. Ein hoher UBP-Wert bedeutet eine größere Umweltbelastung (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2021).

Für den Energiebereich gibt es in den Ökobilanzdaten der KBOB verschiedene Werte für Fernwärme aus unterschiedlichen Energiequellen (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2024). Diese Werte können zur Berechnung der UBP herangezogen werden und sind in Tabelle 23 aufgeführt. Mithilfe eines Fernwärmerechners (Link) können die Umweltauswirkungen individueller Fernwärmemixe bestimmen. Die Ökobilanzdaten basieren auf dem KBOB-Datenbestand 2009/1:2022.

Tabelle 23: Ökobilanzdaten für Fernwärme. Quelle: Ökobilanzen im Baubereich - KBOB/ecobau/IPB 2009/1:2022, Version 6.2.

Energie	UBP 21 [kWh Endenergie)	THG-Emissionen [kg CO_{2eq}/kWh]
Atomkraftwerk	13,6	0,003
Heizzentrale Öl	508	0,401
Heizzentrale Gas	365	0,301
Heizzentrale Holz	165	0,025
Heizkraftwerk Holz	49,9	0,013
Heizzentrale EWP[1] Abwasser	176	0,046
Heizzentrale EWP[1] Grundwasser	215	0,056
Heizzentrale EWP[1] Erdsonde	223	0,060
Heizzentrale Geothermie	88,4	0,020

Heizkraftwerk Geothermie	63,1	0,015
Kehrrichtverbrennung	11,2	0,003
Blockheizkraftwerk Diesel	184	0,131
Blockheizkraftwerk Gas	134	0,106
Blockheizkraftwerk Biogas	83,1	0,060
Fernwärme Durchschnitt Netze CH	123	0,066
[1] Elektrische Wärmepumpe		

Tabelle 24: Vergleich der Ökobilanzdaten der gesamten Wärme sowie der jeweiligen Produkte. Quellen: (Energie Wasser Bern, 2024d, 2024c, 2024b).

Produkt	Primärenergiefaktor	THG-Emissionsfaktor [kg CO_{2eq}/MWh]	UBP pro kWh
Wärme gesamt	0,639	0,040	73
ewb.NATUR.Fernwärme	0,640	0,040	73
ewb.ÖKO.Fernwärme	0,570	0,011	41

Die Berechnungen zeigen, dass die ewb.ÖKO.Fernwärme insbesondere aufgrund der geringeren Treibhausgasemissionen und der geringeren UBP eine deutlich bessere Umweltbilanz aufweist. Die ewb bietet derzeit keine zertifizierten Fernwärme-Produkte an, da nach eigenen Angaben die Nachfrage nach Fernwärme mit entsprechenden Zertifikaten bisher sehr gering ist.

Für die Bewertung der Fernwärme und die Berechnung der CO_2-Emissionen werden Standardwerte aus den Ökobilanzdaten der KBOB verwendet, die für den Fernwärmebetreiber vorteilhaft sind. Abwärme aus Kehrichtverwertungsanlagen wird als CO_2-neutral betrachtet und diese Emissionen werden dem Produkt nicht angerechnet. Ebenso gilt Holz als CO_2-neutral. Bei einer Bilanzierung nach Scope 1 ist eine klimaneutrale Fernwärme möglich, da hier nur die Emissionen aus der Spitzenlast und der Gasturbine kompensiert werden müssen. Werden die CO_2-Emissionen jedoch nach dem GHG-Protokoll berechnet, ergeben sich Emissionen aus der Müll- und Holzverbrennung. Die Anerkennung der Klimaneutralität hängt also von der verwendeten Bilanzierungsmethodik ab. Ab 2025 tritt in der Schweiz ein neues Klimaschutzgesetz in Kraft, mit einem Netto-Null-Ziel bis 2050. Im Rahmen dieses neuen Gesetzes müssen Fernwärme-Produkte und andere Energieträger nach dem GHG-Protokoll bilanziert werden, was eine genaue Erfassung der Emissionen erforderlich macht. Ein Problem, das sich laut Unternehmen ergibt, ist die Erhebung von CO_2-Emissionen bei der Müllverbrennung und aus der Biomasse. Je nachdem, wie die Emissionen bilanziert werden, kann sich der CO_2-Wert pro MWh deutlich erhöhen.

Das Konzept eines Fernwärme-Produktes mit CO_2-Kompensationszertifikaten wird von der ewb kritisch gesehen: Die Nachfrage nach einem solchen Produkt sei noch nicht vorhanden und es gibt Bedenken hinsichtlich der Glaubwürdigkeit solcher Zertifikate. Es gibt jedoch ein wachsendes Interesse an Negativ-Emissionszertifikaten, insbesondere von größeren Unternehmen, die bereit sind, Abscheideanlagen (wie z.B. zur CO_2-Abscheidung und -Speicherung, CCS/CCU) zu unterstützen, um ihre Emissionen zu neutralisieren. Der Begriff „Negativ-Emissionen“ bezeichnet in der wissenschaftlichen Literatur Prozesse oder Technologien, durch die mehr CO_2 aus der Atmosphäre oder einem Emissionsstrom entfernt und langfristig gespeichert wird, als durch das betrachtete System ausgestoßen wird. Besonders häufig wird der Begriff in Verbindung mit „Technologien“ (Negative Emission Technologies, NETs) verwendet. Hierzu zählen unter anderem die direkte Abscheidung aus der Luft (Direct Air Capture, DAC), die Speicherung von Kohlenstoff durch Biomasse sowie bioenergetische Verfahren mit CO_2-Abscheidung und -Speicherung (BECCS) (Zeilerbauer u. a., 2024). Diese abgeschiedenen Emissionen können dann als Negativ-Emissionen verkauft werden und haben für die ewb eine höhere Glaubwürdigkeit als herkömmliche Kompensationszertifikate.

Das Unternehmen plant, bis 2030 eine Pilotanlage zur CO_2-Abscheidung zu errichten, um Erfahrungen für den Betrieb solcher Anlagen zu sammeln. Der Markt für Negativ-Emissionszertifikate wird als zukunftsträchtig angesehen, insbesondere im Hinblick auf die neue Klimagesetzgebung in der Schweiz ab 2025 (Quelle: Interview).

5.1.4.3.3 St. Galler Stadtwerke – Wärme Öko / Öko Plus

Die St. Galler Stadtwerke versorgen aktuell über 1500 Gebäude in St. Gallen mit Wärme. Die Fernwärmeproduktion der St. Galler Stadtwerke basiert auf einem Brennstoffmix, der im Jahr 2023 zu 71,3 % aus Abwärme des Kehrichtheizkraftwerks mit biogenem Anteil besteht. Hinzu kommen 5 % Abwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung. Weitere Anteile stammen aus Erdgas (15,9 %), Heizöl (4,7 %) und Holz (0,6 %). Gasbetriebene Heizkessel dienen als Ergänzungsquelle mit der Möglichkeit zur Umstellung auf erneuerbare Brennstoffe (St. Galler Stadtwerke, 2023).

Die St. Galler Stadtwerke bieten vier Fernwärme-Produkte an:

- **St. Galler Wärme Grau:** Das günstigste Fernwärmeprodukt setzt sich aus Abfallwärme und fossilen Brennstoffen zusammen.
- **St. Galler Wärme Basis:** Die St. Galler Wärme Basis ist das Standardprodukt. Es enthält einen geringen Anteil erneuerbarer Brennstoffe. Wenn die Kund:innen nicht aktiv ein anderes Produkt auswählen, wird dieses Produkt geliefert und verrechnet.
- **St. Galler Wärme Öko**: Die Wärme stammt aus dem Kehrichtheizkraftwerk ergänzt mit Holz, Biogas und synthetischen Gasen, überwiegend aus Europa. Fossile Brennstoffe sind nicht enthalten.
- **St. Galler Wärme Öko Plus:** Beim ökologischsten Fernwärmeprodukt stammt der überwiegende Teil der erneuerbaren Energien aus der Schweiz. Die Produkte unterscheiden sich in der Zusammensetzung der Energiequellen, wie in Tabelle 25 dargestellt.

Tabelle 25: Überblick über die Zusammensetzung der Fernwärme-Produkte der St. Galler Stadtwerke. Quelle: Interview.

Zusammensetzung	St. Galler Wärme Grau	St. Galler Wärme Basis	St. Galler Wärme Öko	St. Galler Wärme Öko Plus
Kehrichtheizkraftwerk	70 %	70 %	70 %	70 %
Blockheizkraftwerke, betrieben mit Biogas oder synthetischen Gasen aus Europa (erneuerbar)		5 %	5 %	5 %
Heizkessel, betrieben mit Erdgas oder Öl (fossil)	25 %	25 %		
Heizkessel, betrieben mit Biogas, synthetischen Gasen oder Holz aus der Schweiz (erneuerbar)			5 %	25 %
Blockheizkraftwerke, betrieben mit Erdgas oder Öl (fossil)	5 %			
Heizkessel, betrieben mit Biogas oder synthetischen Gasen aus Europa (erneuerbar)			20 %	

Die St. Galler Stadtwerke folgen bei der Produktzusammensetzung einem Prinzip der ökologischen Priorisierung: Alle Produkte enthalten 70 % Abwärme aus dem Kehrichtheizkraftwerk. Je nach Umweltfreundlichkeit werden weitere Komponenten in folgender Reihenfolge ergänzt: fossile Heizkessel, fossile Blockheizkraftwerke, erneuerbare Heizkessel aus Europa, erneuerbare Blockheizkraftwerke aus Europa, und zuletzt erneuerbare Energie aus der Schweiz.

Die St. Galler Stadtwerke bewerten ihre Energieprodukte und Wärmelösungen primär nach Umweltbelastungspunkten (UBP). Die CO_2-Emissionen fließen nur sekundär in die Bewertung ein. Dieser Ansatz ist aus Sicht der St. Galler Stadtwerke notwendig, da eine ausschließliche Bewertung nach den CO_2-Emissionen dazu führen würde, dass Kernenergie positiver bewertet würde, während die Bedeutung der Kraft-Wärme-Kopplung unterschätzt würde. Daher wird ein ganzheitlicherer Ansatz gewählt, der die unterschiedlichen ökologischen Auswirkungen besser berücksichtigt (Quelle: Interview)

Die Emissionen und Umweltbelastungen der Fernwärme-Produkte der St. Galler Stadtwerke werden durch zwei zentrale Kennzahlen erfasst: Umweltbelastungspunkte (UBP) und CO_2-Äquivalente (CO_{2eq}) (St. Galler Stadtwerke, 2024). Tabelle 26 zeigt die Umweltbelastungspunkte und die CO_{2eq}-Emissionen für die verschiedenen St. Galler Wärme-Produkte. Je geringer die Werte sind, desto umweltfreundlicher ist das Produkt. Da die Abwärme aus dem Kehrichtheizkraftwerk sowie erneuerbare Energien als CO_2-frei gelten, sind

die Produkte St. Galler Wärme Öko und St. Galler Wärme Öko Plus der St. Galler Stadtwerke CO_2-neutral.

Tabelle 26: Umweltbelastungspunkte und CO_{2eq} der St. Galler Wärme-Produkte. Quelle: (St. Galler Stadtwerke, 2024).

	Grau	Basis	Öko	Öko Plus
UBP / kWh	115	110	65	60
g CO_{2eq}/kWh	90	85	45	40

Das Unternehmen berechnet aufgrund der Nachfrage den Bedarf an erneuerbaren Energien und kauft diese entsprechend ein. Der Nachweis erfolgt intern über eine detaillierte Buchhaltung, die den Einsatz der Energieträger dokumentiert. Wie bei den Strom- und Gasprodukten haben die Kund:innen die Möglichkeit, ein Wärmeprodukt individuell auszuwählen. Anhand der Auswahl der Kund:innen werden die Mengen der jeweiligen Produkte ermittelt. Daraus leitet das Unternehmen die entsprechenden Energieanteile ab, die zur Erzeugung der Wärme eingesetzt werden. Die Klimaneutralität wird somit über die interne Buchhaltung sichergestellt. Es gibt keine externe Stelle, welche die Bilanzierung prüft. Sollte dies notwendig werden, werden die St. Galler Stadtwerke die städtische Finanzkontrolle beauftragen, eine Prüfung der Buchhaltung durchzuführen. Es wird davon ausgegangen, dass dies als Nachweis gegenüber den Kund:innen genügen würde.

Die Produkte der St. Galler Stadtwerke sind nicht zertifiziert. Eine vor 15 Jahren durchgeführte Marktbefragung für Stromprodukte hat nach den Angaben der St. Galler Stadtwerke gezeigt, dass Zertifizierungen für die Kund:innen bei der Produktwahl eine untergeordnete Rolle spielen. Daher wurde auf Zertifizierungen verzichtet. Laut St. Galler Stadtwerke besteht in der Schweiz eine hohe Akzeptanz für ein grüneres Standardprodukt, das nicht das Günstigste sein muss. 72 % der Kund:innen bezogen 2023 das Basisprodukt, während sich 22 % für die „graue Wärme“ entschieden. Der Anteil an Kund:innen mit Öko-Produkten ist eher gering (5 % für Wärme Öko, 1 % für Wärme Öko Plus) (Quelle: Interview)

5.1.4.3.4 Elektrizitätswerke der Stadt Zürich – Fernwärme (100% erneuerbare Abwärme)

Die Elektrizitätswerke der Stadt Zürich (ewz) versorgen mit ihrem Fernwärmenetz rund ein Drittel der Stadt Zürich. ewz nutzt in ihren Energieverbünden verschiedene Energiequellen wie Abwärme aus einer KVA, Wärme aus einem Holzheizkraftwerk, Abwasser-Grundwärmepumpen, Klärschlammverbrennungsanlagen, Abwärme von Rechenzentren sowie See- und Flusswärme. Die Anteile der erneuerbaren Energien variieren je nach Energieverbund und liegen zwischen 70 % und 100 % (ewz, 2024b).

Das größte Netz in Zürich wird von KVA und Holz versorgt. Der Energiemix besteht zu 70 % aus erneuerbaren Energien. Der Rest wird durch Gas- und Ölkessel erzeugt. Ein Energieverbund besteht in Altstetten und Höngg, der hauptsächlich mit Abwärme aus der Abwasserreinigungsanlage und der Klärschlammverwertung versorgt wird. Die Kund:innen erhalten hier standardmäßig 75 % erneuerbare Energie, können aber gegen einen Aufpreis auch bilanziell 100 % erneuerbare Energie beziehen (ewz, 2024a). Der Seewasserverbund Seefeld nutzt Wasser aus dem Zürichsee sowie Großwärmepumpen. Auch hier sind Produkte

mit 80 % oder 100 % erneuerbarer Energie gegen Aufpreis bilanziell erhältlich. Die zusätzlichen Beiträge werden in den Ausbau erneuerbarer Energien investiert.

Standardkund:innen in den jeweiligen Wärmeverbünden erhalten eine Wärmeversorgung, die zu 75 % bzw. 80 % CO_2-neutral ist. Auf Wunsch kann auch 100 % CO_2-neutrale Wärme bezogen werden. **Eine bestimmte Anzahl von Kund:innen kann dabei mit 100 % erneuerbarer Wärme versorgt werden, die solange angeboten wird, wie entsprechende Kapazitäten vorhanden sind**. Eine spezielle Bilanzierung der genutzten Wärmeanteile erfolgt nicht (Quelle: Interview).

Die direkten CO_2-Emissionen der gesamten Fernwärmeproduktion der ewz betragen laut Geschäftsbericht 43 g CO_{2eq} pro kWh thermischer Energie (ewz, 2024c). Offizielle Zertifizierungen oder standardisierte Berechnungsmethoden für die CO_2-Emissionen gibt es derzeit nicht. **Produkte mit 100 % erneuerbarer Energie werden von ewz als CO_2-neutral eingestuft**, da sie auf Abwärme basieren bzw. im Fall des Seewasserverbundes die Großwärmepumpen mit erneuerbarem Strom betrieben werden (Bundesamt für Energie BFE, 2018).

Es besteht ein wachsendes Interesse an klimaneutralen Fernwärme-Produkten, insbesondere bei Genossenschaften und Unternehmen. Unterschiedliche Tarife und Angebote für unterschiedliche Quellen und Kund:innen sind für die ewz nicht praktikabel, da die Nachfrage nach klimaneutraler Fernwärme bei den Standardkund:innen zu gering ist (Quelle: Interview).

5.1.4.3.5 REFUNA AG – REFUNA Holz

Die REFUNA AG (Regionale Fernwärme Unteres Aaretal) ist ein Fernwärmeanbieter in der Schweiz, der die Region Aargau mit Wärme versorgt. Die Hauptquelle der Fernwärme (95,5 %) ist die Abwärme des Kernkraftwerks Beznau, die über einen Wärmetauscher in Fernwärme umgewandelt wird. Die Abwärme entsteht als Nebenprodukt der Stromerzeugung und gilt als CO_2-neutral, da bei ihrer Nutzung keine zusätzlichen CO_2-Emissionen entstehen. Darüber hinaus betreibt das Unternehmen ein Holzheizwerk. Die Verbrennung von Holz gilt ebenfalls als CO_2-neutral, mit der Begründung, dass das freigesetzte CO_2 zuvor von den Bäumen während ihres Wachstums aus der Atmosphäre aufgenommen wurde (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2020). Somit ist für die REFUNA AG die gesamte Wärmeerzeugung CO_2-neutral. Die ölbefeuerten Reserveheizwerke werden nur für Mess-, Inspektions- und Schulungszwecke in Betrieb genommen (Refuna AG, 2024).

Neben dem Standardprodukt, bei dem die Wärme aus der Abwärme des Kernkraftwerks stammt, bietet REFUNA AG das Produkt „REFUNA Holz“ an. Hier wird die Wärme ausschließlich im Holzheizwerk durch die Verbrennung von regionalem Holz erzeugt (Refuna AG, 2017). Der **Anteil der Holzenergie wird durch Bilanzierung** den Kund:innen angerechnet. Derzeit sind weder das Standardprodukt noch „REFUNA Holz“ zertifiziert. Laut REFUNA AG gibt es in Europa keinen Markt für die Zertifizierung von Abwärme aus Kernkraftwerken. Das Produkt „REFUNA Holz“ wurde 2015 auf Kund:innenwunsch eingeführt, um eine Alternative für Kund:innen zu schaffen, die keine Abwärme aus dem Kernkraftwerk beziehen wollen. Diese Alternative wird zu einem höheren Preis angeboten, um die Kosten für die Beschaffung und Verarbeitung des Holzes zu decken. Anfangs war die Nachfrage nach diesem Produkt relativ groß. Aufgrund des höheren Preises haben jedoch einige Kund:innen wieder auf das Standardprodukt zurückgewechselt (Quelle: Interview).

5.1.4.3.6 Eniwa AG – Option „naturemade star“

Die Eniwa AG ist ein Energieversorgungsunternehmen in der Schweiz, das Nahwärme- und Fernkältenetze in Aarau und den umliegenden Gemeinden plant, baut und betreibt. Die Versorgungsstruktur basiert auf Energiezentralen, die Grundwasserwärmepumpen, Kältemaschinen und die Abwärme der Kehrichtverwertungsanlage (KVA) Buchs nutzen (Eniwa AG, 2024a). Im Jahr 2023 besteht der Energieträgermix der Fernwärme der Eniwa AG zu 95,28 % aus erneuerbaren Energien und Abwärme. Die genaue Verteilung der Energieträger beträgt: 49,0% Abwärme aus der KVA, 28,9 % Grundwasser, 16,2 % Strom, 4,1 % Gas (davon 20 % Biogas) und 1,8 % Öl (Eniwa AG, 2024b).

Die Eniwa AG bietet mit ihrem „naturemade star“-zertifizierten Produkt Fernwärme und Fernkälte aus 100 % erneuerbaren und ökologischen Quellen an. Die Energie wird in den Energiezentralen Torfeld und Kasino mittels Grundwasser-Wärmepumpen erzeugt. Mit diesem Produkt richtet sich Eniwa an Kund:innen und Unternehmen, die Nachweise über die Energiequalität in ihrer Nachhaltigkeitsberichterstattung benötigen. Das Produkt kann gegen einen Aufpreis bezogen werden (Eniwa AG, 2024a).

Das „naturemade star“-Gütesiegel bestätigt die Einhaltung strenger Umweltstandards. Die Zertifizierung erfolgt getrennt für die Produktion und die Lieferung der Energie. Auf der Produktionsseite wird die ins Netz eingespeiste Wärme und Kälte überprüft, auf der Lieferseite wird sichergestellt, dass die gelieferte Energie ausschließlich aus zertifizierten Quellen stammt. Zu den zentralen Anforderungen von naturemade gehören Mindestanforderungen an die Energieeffizienz sowie Managementkriterien zur Unternehmenspolitik und zum Energie- und Umweltmanagement. Ergänzend dazu enthalten die Standards von naturemade star weitere Anforderungen wie die Ökobilanz und zusätzliche Umweltkriterien. Des Weiteren gibt es noch spezifische Kriterien für den Einsatz von Grundwasser-Wärmepumpen. Die Wärmepumpen dürfen nur mit Strom aus „naturemade star“-zertifizierten Quellen (Ökostrom) betrieben werden, wodurch die Nutzung erneuerbarer Energie gewährleistet ist (VUE Verein für umweltgerechte Energie, 2025b).

5.1.4.3.7 Limeco – Regiowärme Pur und Pur+

Limeco ist ein regionales Energieversorgungsunternehmen. Das Unternehmen nutzt die Abwärme einer Kehrichtverwertungsanlage (KVA) zur Erzeugung von Wärme und Strom. Der Brennstoffmix von Limeco basiert hauptsächlich auf Abwärme aus der KVA. In Spitzenlastzeiten werden Heißwasserkessel eingesetzt, die mit fossilem Gas, erneuerbarem Gas oder in Ausnahmefällen mit Öl betrieben werden (Limeco, 2024b).

Limeco bietet seit 2002 drei verschiedene Fernwärme-Produkte an:

1. **Regiowärme Standard**: Dieses Produkt ist mindestens 90 % CO_2-neutral und verwendet fossile Brennstoffe zur Deckung von Spitzenlasten.
2. **Regiowärme Pur**: Die Spitzenlast wird hier ausschließlich durch erneuerbare Gase oder Holz gedeckt, womit das Produkt als 100 % CO_2-neutral gilt.
3. **Regiowärme Pur+**: Dieses Produkt gilt ebenfalls als 100 % CO_2-neutral und ist zusätzlich mit dem Umweltzertifikat „naturemade resources star“ zertifiziert.

Die Produkte Pur und Pur+ gelten per Definition als CO_2-neutral. Dies liegt daran, dass die genutzte Abwärme ein Nebenprodukt der Abfallverwertung ist und als CO_2-neutral gilt. Obwohl bei der Verbrennung in einer Kehrichtverwertungsanlage CO_2 freigesetzt wird, wird dieses nicht der Wärmeerzeugung, sondern der Ökobilanz der Abfallbehandlung zugerechnet (Bundesamt für Energie BFE, 2018).

Das Produkt Pur ist teurer als das Standardprodukt, was mit höheren Investitions-, Produktions- und Betriebskosten begründet wird, da hier die Wärmeerzeugung ausschließlich auf erneuerbaren Quellen basiert. Das Produkt Pur+ ist nochmals teurer, da es das Zertifikat „naturemade resources star“ trägt, welches die umweltverträgliche Produktion der Fernwärme garantiert. Um den Zertifikatsanforderungen gerecht zu werden, entstehen zusätzliche Kosten für regelmäßige Audits durch den VUE (Verein für umweltgerechte Energie), Lizenz- und Zertifizierungsgebühren sowie die Entwicklung eines Managementkonzepts zur Sicherstellung der Einhaltung der Vorgaben (Limeco, 2024a).

Informationen zu den Produkten wie die CO_2-Emissionsfaktoren und weitere Kennzahlen sind im Umweltbericht der Limeco aus dem Jahr 2023 ersichtlich. Für die Berechnung im Umweltbericht werden die jährlich veröffentlichten Kennzahlen des Bundesamts für Umwelt (CO_2-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz) verwendet. Die Produkte Pur und Pur+ sind per Definition CO_2-neutral, da sie ausschließlich aus Abwärme und Holz erzeugt werden und somit einen Emissionsfaktor von 0 kg CO_2/MWh haben.

Für das Produkt Regiowärme Standard wird ein CO_2-Emissionsfaktor von 4,52 kg CO_2/MWh angegeben. Weiters sind im Umweltbericht die Energieanteil der verschiedenen Quellen aufgeführt: KVA: 97,33 %, fossiles Gas: 1,45 %, erneuerbares Gas: 0,62 % und Heizöl: 0,6 %. Für das Standardprodukt „Regiowärme Standard“ ergibt sich somit ein erneuerbarer Anteil von 97,95 %.

Für die Berechnung der Umweltbelastungspunkte (UBP) der Energieanteile wird der Fernwärmerechner von treeze verwendet, der auf dem KBOB-Ökobilanzdatenbestand 2009/1:2022 basiert. Dabei wird nicht zwischen fossilem und erneuerbarem Gas unterschieden. Die Auswertung zeigt folgende Ergebnisse:

- **UBP:** 21 UBP/kWh
- **THG-Emissionen:** 0,012 kg CO_2-Äquivalente pro kWh

Aus den Verkaufszahlen von Regiowärme Standard und Regiowärme Pur/Pur+ ist ersichtlich, dass sich der Großteil der Kund:innen für das Standardprodukt entscheidet. Im Jahr 2023 beliefen sich etwa 97,87 % des Gesamtabsatzes auf das Produkt Regiowärme Standard, während 2,13 % die Produkte Regiowärme Pur und Regiowärme Pur+ bezogen (Limeco, 2023).

Das naturemade resources star-Zertifikat wurde speziell für KVA und Recyclinganlagen entwickelt. Es zertifiziert sowohl die Energieproduktion, im Fall von Limeco die Fernwärme, als auch die aus dem Abfall gewonnenen Wertstoffe. Die Zertifizierung erfolgt auf Grundlage spezifischer Kriterien, die die Umweltauswirkungen der Anlagen und die Effizienz der Rückgewinnung von Energie und Stoffen regeln (VUE Verein für umweltgerechte Energie, 2024b).

In der Schweiz bieten verschiedene Fernwärmeversorger klimaneutrale Produkte an. Die IWB **kompensieren** die CO_2-Emissionen und das Produkt IWB Fernwärme Klima ist mit dem Impact-Label von myclimate zertifiziert. Energie Wasser Bern, St. Galler Stadtwerke, Refuna, ewz, Eniwa AG und Limeco wenden eine **Bilanzierung** und Zuteilung nach Wärmeerzeugungsanlangen an. Die Produkte von Eniwa AG und Limeco sind mit dem naturemade Gütesiegel zertifiziert.

5.1.4.4 Überblick und Zusammenfassung

Eine Übersicht über die identifizierten klimaneutralen Fernwärme-Produkte in der DACH-Region ist in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Übersicht der Anbieter von CO_2-kompensierten und klimaneutralen Fernwärme-Produkte im DACH-Raum. Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Anbieter – Produkt	CO_2-Emissionen	Klimaneutralität (CO_2)	Zertifizierungen	Anmerkungen
SWM – M-Kompensation	0,066 kg CO_{2eq}/kWh Berechnung gemäß Anlage 9 Nr. 1c, GEG - Stromgutschriftmethode	CO_2-Kompensation	Keine Zertifizierung	CO_2-Kompensation wird zusätzlich zur Fernwärme angeboten
EnBW – EnBW pro Climate	0,174 kg CO_2/kWh Berechnung gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 309-6 - Arbeitswertmethode	CO_2-Kompensation	Keine Zertifizierung	
BEW – Stadtwärme Klassik Plus	0,162 kg CO_{2eq}/kWh Berechnung gemäß DIN V 18599-1:2018	CO_2-Kompensation	Keine Zertifizierung	
Stadtwerke Rostock – Wärme FLEX	0,056 kg CO_{2eq}/kWh Berechnung gemäß Anlage 9 Nr. 1c, GEG	CO_2-Kompensation	TÜV NORD CERT (TN-CC 020) –	Berechnung für Zertifizierung nach GHG-Protokoll
ESTW – Fernwärme	0,164 kg CO_{2eq}/kWh Berechnung gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 309-6	CO_2-Kompensation	TÜV NORD CERT (TN-CC 020)	Berechnung für Zertifizierung nach GHG-Protokoll
IBW – Fernwärme Klima	0,1469 kg CO_{2eq}/kWh Berechnung gemäß GHG-Protokoll	CO_2-Kompensation – nur Scope 1	Myclimate Klimaschutznachweis	Nicht „klimaneutral“, sondern nur Impact-Label
EWB – Ewb.ÖKO.Fernwärme	0 kg CO_2/kWh (0,011 kg CO_{2eq}/kWh) Berechnung gemäß KBOB-Richtlinien / Ökobilanzdaten im Baubereich	Bilanzierung – Zuordnung CO_2-neutraler Anteil (Holz/Abwärme KVA)[1,2]	Keine Zertifizierung	gewünschte Menge an Öko-Fernwärme wird produziert
St. Galler Stadtwerke – Wärme Öko, Wärme Öko Plus	0 kg CO_2/kWh (0,040 kg CO_{2eq}/kWh) Berechnung gemäß KBOB-Richtlinien	Bilanzierung – Zuordnung CO_2-neutraler Anteil (Abwärme KVA)[2]	Keine Zertifizierung	

ewz – Fernwärme (100% erneuerbar)	k.A.	Bilanzierung – Zuordnung CO_2-neutraler Anteil aus erneuerbaren Quellen	Keine Zertifizierung	
Refuna – Refuna Holz	k.A.	Bilanzierung – Zuordnung CO_2-neutraler Anteil (Holz)[1]	Keine Zertifizierung	
Eniwa AG – Option "naturemade star"	k.A.	Bilanzierung – Zuordnung CO_2-neutraler Anteil (Grundwasser-Wärmepumpe)	naturemade star	
Limeco – Regiowärme Pur und Pur+	k.A.	Bilanzierung – Zuordnung CO_2-neutraler Anteil (Abwärme KVA)[2]	Pur+: naturemade resource star	

[1] Energie aus Holz gilt als 100% erneuerbar und CO_2-neutral (gemäß KBOB-Richtlinien)
[2] Abwärme aus KVA gilt als gleichwertig zu erneuerbaren Energien und ebenfalls als CO_2-neutral (gemäß Faktenblatt Abwärme des Bundesamts für Energie, BFE, 2018, Schweiz)
[3] Grundwasser-Wärmepumpe betrieben mit Ökostrom

Die Berechnung der CO_2-Emissionen erfolgt auf Basis unterschiedlicher Methoden und Standards. Bei zertifizierten Produkten werden die CO_2-Emissionen nach GHG-Protokoll berechnet, wobei direkte Emissionen (Scope 1) und indirekte Emissionen (Scope 3) ermittelt werden.

Anlage 9 Nr. 1c des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) regelt die Berechnung der CO_2-Emissionen von Fernwärme aus KWK auf Grundlage der DIN V 18599-1:2018-09. Darin enthalten sind spezifische Vorgaben zur Berechnung von CO_2-Emissionen und Primärenergiefaktoren für Wärme- und Kältelieferungen mittels Stromgutschriftmethode (Bundesministerium für Justiz).

Das AGFW-Arbeitsblatt FW 309 ist ein Branchenstandard zur energetischen Bewertung von Fernwärme und Fernkälte. Teil 1 behandelt die Ermittlung der Primärenergie- und Emissionsfaktoren nach der Stromgutschriftmethode. In Teil 6 wird die Ermittlung der die Gewichtungsfaktoren nach der Arbeitswert- und Carnotmethode beschrieben (AGFW, 2025b).

Die KBOB-Richtlinien (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren) bieten eine standardisierte Methode zur Ökobilanzierung von Fernwärme in der Schweiz. Sie ermöglichen eine einheitliche Berechnung der CO_2-Emissionen auf Basis von Lebenszyklusanalysen (LCA) und erfassen die gesamte Versorgungskette (Scope 1-3) (ecobau, 2024).

Die Ansätze zur Vermarktung klimaneutraler Fernwärme-Produkte in der DACH-Region lassen sich wie folgt zusammenfassen:

CO_2-Kompensation: Einige Fernwärmeanbieter kompensieren die CO_2-Emissionen ihrer Fernwärme-Produkte (komplett oder teilweise), haben aber oft keine offizielle Bestätigung von unabhängigen Stellen. Einzelne Unternehmen haben die berechneten CO_2-Emissionen der Fernwärme-Produkte und die Kompensation durch eine externe Zertifizierung (z.B. TÜV NORD CERT GmbH, myclimate Klimaschutznachweis) bestätigen lassen. Die Berechnung der CO_2-Emissionen erfolgt hier nach dem GHG-Protokoll.

CO_2-Neutralität durch Produktbilanzierung: Einige Anbieter nutzen erneuerbare Energien wie Abwärme oder Holz, um ihre Fernwärme-Produkte als CO_2-neutral zu klassifizieren. Der CO_2-neutrale Anteil der Wärmeerzeugung wird dabei den Kund:innen bilanziell zugordnet. Zwei Anbieter bieten Fernwärme-Produkte an, die mit dem naturemade Gütesiegel zertifiziert sind.

Die Analyse zeigt, dass es derzeit keine einheitlichen Standards für die Berechnung der CO_2-Emissionen und die Zertifizierung von klimaneutraler Fernwärme gibt. Während sich einige Anbieter an etablierten Standards wie dem GHG-Protokoll orientieren, setzen andere auf eigene Berechnungsansätze oder bezeichnen ihre Produkte ohne spezifische Zertifizierung als klimaneutral.

Bei der Vermarktung von klimaneutralen Fernwärme-Produkten in der DACH-Region gibt es verschiedene Ansätze zur Erreichung von CO_2-Neutralität, die jedoch auch die bestehenden Herausforderungen im Bereich der Standardisierung und Zertifizierung aufzeigen. In diesem Zusammenhang könnte die Entwicklung eines geeigneten Bilanzierungsverfahrens für klimaneutrale bzw. grüne Fernwärme zunehmend an Bedeutung gewinnen. Eine aktuelle Studie des Hamburg Instituts beschäftigt sich mit diesem Thema und untersucht mögliche Ansätze für eine Bilanzierung klimaneutraler Fernwärme-Produkte, die im folgenden Kapitel näher beschrieben werden.

5.2 Herkunftsnachweissystem-Studie des Hamburg Instituts

Die Entwicklung eines geeigneten Verfahrens zur Bilanzierung grüner Fernwärme ist entscheidend, um klimaneutrale Wärmeprodukte gezielt anbieten und rechtlich absichern zu können. Da es bisher kein etabliertes System zur rechtssicheren Bilanzierung solcher Produkte gibt, sind neue Ansätze erforderlich, um eine eindeutige Zuordnung von erneuerbar erzeugter Wärme zu einzelnen Kund:innen zu ermöglichen.

Im Jahr 2022 hat das Hamburg Institut eine Studie veröffentlicht, die Ansätze zur Produktbilanzierung von grüner Fernwärme analysierte und in der eine Methodik zur Ermittlung produktspezifischer Primärenergiefaktoren (PEF) und Emissionsfaktoren (EF) entwickelt wurde (Styles u. a., 2022). Ein zentraler Vorschlag der Studie ist die Einführung eines Nachweissystems auf Basis von Herkunftsnachweisen (HKN) für Wärme. Da die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 (RED II) die Mitgliedsstaaten verpflichtet, HKN-Systeme für Wärme, Kälte und erneuerbare Gase einzuführen, ist die Schaffung eines

rechtlichen Rahmens für solche HKN absehbar. In Österreich sieht das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes (EAG) HKN für erneuerbare Energie vor (§ 83), die unter anderem für Elektrizität und Gas gelten, jedoch nicht explizit für Wärmeprodukte. Gemäß § 88 gibt es eine Verpflichtung zur Offenlegung des erneuerbaren Anteils in Fernwärme und Fernkälte, jedoch nur als prozentuale Aufschlüsselung und nicht durch HKN für spezifische Produkte. Die Einführung eines Herkunftsnachweis-Systems würde es ermöglichen, klimaneutrale erzeugte Wärmemengen eindeutig bestimmten Kund:innen zuzuordnen und gleichzeitig eine Mehrfachvermarktung auszuschließen. Die Studie basiert auf den rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland, da diese für die betrachteten Ansätze und Vorschläge relevant sind. Eine Umlegung auf die österreichische Rechtslage wurde in der Studie nicht durchgeführt. (Styles u. a., 2022).

5.2.1 Anwendungsbereiche für grüne Fernwärme-Produkte

Bisher werden ökologische Qualitätskennzahlen der Wärmeversorgung, wie der Anteil erneuerbarer Energien oder Abwärme sowie der Primärenergie- und Emissionsfaktor, auf das gesamte Netz bezogen berechnet. Das bedeutet, dass der ökologische Mehrwert neu errichteter erneuerbarer Wärmeerzeugungsanlagen nicht gezielt einzelnen Kund:innen zugeordnet und damit auch nicht spezifisch vermarktet werden kann. Eine Produktbilanzierung würde es ermöglichen, grünen Fernwärme-Produkten eigene ökologische Qualitätskennzahlen zuzuweisen und gezielt zu vermarkten. Dies könnte dazu beitragen, regulatorische Anforderungen an die Nutzung erneuerbarer Energien zu erfüllen und den Zugang zu Förderprogrammen mit spezifischen Umweltkriterien zu sichern. Weiters könnten Unternehmen die Umsetzung ihrer Klimastrategien erleichtert werden und umweltbewusste Privatkund:innen könnten sich gezielt für nachhaltige Wärmeprodukte entscheiden. Langfristige Lieferverträge für klimaneutrale Fernwärme könnten zudem eine Absicherung gegen steigende CO_2-Kosten bieten (Styles u. a., 2022).

Insbesondere für Unternehmen bietet die Bilanzierung von grüner Fernwärme eine Möglichkeit, ihre Klimaziele schneller zu erreichen. Der Bezug eines grünen Fernwärmeprodukts könnte in der Klimabilanzierung gemäß den Vorgaben des Greenhouse Gas Protocol die Nutzung des marktbasierten Ansatzes für Scope 2-Emissionen aus eingekaufter Energie ermöglichen. Voraussetzung dafür ist, dass die Emissionsfaktoren eindeutig einzelnen Verbrauchern zugeordnet werden können, was durch die Entwertung von HKN für die gelieferten Energieprodukte ermöglicht werden könnte. In einer Scope 3-Bilanzierung würden zusätzlich die Vorkettenemissionen berücksichtigt (Styles u. a., 2022).

Ohne eine Produktbilanzierung ist der ortsbasierte (oder „standortbasierte“) Ansatz die einzige Möglichkeit zur Klimabilanzierung von Fernwärme. Dabei werden die durchschnittlichen Emissionen des gesamten Wärmenetzes verwendet, in dem sich die Verbrauchsstelle befindet. Das hat den Nachteil, dass die Nutzung erneuerbarer Energien oder Abwärme nur in dem Umfang angerechnet werden kann, der dem durchschnittlichen Anteil im Netz entspricht. Unternehmen, die schneller klimaneutral werden möchten, können dies also ohne eine produktbezogene Bilanzierung nur dann erreichen, wenn das gesamte Wärmenetz auf erneuerbare Energien umgestellt wird. Eine mögliche Alternative wäre der Wechsel zu einer eigenen dezentralen erneuerbaren Wärmeerzeugung, was jedoch die Wirtschaftlichkeit des Fernwärmesystems und dessen Möglichkeiten zu einer integrierten, exergie- und

energieeffizienten Dekarbonisierung der lokalen Wärmeversorgung insgesamt beeinträchtigen könnte (Styles u. a., 2022).

5.2.2 Status Quo: Berechnung von ökologischen Qualitätskennzahlen nach dem Prinzip „ein Netz = ein Faktor“

Für die Bestimmung der ökologischen Kennzahlen sind in Deutschland vor allem die Arbeitsblattreihe „FW 309: Energetische Bewertung von Fernwärme und Fernkälte“ des AGFW sowie die Vornorm DIN V 18599-1: 2018-09 Anhang A24, auf die § 22 Abs. 2 GEG für der Behandlung von KWK-Anlagen verweist, relevant. Die Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwerke (AGFW) ist ein Branchenverband, der in Deutschland die technischen und ökologischen Standards für Fernwärmeversorgung festlegt. Ihre Arbeitsblätter, insbesondere FW 309, behandeln die energetische Bewertung von Fernwärme und enthalten Anleitungen für die Berechnung von Primärenergie- und Emissionsfaktoren (AGFW, 2025b). Die DIN V 18599-1 ist eine deutsche Norm, die Kriterien zur energetischen Bewertung von Gebäuden festlegt. Sie ist relevant, um die Anforderungen des GEG bei der Berechnung von Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zu erfüllen (DIN Deutsches Institut für Normierung, 2018) (Styles u. a., 2022)

Für die Berechnung von Primärenergie- und Emissionsfaktoren existieren unterschiedliche methodische Ansätze, insbesondere in Bezug auf die Bewertung von KWK-Anlagen. Auf Grundlage des GEG sind aktuell zwei Berechnungsmethoden von Bedeutung.

- Eine Methode ist die **Stromgutschriftmethode**, die aktuell gemäß § 22 Absatz 2 des GEG angewendet wird. Die Berechnungsgrundlagen dafür sind in der AGFW FW 309 Teil 1 sowie in der DIN V 18599-1 (Anhang A, Abschnitt A.4) beschrieben. Bei dieser Methode wird dem Wärmeversorgungssystem eine Primärenergieeinsparung gutgeschrieben. Es wird angenommen, dass der in KWK-Anlagen erzeugte Strom am Markt den aus fossilen Brennstoffen erzeugen Strom aus Anlagen mit ungekoppelter Stromerzeugung ersetzt.
- Die zweite Methode ist die **Carnot-Methode**, deren Berechnung in der DIN EN 15316-4-5 (Abschnitt 6.2.2.1.6.3) sowie im AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 6 beschrieben ist. Bei dieser Methode wird der Brennstoffeinsatz rechnerisch aufgeteilt, und zwar getrennt für die gekoppelte Wärme- und Stromerzeugung in KWK-Anlagen. Dies ermöglicht eine getrennte Ermittlung der PEF bzw. EF für die Strom- und Wärmeerzeugung.

Zur Berechnung von PEF und EF werden im Allgemeinen Gewichtungsfaktoren für die vom Energieversorger bereitgestellte Endenergie herangezogen. Abhängig davon, ob der PEF, die direkten CO_2-Emissionen oder der THG-Fußabdruck inklusive Vorkettenemissionen berechnet werden soll, erfolgt die Bewertung der eingesetzten Energieträger mit jeweils unterschiedlichen Faktoren, für die es Standardwerte gibt. Für die Bestimmung des PEF gelten die Werte aus Anlage 4 des GEG. Die EF inklusive Vorkettenemissionen sind in Anlage 9 Nummer 3 des GEG enthalten. Zusätzliche Informationen bieten die AGFW-Arbeitsblätter FW 309 Teil 1 und Teil 6, in denen auch auf die verschiedenen Quellen der Standardwerte verwiesen wird. Für netzbezogenen Strom veröffentlicht das Umweltbundesamt in Deutschland jedes Jahr aktuelle Werte für die direkte CO_2-Emissionen (Styles u. a., 2022).

Bei der Berechnung von PEF und EF nach diesen Methoden wird das gesamte Wärmenetz als eine Einheit betrachtet. Eine Unterteilung des Systems in Teilsysteme mit eigenen PEF- und EF-Werten ist grundsätzlich möglich, wenn an den Grenzen der Teilsysteme die Energie mit Messgeräten erfasst wird. Allerdings ist eine technische Abgrenzung schwierig umzusetzen, da in solchen Teilsysteme die Wärme aus verschiedenen Anlagen gemischt wird, sodass eine bilanzielle Zuordnung der Wärmelieferungen zu einzelnen Anlagen notwendig wird. Um zu bestimmen, welche Wärme aus welcher Anlage bestimmten Kund:innen zugeordnet werden kann, sind komplexe Berechnungen der Wärmeflüsse erforderlich. Diese müssten zeitliche Unterschiede bei der Einspeisung und Entnahme sowie Entfernungen zwischen den Verbrauchsstellen und den Anlagen berücksichtigen. Auch wenn die technischen Voraussetzungen vorhanden sind, würde der Aufwand für den Nachweis einer grünen Fernwärmeversorgung groß sein. Für die grüne Fernwärmevermarktung ist es daher laut den Studienautor:innen effektiver, eine bilanzielle Zuordnung der Wärmemengen innerhalb des gesamten Versorgungssystems vorzunehmen, anstatt das System in Teilsysteme mit zusätzlichen Messgeräten aufzuteilen. Vor diesem Hintergrund wurde in der Studie ein System zur produktbezogenen Bilanzierung entwickelt, das eine rechtssichere und nachvollziehbare Zuordnung von grüner Wärme zu einzelnen Kund:innen ermöglichen soll (Styles u. a., 2022).

5.2.3 Ansatz für eine produktbilanzierte Berechnung von ökologischen Qualitätskennzahlen

Die beschriebene Methodik zur Produktbilanzierung basiert auf gesetzlichen Anforderungen sowie auf der Vornorm DIN V 18599-1 und den AGFW-Arbeitsblättern FW 309 (Teil 1, 5 und 6). Sie ist sowohl für die Berechnung von PEF als auch von EF anwendbar.

5.2.3.1 In Wärmenetzen ohne KWK-Anlagen

In Wärmenetzen ohne KWK-Anlagen können produktbilanzierte PEF und EF in drei Schritten berechnet werden:

- **Schritt 1:** Berechnung des PEF und EF für die ins Netz eingespeiste Wärmeerzeugung spezifischer Anlagen.
- **Schritt 2:** Berechnung von netzbezogenen Hilfsenergie- und Verlustfaktoren zur anteiligen Zuordnung zu Fernwärme-Produkten.
- **Schritt 3:** Berechnung spezifischer PEF und EF für an Kund:innen gelieferte Wärmeprodukte, die Wärme aus verschiedenen Quellen kombinieren.

Schritt 1: Berechnung anlagenspezifischer Gewichtungsfaktoren

Für jede Wärmeerzeugungsanlage, die Wärme in das Netz einspeist, wird ein PEF und EF berechnet. Diese Werte basieren auf den eingesetzten Energieträgern (z.B. Erdgas, Biomasse) sowie auf dem Energieeinsatz für den Betrieb der Anlage selbst (z.B. Strom für Pumpen oder Steuerungstechnik) und werden ins Verhältnis zur eingespeisten Wärmemenge gesetzt. Der Emissionsfaktor dieser Anlagen wird berechnet, indem die Emissionen des zugeführten Energieträgers sowie der Hilfsenergie ins Verhältnis zur Menge an Wärme gesetzt werden, die die Anlage ins Netz abgibt. Werden mehrere Energieträger in einer Anlage eingesetzt, so können diese entweder in den anlagenspezifischen Gewichtungsfaktoren

berücksichtigt werden oder es werden mehrere, energieträgerspezifische Gewichtungsfaktoren je Anlage berechnet.

Schritt 2: Berechnung von netzbezogenen Hilfsenergie- und Verlustfaktoren zur anteiligen Zuordnung zu Fernwärme-Produkten

Für die Ermittlung produktspezifischer PEF und EF sind sowohl Transportverluste als auch die für den Netzbetrieb eingesetzte Hilfsenergie anteilig zu berücksichtigen. Zur Verteilung der für den Netzbetrieb erforderlichen Hilfsenergie (z.B. Strom für Pumpen) auf die einzelnen Produkte wird ein **Hilfsenergiefaktor** verwendet. Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis der eingesetzten Hilfsenergie für den Netzbetrieb zur gesamten Wärmeabgabe des Systems. Der **Verlustfaktor** beschreibt die Transportverluste im Wärmenetz. Er wird ermittelt, indem die Differenz zwischen der gesamten Wärmeerzeugung des Systems und der an die Kund:innen abgegebenen Wärmemenge ins Verhältnis zur abgegebenen Wärmemenge gesetzt wird. Wenn Speicher an das Netz angeschlossen sind, werden auch deren Verluste im Verlustfaktor berücksichtigt.

Schritt 3: Berechnung produktspezifischer Gewichtungsfaktoren

Im dritten Schritt erfolgt die konkrete Zuordnung von Emissions- und Primärenergiefaktoren zu einzelnen Fernwärme-Produkten. Anstatt für das gesamte Fernwärmesystem einen einheitlichen Wert zu berechnen, können Fernwärmeversorger bei der Produktbilanzierung eine beliebige Zahl von Fernwärme-Produkten mit einer produktspezifischen Wärmelieferungsmenge definieren. Fernwärmeversorger können festlegen, aus welchen Anlagen die Wärmelieferung im Produkt erfolgen soll und aus welchen Anlagen die anteiligen Netz- und gegebenenfalls Speicherverluste gedeckt werden sollen.

Besonders bei erneuerbarer oder anderer mit wenig Emissionen verbundener Wärme, etwa aus Biomasse oder Abwärme, ist ein Nachweis wichtig, dass die zugeordneten Wärmemengen tatsächlich erzeugt wurden und korrekt bilanziert sind. Dies könnte durch die Entwertung von Herkunftsnachweisen (HKN), also offiziellen Nachweisdokumenten für die Erzeugung erneuerbarer Energie, erfolgen. Damit könnte sichergestellt werden, dass bestimmte Kund:innen gezielt klimaneutrale Wärmeprodukte erhalten.

Optional wäre es auch möglich, alle eingespeisten Wärmemengen im gesamten Netz vollständig zu kennzeichnen, also jedem Produkt HKN zuzuordnen. Das würde eine transparente und einheitliche Nachweisführung im gesamten System ermöglichen und sicherstellen, dass im Abrechnungszeitraum nicht mehr Wärme mit bestimmten Eigenschaften verkauft wird, als tatsächlich zur Verfügung steht (Styles u. a., 2022).

5.2.3.2 In Wärmenetzen mit KWK-Anlagen mittels Stromgutschriftmethode

In Deutschland hat die Stromgutschriftmethode derzeit die größte praktische Bedeutung für die Berechnung von PEF und EF von Wärmenetzen. Bei dieser Methode werden alle dem Wärmesystem zugeführten Energieinputs, also eingesetzte Brennstoffe, Hilfsenergie für die Wärmeerzeugung sowie Hilfsenergie für den Betrieb des Wärmenetzes, mit den jeweiligen PEF- bzw. EF-Werten der eingesetzten Energieträger bewertet. Diese gewichtete Energiemenge bzw. verursachten Emissionen werden dann ins Verhältnis zur tatsächlich an Kund:innen abgegebenen Wärmemenge gesetzt.

Besonderheiten gibt es bei Wärmeversorgungssystemen mit KWK-Anlagen. Dabei wird der Strom, der aus KWK-Anlagen ins Netz exportiert wird, mit dem PEF bzw. EF des Verdrängungsstrommix gewichtet. Der Verdrängungsstrommix drückt dabei aus, wie sich der deutsche Stromerzeugungsmix durch eine zusätzliche Stromeinspeisung aus KWK-Anlagen verändert. Unter Berücksichtigung der Kraftwerkseinsatzreihenfolge im Strommarkt wird angenommen, dass die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen primär Stromerzeugung aus Stein- bzw. Braunkohlekraftwerken verdrängt, was zu einem vergleichsweise hohen PEF und EF des Verdrängungsstrommix führt. Wenn KWK-Anlagen Strom für den Eigenbedarf des Wärmenetzes erzeugen als Hilfsenergie, wird auch dieser Strom mit dem PEF bzw. EF des Verdrängungsstrommix bewertet, da dieser Strom theoretisch ebenfalls exportiert werden könnte. Bei der Berechnung des PEF bzw. EF für die gesamte Wärmeabgabe eines Netzes werden die mit dem PEF bzw. EF des Verdrängungsstrommix gewichteten Stromexporte vom Gesamt-PEF bzw. Gesamt-EF abgezogen und somit dem Wärmeversorgungssystem gutgeschrieben. In Abbildung 13 ist das Prinzip der Stromgutschriftmethode schematisch dargestellt.

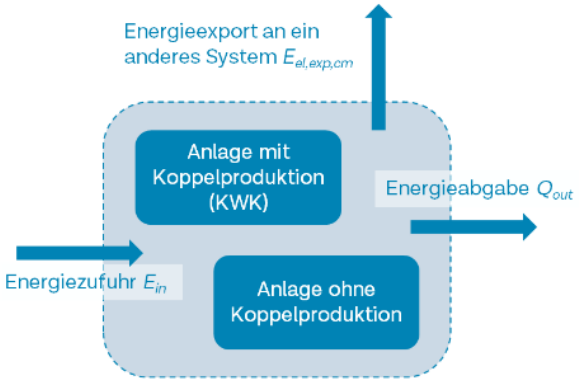


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Stromgutschriftmethode nach AGFW FW 309 Teil 1. Quelle: (Styles u. a., 2022).

Der vergleichsweise hohe PEF und EF des Verdrängungsstrommix kann dazu führen, dass der PEF und EF des gesamten Wärmenetzes durch die Stromgutschrift dominiert wird, wodurch der Wert möglicherweise sehr gering oder sogar negativ ausfällt. Dies liegt daran, dass die Stromgutschrift für die erzeugte Wärme den PEF bzw. EF positiv beeinflusst, unabhängig davon, welche Brennstoffe in den KWK-Anlagen verwendet werden.

Für eine Produktbilanzierung von KWK-Anlagen nach der Stromgutschriftmethode gibt es zwei Optionen.

<u>Variante 1: Berücksichtigung der Stromgutschrift in anlagenspezifischen Gewichtungsfaktoren</u>

Zum einen besteht die Möglichkeit, die Stromgutschrift direkt im anlagenspezifischen PEF und EF der KWK-Anlage zu berücksichtigen. Der PEF und EF von Wärmeprodukten ohne KWK-Mengen können ohne Stromgutschrift deutlich höher ausfallen, als die nach der Stromgutschriftmethode berechneten PEF und EF des Gesamtnetzes. In diesem Fall kann es jedoch sein, dass Wärmeprodukte, die aus fossilen KWK-Anlagen stammen, trotz eines sehr geringen Anteils an erneuerbaren Energien oder Abwärme bessere PEF und EF aufweisen als solche, die zu 100 % aus erneuerbaren Energien oder Abwärme erzeugt werden, aber keine Wärmelieferungen aus KWK-Anlagen enthalten, was auch der Sicht der Studienverfasser:innen problematisch ist.

Variante 2: Anteilige Berücksichtigung der Stromgutschrift in allen Wärmeprodukten

Bei der zweiten Variante wird der anlagenspezifische PEF bzw. EF der KWK-Anlage ohne die Berücksichtigung der Stromgutschrift ermittelt. Stattdessen wird ein **Stromgutschriftfaktor** ermittelt, der es ermöglicht, die Stromgutschrift auf alle Wärmeprodukte im Netz zu verteilen. Durch die anteilige Verteilung der Stromgutschrift auf alle Wärmeprodukte kann vermieden werden, dass sich der PEF bzw. EF von Wärmeprodukten ohne KWK-Mengen im Vergleich zur Berechnung eines einzigen PEF bzw. EF für das gesamte Wärmeversorgungssystem stark verschlechtert. Allerdings hat diese Methode den Nachteil, dass der anlagenspezifische PEF bzw. EF der KWK-Anlage etwas zu hoch ausfällt, da der Brennstoffeinsatz nur in Bezug auf die Wärmeerzeugung und nicht auch auf die Stromproduktion gesetzt wird.

Ein zentrales Problem der Stromgutschriftmethode ist, dass der PEF bzw. EF aller Produkte durch die Stromgutschrift dominiert wird und somit weniger die tatsächlichen Brennstoffeigenschaften widerspiegelt. Deshalb wird von den Studienverfasser:innen die Empfehlung ausgesprochen, die Carnot-Methode anzuwenden (Styles u. a., 2022).

5.2.3.3 In Wärmenetz mit KWK-Anlagen mittels Carnot-Methode

Die Carnot-Methode ermöglicht es, bei KWK-Anlagen den Brennstoffeinsatz für die gekoppelte Wärme- und Stromerzeugung rechnerisch getrennt zu betrachten. Dadurch kann ein spezifischer PEF bzw. EF ermittelt werden, der sich nur auf die Wärmeerzeugung der KWK-Anlage bezieht und ohne, dass eine Stromgutschrift in die Bewertung einfließt.

Das AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 6 beschreibt die Ermittlung von Emissionsfaktoren nach der Carnot-Methode, die auch für die Ermittlung des PEF angewendet werden kann. Grundlage ist die Berechnung von **Allokationsfaktoren α** für KWK-Wärme und KWK-Strom, die angeben, welcher Anteil der eingesetzten Brennstoffe dem jeweiligen Erzeugungsoutput zugeordnet wird.

Schritte der Carnot-Methode

1. **Berechnung der äquivalenten Stromverlustkennziffer der Wärmeauskopplung:** Diese rechnerische Größe basiert auf Temperaturdaten (z. B. Vor- und Rücklauftemperatur, Außentemperatur).
2. **Berechnung des Exergiegehalts der erzeugten Wärme:** Der Exergiegehalt beschreibt den nutzbaren Teil der Wärme nachdem Verluste berücksichtigt wurden.
3. **Berechnung der Allokationsfaktoren für Wärme und Strom:** Es werden zwei Allokationsfaktoren jeweils einer für die KWK-Wärme und einer für den KWK-Strom berechnet. Diese Faktoren geben an, wie viel Energie der eingesetzten Brennstoffe jeweils der Wärme- und der Stromerzeugung zugeordnet wird.
4. **Berechnung der Gewichtsfaktoren für die Wärmeproduktion**: Der PEF bzw. EF für die Wärmeproduktion wird unter Berücksichtigung des Brennstoffeinsatzes und der spezifischen Faktoren des verwendeten Brennstoffs berechnet. Der Anteil der Brennstoffe, der ausschließlich für die Wärmeproduktion verwendet wird, kann somit separat betrachtet werden.
5. **Berechnung der Gewichtungsfaktoren für den erzeugten Strom**: Der PEF bzw. EF des Stroms wird ebenfalls berechnet, jedoch nur für den Anteil der Brennstoffe, der der Stromproduktion zugeordnet wird. Sollte dieser Strom als Hilfsenergie im Netz oder für

andere Anlagen verwendet werden, muss der entsprechende Faktor in die Berechnung einbezogen werden.

6. **Verwendung des anlagenspezifischen Gewichtungsfaktoren in der Produktbilanzierung**: Der so berechnete PEF bzw. EF für die Wärme wird in der Produktbilanzierung verwendet, ohne eine Stromgutschrift. Der PEF bzw. EF des erzeugten Stroms wird nur berücksichtigt, wenn dieser Strom direkt im Wärmeversorgungssystem genutzt wird.

Im Vergleich zur Stromgutschriftmethode, bei der der PEF bzw. EF durch den Verdrängungsstrommix beeinflusst wird, führt die Carnot-Methode zu einer besseren Trennung zwischen Wärme und Strom. Sie erlaubt eine bessere Vergleichbarkeit von anlagenspezifischen PEF bzw. EF, da diese weniger durch die Gutschrift von exportiertem Strom und die Verdrängung von Strom aus fossilen Quellen beeinflusst werden. Nach Ansicht der Studienverfasser:innen des Hamburg Institut führt dies zu einer genaueren Ermittlung des PEF bzw. EF, der direkt den Brennstoffeinsatz für die Wärmeerzeugung widerspiegelt.

Die Carnot-Methode ist im Gegensatz zur Stromgutschriftmethode nicht extern getrieben und hängt nicht von den Emissionen anderer Kraftwerke ab. Allerdings geht diese Methode auch dahin, den aus reiner Exergie bestehenden Strom höhere Emissionen zuzurechnen, während die Wärme als emissionsärmer dargestellt wird.

5.2.4 Produktgestaltungsmöglichkeiten für Wärmenetzbetreiber

Durch die Anwendung einer produktbezogenen Bilanzierungsmethodik hätten Wärmenetzbetreiber die Möglichkeit, ihre Fernwärmeangebote gezielt und flexibel an die Bedürfnisse verschiedener Kund:innengruppen anzupassen. Auf Grundlage dieser Methodik lassen sich unterschiedliche Fernwärme-Produkte gestalten, die sich in ihrem Anteil an erneuerbaren Energien und/oder Abwärme unterscheiden. Ein einfaches Produktmodell könnte beispielsweise ein „grünes“ Fernwärmeprodukt sein, das zu 100 % aus erneuerbaren Energien und/oder Abwärme besteht. Zusätzlichen wären auch Basisprodukte mit variablen Anteilen denkbar.

5.2.5 Nachweisführung und Verifizierung

Die Nachweisführung für die Herkunft von grüner Wärme könnte laut den Studienautor:innen des Hamburg Institut durch die Verwendung von Herkunftsnachweisen (HKN) erfolgen, die eine eindeutige Zuordnung von Energiequellen und -eigenschaften zu einzelnen Kund:innen und Fernwärmeprodukten ermöglichen könnten. Die Ausstellung und Entwertung der HKN würde garantieren, dass die Herkunft der Energie aus erneuerbaren Quellen und Abwärme korrekt nachverfolgt wird und eine Mehrfachvermarktung sowie -beanspruchung ausgeschlossen sind.

Abbildung 14 zeigt, wie ein HKN-System für Wärme und Kälte funktionieren könnte. Die Herkunft von Energie aus erneuerbaren Quellen wird durch die Ausstellung eines HKN für jede produzierte Megawattstunde (MWh) Energie garantiert. Auf diesem HKN werden Informationen zur Erzeugungsanlage und zur Energiemenge vermerkt, wie z.B. die verwendete Energiequelle, die Technologie, der Standort der Anlage und das Inbetriebnahmedatum. Die Ausstellung des HKN erfolgt auf dem Konto des Anlagenbetreibers im Wärme-HKN-Register, wobei alle Daten auf verifizierten Informationen aus der Anlage und

den Messungen basieren. Erzeuger können diese HKN dann auf das Konto eines Wärmeversorgers übertragen, sollte es sich dabei um eine andere juristische Person handeln. Der Versorger entwertet die HKN schließlich, indem er sie einem bestimmten Kund:innen und einem bestimmten Wärmeprodukt zuordnet. Dadurch wird die grüne Energie aus der zugrundeliegenden MWh als verbraucht markiert. Die Ausstellungsstelle, die das HKN-Register verwaltet, muss sicherstellen, dass der gesamte Prozess, also die Ausstellung, der Transfer und die Entwertung der HKN elektronisch und exakt durchgeführt wird.

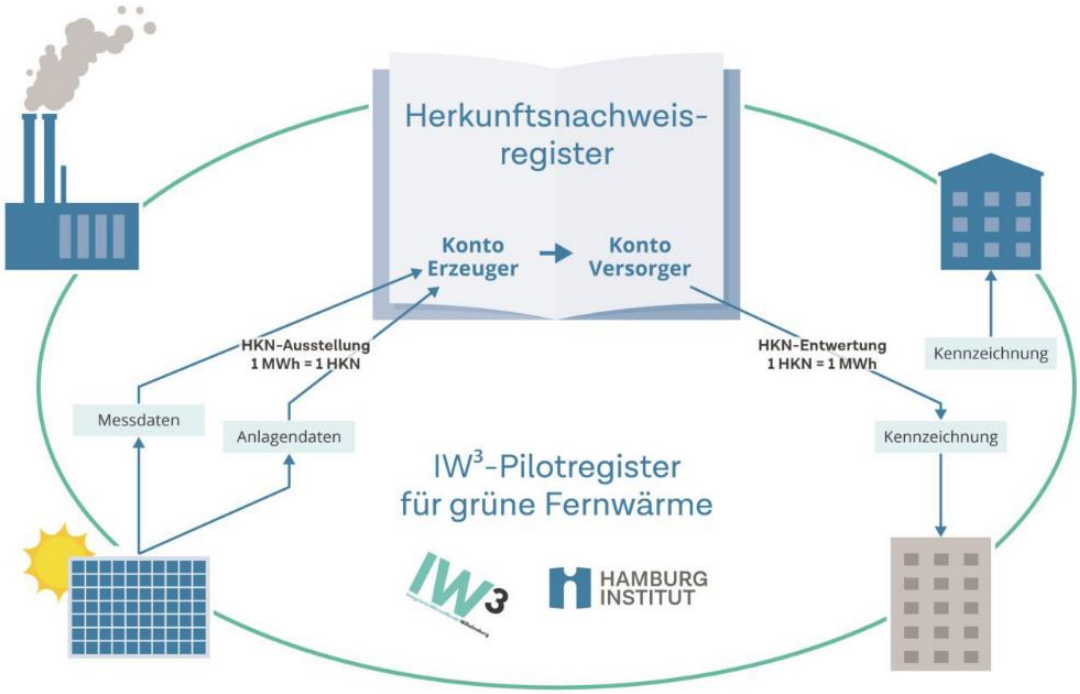


Abbildung 14: Funktionsweise eines Wärme-HKN-Systems. Quelle: (Styles & Claas-Reuther, 2022).

Die Umsetzung eines HKN-Registers für grüne Fernwärme wird aktuell im vom deutschen BMWK geförderten Energiewende-Reallabor *IW3* – Integrierte WärmeWende Wilhelmsburg untersucht, als Pilotvorhaben für Deutschland. Ziel des von den Hamburger Energiewerken koordinierten Reallabors ist es, eine nachhaltige und sektorübergreifende Wärmeversorgung zu schaffen, die sowohl die Bilanzierung als auch die Kennzeichnung der grünen Wärme innerhalb eines Wärmenetzes ermöglicht. Ein besonderer Fokus liegt darauf, zu verhindern, dass grüne Eigenschaften mehrfach berücksichtigt werden. Durch die Ausstellung von HKN für Wärmequellen wie erneuerbare Energien und Abwärme wird sichergestellt, dass die Herkunft der Fernwärmeprodukte transparent und nachvollziehbar ist.

Ein wichtiger Bestandteil der Verifizierung im HKN-System ist die regelmäßige Überprüfung der anlagenspezifischen Primärenergie- und Emissionsfaktoren sowie der netzbezogenen Hilfsenergie- und Verlustfaktoren. Diese Werte sind entscheidend für eine genaue Produktbilanzierung, da sie die Grundlage für die Berechnung der Qualität und Nachhaltigkeit der Wärmeprodukte bilden. Durch eine jährliche Überprüfung der Messdaten kann sichergestellt werde, dass die Produktkennzahlen korrekt sind und den Anforderungen von Kund:innen sowie regulatorischen Vorschriften entsprechen (Styles u. a., 2022).

5.2.6 Zusammenfassung der Studie und Übertragbarkeit auf Österreich

5.2.6.1 Zusammenfassung der Studie zur Produktbilanzierung des Hamburg Instituts:

Ziel des vorgeschlagenen Produktbilanzierungsansatzes des Hamburg Instituts ist es, eine rechtssichere Zuordnung von Wärmeeigenschaften zu Wärmeprodukten und einzelnen Kund:innen zu ermöglichen. Hierfür wird ein modularer Ansatz zur Bestimmung von Qualitätskennzahlen verwendet, bei dem das Wärmeversorgungssystem in einzelne Elemente unterteilt wird.

Im ersten Schritt wird der Primärenergiefaktor (PEF) bzw. der Emissionsfaktor (EF) für die ins Netz eingespeiste Wärmeerzeugung spezifischer Anlagen ermittelt. Im zweiten Schritt werden netzbezogene Hilfsenergie- und Verlustfaktoren berechnet, um Hilfsstrom für den Netzbetrieb sowie Netz- und Speicherverluste anteilig Fernwärme-Produkten zuordnen zu können. Im dritten Schritt erfolgt die eigentliche Produktbilanzierung, bei der Wärmemengen aus verschiedenen Quellen spezifischen Wärmeprodukten zugeordnet werden. Die Wärmemengen werden dabei mit anlagenspezifischen PEF bzw. EF gewichtet und ins Verhältnis zur Wärmelieferung im jeweiligen Produkt gesetzt, unter Berücksichtigung der anteiligen Hilfsenergie für den Netzbetrieb und anteiliger Transportverluste.

Der Nachweis der grünen Eigenschaft bei der Zuordnung von Wärmemengen aus erneuerbaren Energien und Abwärme zu bestimmten Produkten erfolgt durch die Entwertung entsprechender Herkunftsnachweise (HKN). Es besteht auch die Möglichkeit, sämtliche Wärmemengen mit HKN vollständig zu kennzeichnen.

Für KWK-Anlagen werden zwei Alternativen vorgestellt: die Stromgutschriftmethode und die Carnot-Methode. Bei der Stromgutschriftmethode können die Stromgutschriften entweder in die Berechnung der anlagenspezifischen PEF bzw. EF einfließen oder die Gutschriften können über einen Stromgutschriftfaktor auf alle im Netz vertriebenen Produkte verteilt werden. Allerdings bleibt eine grundlegende Herausforderung bei der Anwendung dieser Methode bestehen, die auch derzeit schon für die Berechnung netzeinheitlicher PEF bzw. EF gilt: Bei einem hohen Anteil von KWK-Anlagen wird das Ergebnis stark von der Stromgutschrift beeinflusst, anstatt von den Brennstoffen, die zur Wärmeerzeugung genutzt werden.

Die Carnot-Methode bietet eine Alternative, bei der der Brennstoffeinsatz für die gekoppelte Wärmeerzeugung und Stromerzeugung getrennt betrachtet wird. Dadurch kann ein anlagenspezifischer PEF bzw. EF ermittelt werden, der sich ausschließlich auf die Wärmeerzeugung der KWK-Anlage bezieht. Die Berücksichtigung einer Stromgutschrift für das Wärmeversorgungssystem ist nicht notwendig. Diese Methode führt zu einer besseren Vergleichbarkeit der produktspezifischen Kennzahlen.

5.2.6.2 Übertragbarkeit auf Österreich

In Österreich wird die Bewertung von Fernwärmesystemen durch verschiedene nationale Normen und Vorgaben zur Berechnung von Primärenergiefaktoren (PEF) und Emissionsfaktoren (EF) geregelt. Zu den wichtigsten Bewertungsgrundlagen zählen die ÖNORM EN 15316-4-5 und die OIB-Richtlinie 6. Um den Produktbilanzierungsansatz des Hamburg Instituts auch in Österreich anwenden zu können, müsste dieser unter Berücksichtigung der österreichischen Rahmenbedingungen und der in den genannten Normen genannten Berechnungsmethoden angepasst werden.

Wie im vorgeschlagenen Produktbilanzierungsansatz des Hamburg Instituts müsste im ersten Schritt für jede Wärmeerzeugungsanlage, die Wärme in das Fernwärmenetz einspeist, ein anlagenspezifischer PEF bzw. EF berechnet werden. Grundlage für diese Berechnungen bilden in Österreich insbesondere die ÖNORM EN 15316-4-5, welche die energetische Bewertung von Fernwärmesystemen mit Kraft-Wärme-Kopplung regelt, sowie die Anforderungen aus der OIB-Richtlinie 6. In Österreich sind in der ÖNORM EN 15316-4-5 und der OIB-Richtlinie 6 Berechnungsmethoden und Standardwerte für die Ermittlung der PEF bzw. EF festgelegt. Für KWK-Anlagen gibt es auch in Österreich unterschiedliche Allokationsmethoden, die für die Berechnungen verwendet werden können. Sowohl die Stromgutschriftmethode als auch die Carnot-Methode sind in der ÖNORM EN 15316-4-5 angeführt.

Für den Netzbetrieb müssten auch in Österreich zusätzlich die Hilfsenergie und Verlustfaktoren berücksichtigt werden, um die tatsächlich gelieferte Wärme den entsprechenden Produkten zuzuordnen. Die Produktbilanzierung erfolgt dann durch die Zuordnung von Wärmemengen zu spezifischen Wärmeprodukten. Dabei müssten die anlagenspezifischen PEF bzw. EF gewichtet und mit den jeweiligen Wärmelieferungen ins Verhältnis gesetzt werden.

Ein standardisiertes System für HKN für Wärme existiert in Österreich derzeit noch nicht. Von der E-Control werden HKN nur für Strom, Gas und Wasserstoff ausgestellt (E-Control, 2023). Die Entwicklung eines Wärme-HKN-Systems wäre grundsätzlich möglich und könnte zur Dokumentation der grünen Eigenschaften einzelner Wärmeprodukte verwendet werden.

5.3 Übertragbarkeit aus dem Strommarkt

Zusätzlich zu den bestehenden klimaneutralen Fernwärme-Produkten in der DACH-Region wurde untersucht, ob Mechanismen aus dem österreichischen Strommarkt auf den Fernwärmesektor übertragen werden können. Dazu zählen Herkunftsnachweise (HKN), Ökostrom bzw. Grüner Strom mit dem Umweltzeichen UZ 46 oder Power Purchase Agreements (PPA).

5.3.1 Herkunftsnachweise für grüne Fernwärme

Die Richtlinie 2018/2001/EU und die nationale Stromkennzeichnungsverordnung (E-Control, 2022) gemäß des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes (ElWOG BGBl. I Nr. 110/2010, 2010) verpflichten Stromlieferanten in Österreich, den Anteil erneuerbarer Energien und die damit verbundenen Umweltauswirkungen wie CO_2-Emissionen auf der Stromrechnung auszuweisen. Dies geschieht durch Herkunftsnachweise (HKN), die die Herkunft des Stroms, insbesondere aus erneuerbaren Quellen, dokumentieren (Kranzl, 2018). Ein HKN gilt standardmäßig für 1 MWh Strom und muss verschiedene Informationen enthalten, wie z.B. den Energieträger, den Zeitraum der Erzeugung sowie Angaben zur Energieerzeugungsanlage und Förderungen. HKN sind somit Zertifikate, die belegen, dass eine bestimmte Menge Strom aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt wurde. Diese Nachweise werden vom Netzbetreiber oder der Ökostromabwicklungsstelle (OeMAG) ausgestellt und in der Stromnachweisdatenbank der E-Control verwaltet. In Österreich wird der gesamte Lebenszyklus eines HKN in der Stromnachweisdatenbank abgebildet. Das umfasst die Generierung des Nachweises durch den Netzbetreiber, den Transfer zwischen

den Marktteilnehmern und schließlich die Löschung des Nachweises nach der Stromlieferung an den Endverbraucher (E-Control, 2024a).

HKN für Strom sind handelbar und übertragbar. Stromlieferanten können sie für ihre eigene Stromkennzeichnung verwenden oder weiterverkaufen. Beim Weiterverkauf kann der Käufer den HKN unabhängig von der tatsächlichen Stromquelle übernehmen. Sobald der Strom an Endverbraucher:innen geliefert wird, wird der HKN entwertet (E-Control, 2024b). Dieses System ermöglicht es, Strom aus dem (internationalen) Netz zu beziehen, der beizeiten auch relevante Anteile fossilen oder nuklearen Ursprungs enthält, aber gleichzeitig HKN aus erneuerbaren Energien zu erwerben. Dadurch können Lieferanten einen Lieferanten- oder Produktnachweis mit 100 % erneuerbaren Energien erbringen. Somit kann es jedoch zu einer Verzerrung der CO_2-Bilanz kommen, da die Umweltauswirkungen auf den HKN basieren und nicht auf den tatsächlichen Emissionen des gelieferten Stroms (Kranzl, 2018). Für den Wärmebereich fehlen bislang solche (institutionalisierte) Nachweissysteme, die eine eindeutige Zuordnung von Wärmemengen zu einzelnen Kund:innen ermöglichen würden.

Das Prinzip von HKN für Wärme wurde im Rahmen des Produktbilanzierungsansatzes des Hamburg Instituts in Kapitel 5.2.5 vorgestellt. Im Projekt GO4Industry entwickelten das Hamburg Institut und GreenGasAdvisors ein nationales Nachweiskonzept für erneuerbare Energien. Ziel war es, HKN und andere Nachweissysteme sektorübergreifend zu verknüpfen, um den Klimaschutz in der Industrie zu fördern. Ein begleitender Bericht gibt einen Überblick über die Rahmenbedingungen, Anwendungsmöglichkeiten und Besonderheiten von HKN-Systemen für Wärme und Kälte (Styles & Claas-Reuther, 2022).

Derzeit beziehen sich die Kennzeichnungspflichten und ökologischen Kennzahlen bei Wärme auf das gesamte Netz (siehe Abbildung 15, links). Gemäß § 88 des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes (EAG) gibt es in Österreich eine Verpflichtung zur Offenlegung des erneuerbaren Anteils in Fernwärme und Fernkälte, jedoch nur in Form einer prozentualen Aufschlüsselung für das gesamte Fernwärmenetz. In großen bestehenden Netzen lässt sich Wärme aus erneuerbaren Energien daher nicht getrennt vermarkten. Die Einführung von (handelbaren) HKN für Wärme würde es ermöglichen, den Anteil an grüner Energie in der Fernwärme genau zu bestimmen und durch die Entwertung der HNK eindeutig den Verbraucher:innen zuzuordnen. Zusammen mit klaren Regeln zur Produktkennzeichnung würde das eine verlässliche Grundlage schaffen, um grüne Fernwärme-Produkte rechtssicher anzubieten, ähnlich wie es beim Strom schon der Fall ist (siehe Abbildung 15, rechts).

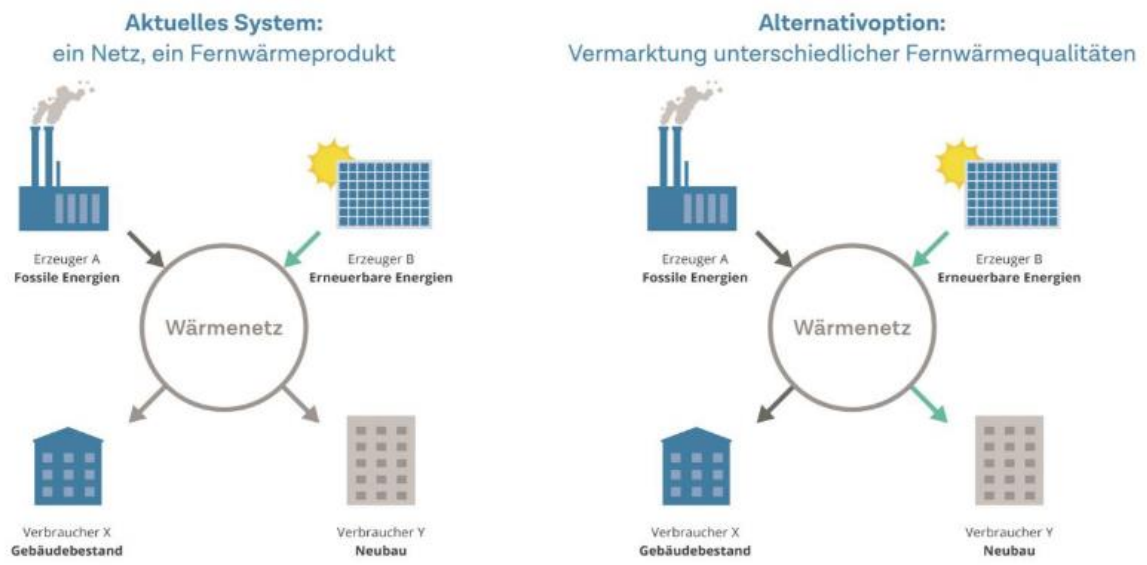


Abbildung 15: Kennzeichnung- und Vermarktungsoptionen für Fernwärme. Quelle: (Styles & Claas-Reuther, 2022).

Es gibt jedoch Unterschiede zwischen Wärme und Strom, die bei der Entwicklung solcher HKN berücksichtigt werden müssten. Während der Strommarkt auf EU-Ebene organisiert ist und HKN weitgehend unabhängig von physikalischen Energieflüssen gehandelt werden können, sind Wärmenetze lokale oder regionale, abgeschlossene Systeme. Die Verwendung von HKN für Fernwärme-Produkte aus Anlagen, die nicht an das lokale Netz der Verbraucher:innen angeschlossen sind, kann die Glaubwürdigkeit des HKN-Systems in Frage stellen. Um die Nachvollziehbarkeit sicherzustellen, könnten HKN für grüne Fernwärme nur dann verwendet werden dürfen, wenn die Erzeugungsanlage an dasselbe Wärmenetz angeschlossen ist wie die Verbraucher:innen. Dadurch wäre klar geregelt, welche Anlagen zur Erzeugung grüner Fernwärme beitragen und die Versorger könnten ausschließlich HKN aus dem jeweiligen Netzsystem einsetzen (Thamling u. a., 2020). Würde man hingegen den Handel von HKN zwischen nicht verbundenen Wärmenetzen erlauben, wären entsprechende Regelungen notwendig, um zu klären, wie grüne Eigenschaften der Wärme ausgewiesen werden, wenn die HKN aus einem Netz exportiert werden (Sandrock u. a., 2021).

Ein weiterer Punkt sind die Verluste bei der Übertragung und Speicherung von Wärme. Die HKN im Stromsektor berücksichtigen diese nicht, sie vergleichen die Menge am Zähler der Einspeisung mit der Menge am Zähler der Entnahme. Außerdem ist es wichtig, Anforderungen festzulegen, um sicherzustellen, dass die erfassten Anlagendaten und Messwerte korrekt sind. In vielen Fällen sind die Wärmeversorgungssysteme vertikal integriert, also Erzeugung, Verteilung und Verkauf von Wärme wird durch ein und dasselbe Unternehmen abgewickelt. Dadurch ist es besonders wichtig, dass die zugrunde liegenden Daten genau und transparent überprüft werden müssen. Weiters muss geklärt werden, für welche Energiequellen HKN ausgestellt werden sollen. Die Nachweise könnten entweder ausschließlich für erneuerbare Energien gelten oder auch andere Energiequellen umfassen, wie unvermeidbare Abwärme, Abwärme aus der thermischen Abfallverwertung oder generell alle Wärmequellen eines Netzes (Styles & Claas-Reuther, 2022).

5.3.2 Fernwärme nach dem „UZ 46“-Konzept

Strom, wie er in der österreichischen Richtlinie UZ 46 als Grüner Strom definiert ist, stammt ausschließlich aus erneuerbaren Energiequellen und erfüllt dabei bestimmte Umweltkriterien. Nur wenn diese Kriterien erfüllt werden, darf ein Stromprodukt das Umweltzeichen UZ 46 tragen. In den Umweltkriterien für Grünen Strom ist festgelegt, dass der gesamte gelieferte Strom aus Quellen wie Windkraft, Solarenergie, Wasserkraft, Geothermie oder Biomasse (fest, flüssig, gasförmig) stammen muss. Es gibt auch spezifische Vorgaben bezüglich des Anteils von Photovoltaik und Wasserkraft im Strommix. Außerdem muss ein Teil des Stroms aus Anlagen stammen, die nicht älter als 15 Jahre sind oder innerhalb der letzten 15 Jahre saniert oder erweitert wurden. Zudem ist vorgeschrieben, dass für jede gelieferte Strommenge ein entsprechender HKN gemäß 5.3.1 vorliegen muss. Für die eingekaufte Energie müssen die dazugehörigen HKN miterworben werden. Der getrennte Handel von Zertifikaten und Strom ist nicht erlaubt, um sicherzustellen, dass die Herkunft des Stroms eindeutig nachvollziehbar ist und keine Doppelvermarktung von HKN stattfindet. Diese Regelung gewährleistet, dass nur tatsächlich erneuerbarer Strom als solcher gekennzeichnet und verkauft wird(BMK, 2022).

Ökostrom im weiteren Sinne bezeichnet zwar ebenfalls Strom aus erneuerbaren Quellen, allerdings ist damit nicht automatisch eine Zertifizierung oder die Einhaltung der oben genannten Kriterien verbunden. Anbieter, die mit „100 % erneuerbarem Strom“ werben, müssen nicht zwingend die Anforderungen der Richtline UZ 46 erfüllen. Während zertifizierter Ökostrom nachweislich aus erneuerbaren Energieträgern stammt und die jeweiligen HKN gemeinsam mit den erzeugten Strommengen erworben werden, können beim nicht-zertifizierten Ökostrom HKN auch separat gehandelt werden. Das bedeutet, dass ein Anbieter theoretisch Strom aus fossilen oder atomaren Quellen ankaufen und liefern kann, solange er HKN aus erneuerbaren Energien separat zukauft. Dadurch können Unsicherheiten über die tatsächliche Herkunft des Stroms entstehen (Kranzl, 2018).

Da zertifizierter Ökostrom in Österreich bereits erfolgreich umgesetzt wurde, könnte ein ähnliches System nach den Kriterien der UZ 46-Richtlinie auch für Fernwärme eingeführt werden. Ein solches Modell wäre grundsätzlich möglich und könnte die Transparenz sowie die Glaubwürdigkeit von „grüner Fernwärme“ verbessern. Ähnlich wie beim Strom könnten klare Umweltkriterien dazu beitragen, die Qualität zu sichern und den Markt für grüne Fernwärme zu stärken. Dazu würden Vorgaben zum Anteil erneuerbarer Wärmequellen, zur Technik der Erzeugungsanlagen und zur transparenten Nachverfolgbarkeit durch HKN zu definieren sein. Ein zertifiziertes System könnte außerdem Investitionen in erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie, Geothermie, Biomasse oder industrielle Abwärme fördern.

Es gibt jedoch wesentliche Unterschiede zur Stromversorgung, die bereits in Kapitel 5.3.1 im Zusammenhang mit HKN für Fernwärme erwähnt wurde. Zum Beispiel stellt sich die Frage, ob ein netzunabhängiger Handel von HKN möglich wäre oder ob die Ausstellung und Nutzung von HKN auf Anlagen beschränkt werden müssen, die tatsächlich an das jeweilige Wärmenetz angeschlossen sind. Zudem können Energieverluste bei der Speicherung und Verteilung von Wärme in die HKN einbezogen werden und es müsste geklärt werden, welche Energiequellen als „grün“ gelten sollten, z.B. auch unvermeidbare Abwärme oder Wärme aus der Müllverbrennung. Hierfür wären politische und gesetzliche Vorgaben hilfreich, um ein gemeinsames Verständnis von nachhaltiger Fernwärme zu schaffen.

Grundsätzlich könnte das UZ 46-Modell auf den Fernwärmesektor übertragen werden, um erneuerbare Wärmequellen zu fördern und mehr Transparenz zu schaffen. Allerdings müsste dabei die lokale Struktur von Wärmenetzen und die besonderen technischen Anforderungen der Wärmeversorgung berücksichtigt werden. Ein möglicher Weg wäre die Entwicklung eines eigenen Umweltzeichens für grüne Fernwärme, das sich an den UZ 46-Kriterien orientiert, aber speziell auf die Anforderungen der Wärmeversorgung angepasst ist.

5.3.3 Heat Purchase Agreements

Langfristige Stromlieferverträge, sogenannte Power Purchase Agreements (PPAs), sind in Österreich noch relativ neu. Sie gewinnen aber zunehmend an Bedeutung, vor allem für Unternehmen, die unabhängig von staatlichen Förderungen in Erneuerbare-Energie-Projekte investieren wollen (oekostrom AG, 2025).

Bei PPAs handelt es sich um Stromlieferverträge mit Strom, der aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt wird. Es gibt eine Vielzahl an Vertragsstrukturen. In der einfachsten Form sind PPAs bilaterale Verträge über langfristige Stromlieferungen zu einem vorher festgelegten Preis zwischen einem Abnehmer und einem Verkäufer. Stromerzeuger schließen diese Art von Verträgen ab, da sie ihnen die Sicherheiten bieten, die Kreditgeber zur Sicherung der Projektfinanzierung benötigen. Weitere Motive sind u.a. die Absicherung gegen Marktpreisschwankungen, oder eine Bescheinigung über den Einkauf von erneuerbarer Energie. Bei den Verträgen kann auf die individuellen Anforderungen und Merkmale eingegangen werden (Mittler, Bucksteeg, & Staudt, 2025).

Um die Möglichkeiten an PPAs aufzuzeigen, sollen nachfolgend einige Unterscheidungsmerkmale aufgezeigt werden. Es handelt sich um keine vollständige Darstellung, da sich der Markt von Power Purchase Agreements dynamisch verändert (Schnorr, 2022):

- Lieferrichtung:
  - Downstream PPAs: Lieferung des Stroms an Abnehmer im Vordergrund (der Zählpunkt bzw. der Standort ist im Bilanzkreis des Lieferanten, z.B. Verträge zwischen Energiehändler und Endverbraucher)
  - Upstream PPAs: Vertrag mit der Erzeugungsanlage im Vordergrund (Einspeisung im Bilanzkreis des Dienstleisters, z.B. Verträge zwischen Energieerzeuger und Energieproduzent)
- Abnehmer des Stroms:
  - Corporate PPAs: Abnehmer ist Unternehmen
  - Merchant PPAs: Abnehmer ist ein in Stromhändler
  - Utility PPAs: Abnehmer ist ein Energieversorger
- Klassifikation nach Verortung:
  - On-Site PPA: Erzeugungsanlage und Verbrauch befinden sich am gleichen Grundstück (Verzicht auf öffentliches Stromnetz)
  - Off-Site PPA: Anlage mit räumlicher Distanz
- Vergütung der Strommengen: variable vs. fixe Vergütung
- Anlagenart: bereits errichtete Anlagen > 20 Jahre mit kurzer Vertragslaufzeit (beispielsweise ältere Anlagen, die aus dem Ökostrom-Förderzeitraum bereits

herausgefallen sind) vs. neu errichtete Anlagen mit Laufzeiten von >10 Jahren (neue Anlagen, welche PPA als eine Alternative zur Ökostromförderung nutzen)

- Vertraglich vereinbartes Lieferschema:
  - Lieferung des gesamten Stroms der Anlage
  - Lieferung des prognostizierten Profils des Folgetags
  - Konkretes, zu lieferndes Profil

Herkunftsnachweise (Guarantee of Origin) können verwendet werden, um in PPAs einen direkten Bezug zu bestimmten Anlagen herzustellen (Schnorr, 2022). In der vom GHG-Protokoll veröffentlichten Scope 2 Guidance werden PPAs als ein Instrumententyp für die Datenquelle für die marktbasierte Methode im Scope 2 genannt. Werden Zertifikate mit dem Vertrag gebündelt, kann der Verkäufer diese einfordern. Werden die Zertifikate separat verkauft, kann der Stromabnehmer die PPAs nicht geltend machen (Sotos, 2015).

Ein ähnliches Modell könnte auch auf den Fernwärmemarkt übertragen werden. Heat Purchase Agreements könnten den Bezug von erneuerbarer Fernwärme langfristig absichern und gleichzeitig den Ausbau oder Weiterbetrieb entsprechender Erzeugungsanlagen fördern. Dieses Konzept wird auch in der EU-Richtlinie 2023/2431 (RED III) erwähnt. In Art. 23 Abs. 4 wird die Förderung von Verträgen über die Wärme- und Kälteversorgung mit Energie aus erneuerbaren Quellen für Unternehmenskunden und Verbrauchergemeinschaften (in der englischen Fassung als renewables heating and cooling purchase agreements bezeichnet) als ein wichtiges Instrument genannt, um den Anteil erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältesektor zu steigern (Richtlinie 2023/2413/EU). Ein wichtiger Schritt zur Umsetzung von langfristigen Heat Purchase Agreements könnte die bilanzielle Zuordnung von Wärmemengen aus erneuerbaren Energien und Abwärme sein, die durch die Entwertung von HKN erfolgt. Diese Methodik, wie vom Hamburg Institut vorgeschlagen, könnte es ermöglichen, solche Verträge auch im Fernwärmemarkt zu etablieren (Styles u. a., 2022).

5.4 Produktvorschläge auf Basis der Recherche

Die folgenden Produktvorschläge basieren auf den Ergebnissen der vorherigen Kapitel und generalisieren die beiden identifizierten Ansätze, wie Fernwärme klimaneutral bzw. mit geringen CO_2-Emissionen verbunden, angeboten werden könnte.

5.4.1 Klimaneutrale Fernwärme durch CO_2-Kompensation

Um Fernwärme als klimaneutral zu kennzeichnen, müssen die CO_2-Emissionen genau ermittelt und durch Investitionen in Klimaschutzprojekte kompensiert werden. Ein unabhängiger Dritter überprüft die Berechnungen und bestätigt die Kompensation, um sicherzustellen, dass die Klimaneutralität nach anerkannten Standards gewährleistet ist.

Folgende Schritte sind dabei notwendig:

1. Ermittlung der CO_2-Emissionen der Fernwärmeerzeugung nach anerkannten Standards, z.B. gemäß GHG-Protokoll.
2. Kompensation der Emissionen: Neben der direkten Reduktion von Emissionen können verbleibende CO_2-Emissionen durch Investitionen in Klimaschutzprojekte kompensiert werden (z.B. Gold Standard, VCS).

3. Unabhängige Prüfung durch eine Zertifizierungsstelle (z. B. TÜV) eventuell mit entsprechendem Label.

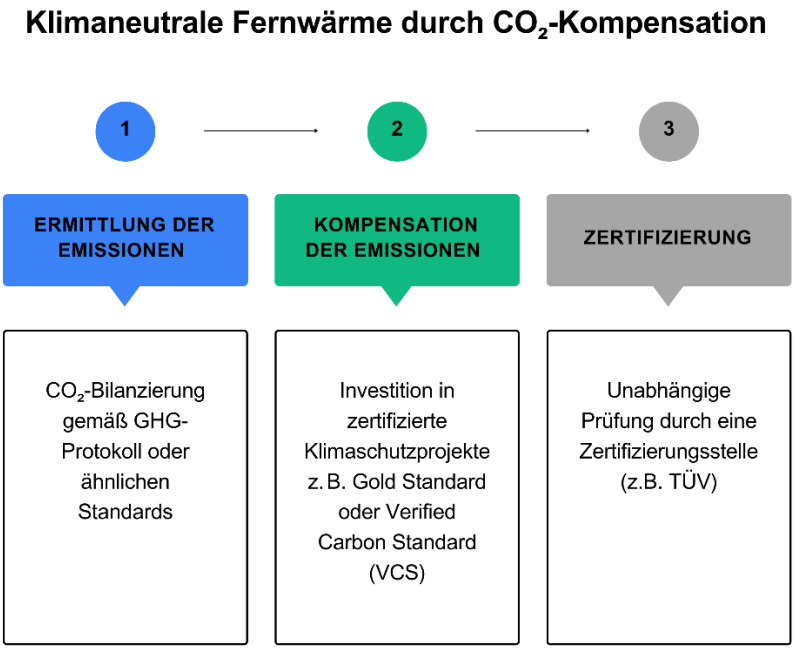


Abbildung 16: Vorgehensweise zur klimaneutralen Fernwärme durch CO_2-Kompensation. Quellen: Eigene Darstellung.

5.4.2 Klimaneutrale (Erneuerbare) Fernwärme durch Produktbilanzierung

Der vom Hamburg Institut entwickelte Ansatz basiert auf einer detaillierten Bilanzierung der Primärenergie- und Emissionsfaktoren für Fernwärmeprodukte. In mehreren Schritten werden die spezifischen Emissionen der eingespeisten Wärme ermittelt und mit Herkunftsnachweisen nachgewiesen, um die grüne Eigenschaft der Fernwärme transparent und nachvollziehbar zu belegen. Abgesehen von der Berücksichtigung von Netzverlusten und Hilfsverbräuchen entspricht der Bilanzierungsansatz weitgehend den Mechanismen der grünen Herkunftsnachweise im Strommarkt.

Bilanzierungsmethoden werden auch in der Schweiz angewendet. Dort ordnen einige Fernwärmeanbieter ihren Kund:innen den CO_2-neutralen Anteil der Wärmeerzeugung bilanziell zu. Ein transparentes Nachweissystem gibt es hier jedoch nicht.

Bei beiden Methoden muss berücksichtigt werden, dass die bilanzielle Zuordnung keine vollständige Klimaneutralität garantiert. Selbst bei der Nutzung erneuerbarer Wärmequellen entstehen Emissionen, die, wenn ein klimaneutrales Produkt ausgewiesen werden soll, durch geeignete Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden müssen.

Der Bilanzierungsansatz gliedert sich in vier Schritte:

1. Zunächst werden für jede einspeisende Anlage die anlagenspezifischen Primärenergiefaktoren (PEF) und Emissionsfaktoren (EF) berechnet.
2. Anschließend werden Hilfsenergieverbräuche und Netzverluste ermittelt und anteilig den Produkten zugerechnet.

3. In einem dritten Schritt erfolgt die Zuordnung der eingespeisten Wärmemengen zu einzelnen Wärmeprodukten. Die Wärmemengen werden dabei mit anlagenspezifischen PEF bzw. EF gewichtet und ins Verhältnis zur Wärmelieferung im jeweiligen Produkt gesetzt, wobei die Hilfsenergie für den Netzbetrieb und Transportverluste anteilig berücksichtig werden müssen.
4. Abschließend wird die grüne Eigenschaft von Wärmeprodukten durch den Einsatz und die Entwertung von Herkunftsnachweisen (HKN) nachgewiesen.
5. Für ein klimaneutrales Fernwärme-Produkt müssen die Emissionen, die bei der Nutzung erneuerbaren Wärmequellen entstehen, durch geeignete Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden.

Klimaneutrale (Erneuerbare) Fernwärme durch Produktbilanzierung

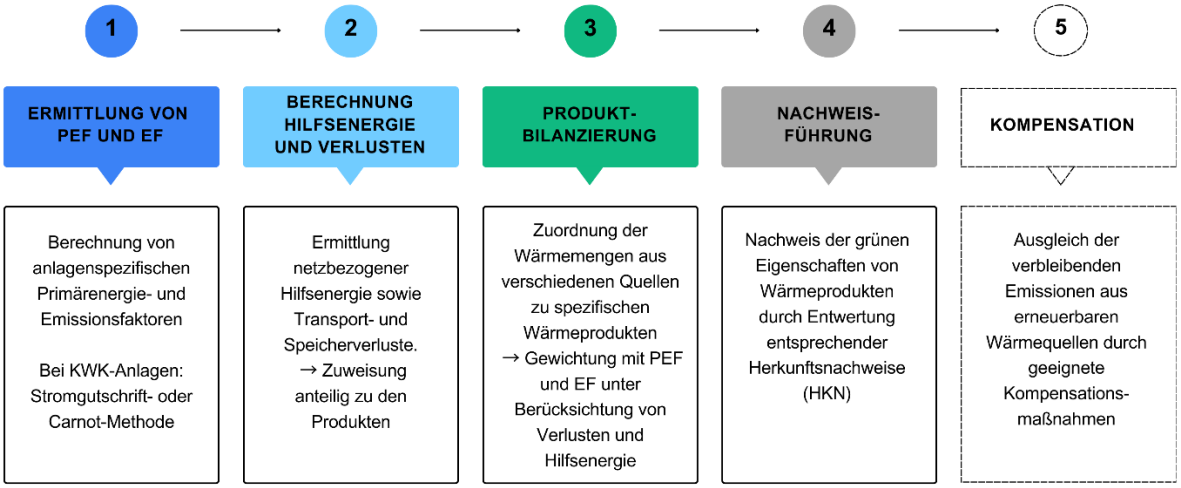


Abbildung 17: Mögliches Produktbilanzierungsverfahren für klimaneutrale (erneuerbare) Fernwärme. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf den Ergebnissen der Studie des Hamburg Instituts (Styles u. a., 2022).

6 Zertifizierung und Anerkennung

In diesem Kapitel werden gängige Zertifizierungen sowie in vergleichbaren Bereichen etablierte Zertifizierungsprozesse sowie Klimalabels im DACH-Raum dargestellt. Diese dienen als Orientierung für mögliche Vorgehensweisen und Standards bei Fernwärmeprodukten, aber auch bei der CO_2-Bilanzierung. Zur Erhebung der Informationen wurde eine umfassende Webrecherche durchgeführt. Darüber hinaus wurden Interviews mit Zertifizierungsdienstleistern zum Thema *klimaneutrale Fernwärme* angefragt. Leider stand hierfür nur ein Anbieter für ein Gespräch zur Verfügung, was die direkte Einbindung von Expert:inneneinschätzungen einschränkt.

6.1 TÜV Süd

TÜV Süd ist ein technischer Dienstleister im Segment Industrie, Mobilität und Zertifizierung. Bei den TÜV Süd-Prüfzeichen handelt es sich um eine europäische, geschützte und eingetragene Marke. Prüfzeichen werden u.a. bei der Zertifizierung von Produkten, Prozessen, Dienstleistungen und Managementsystemen verwendet (TÜV Süd AG, 2024, S. 8–14). Neben Zertifizierungen bietet TÜV Süd auch Validierungen und Verifizierungen an. Bei Zertifizierungen wird eine bestimmte Eigenschaft bestätigt, bei Validierungen wird die Plausibilität und die Glaubwürdigkeit geprüft und bei Verifizierung die Genauigkeit und Richtigkeit (TÜV Süd AG, 2025e). Durch die Validierung und Verifizierung wird der quantitative Wert und dessen qualitative Informationen bestätigt (TÜV Süd AG, 2025a). Prüfzeichen werden auch für die Validierung und Verifizierung von Sachaussagen ausgestellt (TÜV Süd AG, 2024, S. 14).

Geprüft wird unabhängig und nach festgelegten Kriterien. Eine Prüfzeichendatenbank liefert Informationen zu Prüfinhalten und -grundlagen (TÜV Süd AG, 2024, S. 8–14).

- **Erzeugung Erneuerbare Energie:** Es handelt sich hierbei um eine Erzeugungszertifizierung, die zwei Standards umfasst – die Erzeugung von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung (Erzeugung UE) und die Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren mit optionaler Zusatzqualifizierung (Erzeugung EE). Durch die Zertifizierung wird der erzeugte Strom in der Herkunftsnachweisdatenbank registriert. In diesem Unterkapitel wird insbesondere auf die Zertifizierung Erzeugung UE eingegangen (TÜV Süd AG, 2025c).Die Zertifizierung der ressourcenschonenden Strom- und Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung („Erzeugung UE“) dient der Zertifizierung von Strom, welcher durch ressourcenschonende Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird. Abgedeckt wird die, durch KWK-Anlagen erzeugte Energie in Form von Strom und Wärme unabhängig von der Energiequelle (auch fossile Energieträger, Müllverbrennung etc.). Die Zertifizierung dient als **Herkunftsnachweis für den Strom- und Wärmeanteil**. Für Wärme gilt dies nur in Nah- oder Fernwärmenetzen. Für die Zertifizierung in Deutschland müssen bestimmte Effizienzkriterien der Erzeugungsquelle nach dem deutschen EEWärmeG erfüllt werden. Die Zertifizierung gibt Informationen zur Herkunft, Erzeugungszeit, Menge, Effizienz und den CO_2-Emissionen der Energiequelle (TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 2013).
- **Product Carbon Footprint:** Die Verifizierung und Validierung des Produkt-CO_2-Fußabdrucks durch den TÜV Süd wird für nahezu alle Produkte angeboten. Die Zertifizierung erfolgt in Übereinstimmung mit den ISO-Normen 14064-3, 14065, 14067

und 17029 und gilt für Cradle-to-Gate Bewertungen. Die Verifizierung bestätigt durch objektive Nachweise, dass allen Anforderungen entsprochen wird (TÜV Süd AG, 2025e).

- **Corporate Carbon Footprint:** Zusätzlich bietet TÜV Süd auch noch die Verifizierung und Validierung des unternehmensbezogenen CO_2-Fußabdrucks an. Mit dieser Validierung und Verifizierung wird nachgewiesen, dass die Bilanz normkonform nach ISO 14064 und ISO 14067 aufgesetzt wurde. Es handelt sich hier nicht um eine Zertifizierung (TÜV Süd AG, 2025a).
- **Life Cycle Assessment:** Auch eine kritische Prüfung des Life Cycle Assessments ist im Produktportfolio von TÜV Süd. Als Normen werden die ISO 14040, 14044 und 14071 herangezogen. Nach der Prüfung wird ein Critical Review Statement ausgestellt, dass feststellt, dass die Ökobilanz konform mit ISO 14040 und 14044 erstellt wurde (TÜV Süd AG, 2025d).
- **Klimaneutralität PAS 2060:2014**: Hierbei handelt es sich um eine Zertifizierung des Engagements im Bereich Klimaneutralität. Voraussetzung für die Zertifizierung ist der Corporate Carbon Footprint (tatsächliche oder zu erwartende Treibhausgasemissionen), ein Managementplan zur Vermeidung und Reduktion vermeidbarer THG-Emissionen und die Kompensation durch anerkannte Klimaschutzprojekte. Nach erfolgreicher Zertifizierung wird ein Zertifikat ausgestellt, dass den Status „Klimaneutral“ nach dem PAS 2060:2014 Standard bestätigt (TÜV Süd AG, 2025f).
- **Sonstige:** auf der TÜV Süd Webseite sind u.a. auch weitere angebotene Zertifizierungen im Bereich Unternehmen und Wärme angeführt wie z.B. die Zertifizierung „Energiewende Unternehmen“, die bestätigen soll, dass ein Unternehmen den Erfordernissen der Energiewende gerecht ist; die Bioenergie Nachhaltigkeitszertifizierungen für Biokraft- und Biobrennstoffe, und eine Zertifizierung für Produkte und Dienstleistungen aus überwiegend Erneuerbaren Energien, die den Kund:innen garantiert, dass die Energiebilanzierung zuverlässig und nachvollziehbar ist („Zertifizierung Erneuerbarer Energie“) (TÜV Süd AG, 2025b).

Expert:innen-Interview: Im Rahmen der Recherche wurde der TÜV Süd sowohl telefonisch als auch schriftlich angefragt, ob ein:e Expert:in für ein Interview zum Thema klimaneutrale Fernwärme zur Verfügung stehen würde. Seitens TÜV Süd wurde mitgeteilt, dass klimaneutrale Fernwärme ein spannendes Thema sei, man jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt kein Expert:innen-Interview anbieten könne.

6.2 TÜV Nord Cert

TÜV Nord Cert ist Teil der TÜV Nord Gruppe. Es handelt sich um eine Zertifizierungsgesellschaft in Deutschland, die im In- und Ausland tätig ist und die Erfüllung von gesetzlichen Vorgaben aber auch freiwilligen Standards zertifiziert. Zertifiziert werden Produkte, Systeme und Personal in verschiedenen Branchen. Fokusthemen sind u.a. Nachhaltigkeit und Klimaschutz, Produktzertifizierung, Lieferkettengesetz, Cyber Security, Informationssicherheit (TÜV Nord, 2024). Dienstleistungen im Bereich Nachhaltigkeit und Klimaschutz umfassen folgende Bereiche: CO_2 (u.a. mit CO_2-Fußabdruck/Emissionen, Klimaschutzprojekte und Standards, Klimaneutralität, H_2-Siegel, EU-ETS), Nachhaltige Lieferketten mit den verschiedenen Standards/Regularien, Energie und Umwelt (u.a.

Ökostrom-Herkunftsnachweis, Ökobilanz, ISO, EMAS, Prüfung von Nachhaltigkeitsberichten) und Social Standards (TÜV Nord Group, 2025). Nachfolgend werden drei Zertifizierungen näher erläutert.

- **Zertifizierung Ökowärme**: Die Ökowärme Zertifizierung von TÜV Nord Cert bestätigt eine klimaschonende, aus 100 % erneuerbarer Energie erzeugte Fern- oder Nahwärme. Im Rahmen der Zertifizierung werden die Wärmebilanzen überprüft und bestätigt. Es handelt sich hierbei um eine freiwillige Zertifizierung für Fernwärmeanbieter. Konventionelle Wärme im Netz ist erlaubt. Es wird überprüft, ob die Wärmebilanz des Anbieters gewährleistet, dass die eingespeiste Menge an erneuerbaren Energien mindestens der vertriebenen Wärmemenge entspricht. Die Wärme erhält eine entsprechende Kennzeichnung als „geprüfte Ökowärme“ nach TÜV Nord Standard TN-CC 011. Voraussetzung für die Zertifizierung ist, dass einzelne oder alle Anlagen des Betreibers ausschließlich mit Erneuerbaren betrieben werden und die Förderung von Erneuerbaren als wesentliches Unternehmensziel des Anlagenbetreibers angesehen wird. Das Zertifikat wird für drei Jahre ausgestellt. Jährliche Überwachungsaudits finden statt (TÜV Nord Cert GmbH, 2024).
- **Verifizierte Klimaneutralität**: Die Verifizierung eines Unternehmens, eines Produkts, eine Dienstleistung oder eines Events erfolgt nach dem „TÜV Nord Cert Standard zur Verifizierung von Treibhausgaserklärungen und Klimaneutralität (TN-CC 020)“ (TÜV Nord Cert GmbH, 2022). Die Verifizierung wird durch ein Zertifikat bestätigt und man erhält das Prüfzeichen „Klimaneutralität“. Voraussetzung dafür ist eine CO_2-Bilanz (nach den Berechnungsstandard GHG-Protokoll, ISO 14064-1, 14067 oder TN-CC 020) sowie die CO_2-Kompensation. (TÜV Nord, 2025a).
- **Carbon Footprint**: Zertifiziert wird der durch den Kund:innen berechnete Carbon Footprint. Auf dem Zertifikat werden die Systemgrenzen und etwaige nicht berücksichtigte Emissionen vermerkt. Der Produkt-Fußabdruck wird nach Vorgabe des GHG-Protokolls oder der ISO 14067 verifiziert, der Unternehmens-Fußabdruck nach GHG-Protokoll oder nach ISO 14064 (TÜV Nord, 2025b).

Expert:innen-Interview: Im Rahmen der Recherche wurde die TÜV NORD CERT GmbH sowohl telefonisch als auch schriftlich angefragt, ob ein:e Expert:in für ein Interview zum Thema klimaneutrale Fernwärme zur Verfügung stehen würde. Seitens TÜV NORD CERT wurde zurückgemeldet, dass derzeit leider keine personellen Ressourcen zur Verfügung stehen, um ein solches Interview zu führen.

6.3 TÜV Nord Austria

TÜV Nord Austria gehört zur TÜV Nord Group und bietet Dienstleistungen im Bereich Prüfen, Verifizieren und Zertifizieren an. Dabei unter anderem (TÜV Nord Austria GmbH, 2025d):

- **Zertifizierung Ökowärme:** TÜV Nord Austria bietet Nah- und Fernwärmebetreibern die Möglichkeit ihre Wärme, sofern die Erzeugung umweltschonend aus erneuerbaren Energien erfolgt, zu zertifizieren. Die Erzeugung aus folgenden erneuerbaren Energiequellen wird aufgeführt: Geothermie, Solarenergie, Biomasse, Biogas, Deponiegas und Klärgas. Die Einspeise- und Abgabemengen aus erneuerbaren Energien werden dabei bilanziert und ein Überschuss der Einspeisung bzw. minimal ein Gleichgewicht sichergestellt, wenn das betreffende Netz auch anders erzeugte

Wärme enthält. Konventionelle Wärme im betreffenden Netz ist erlaubt (TÜV Nord Austria GmbH, 2025b). Siehe auch Kapitel 6.2 (TÜV Nord Cert - Zertifizierung Ökowärme).

- **Zertifizierung Carbon Footprint**: Das Unternehmen oder ein beratender Partner erstellt den Carbon Footprint für das Unternehmen oder für ein Produkt. Die Zertifizierung des Carbon Footprint durch den TÜV Nord Austria erfolgt nach ISO 14064. Zusätzlich wird auch eine Zertifizierung auf Grundlage des GHG-Protokolls oder nach PAS 2050 angeboten (TÜV Nord Austria GmbH, 2025c).
- **Weitere Zertifizierungen**: Zusätzlich gibt es auch eine Zertifizierung der von Kund:innen durchgeführten Ökobilanz auf Grundlage der Norm ISO 14040/14044 (TÜV Nord Austria GmbH, 2025a).

6.4 TÜV Austria

TÜV Austria ist ein neutraler und unabhängiger Dienstleister der auch international tätig ist und sich auf ein integriertes Management von Aus- und Weiterbildung, Ressourcen, Sicherheit, Umwelt und Qualität spezialisiert (TÜV Austria, 2025b). Im Bereich Energie werden verschiedene Zertifizierungen angeboten.

Zertifizierung von CO_2-Emissionen: Im Rahmen der Zertifizierung erstellt TÜV Austria einen CO_2-Fußabdruck (TÜV Austria, 2025a). Die Bandbreite dafür ist groß: der Fußabdruck kann für Produkte, Services, Prozesse, Abteilungen, Niederlassungen und das Gesamtunternehmen erstellt werden. Ergebnis ist, dass das Unternehmen, Produkt, etc. dadurch als „CO_2-Emissionen geprüft“ gilt. Der Fußabdruck wird anhand der ISO 14064 und des GHG-Protokolls berechnet und bilanziert. Die identifizierten unvermeidbaren Emissionen können durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden, dadurch erhält man den Status „CO_2-neutral mit Kompensation geprüft“ (TÜV Austria, 2018, 2025a).

Weitere angebotene Zertifizierungen umfassen die sogenannte SURE Zertifizierung für nachhaltige Biomasse nach RED II und die Ökostrom- & Biogas-Zertifizierung.

6.5 Naturmade

Naturemade ist ein Schweizer Gütesiegel des Vereins für umweltgerechte Energie (VUE), das sich mit der Qualität von Energieproduktionsanlagen befasst. Das naturemade Gütesiegel gibt es für Strom, Biogas, Wärme/Fernwärme, Wertstoffe aus Verwertungs- und Recyclinganlagen (VUE Verein für umweltgerechte Energie, 2025a). Durch eine Zertifizierung und jährliche Prüfung wird die Herkunft für die Kund:innen garantiert. Das Gütesiegel 'naturemade' bescheinigt, dass die Energie 100 % erneuerbar und klimaschonend ist, 'naturemade star' zeichnet besonders klima- und naturschonende Energie aus, die zu 100 % ökologisch ist (erneuerbar, klima- und naturschonend). Bei der Zertifizierung wird die Produktionsseite (Anlagen) und Lieferseite (Produkte) getrennt betrachtet und zertifiziert. Durch die unabhängige Zertifizierung wird sichergestellt, dass die Herkunft jeder einzelnen verkauften Kilowattstunde Energie nachvollziehbar ist und Doppelverkäufe vermieden werden. Für die Produktion und Lieferung der Energie gelten unterschiedliche Zertifizierungskriterien.

Die Auditierung erfolgt durch akkreditierte Leadauditoren von unabhängigen Zertifizierungsgesellschaften wie beispielsweise SQS, Swiss TS und TÜV Süd. Die endgültige

Zertifizierung erfolgt durch den Vorstand des VUE (VUE Verein für umweltgerechte Energie, 2024a).

Gütesiegel „Naturemade zertifizierte Wärme/Kälte“: Mit diesem Gütesiegel wird garantiert, dass die Wärme bzw. Kälte zu 100 % aus Erneuerbaren kommt. Wie bei allen ihren Produkten wird die Produktion (Energiemenge die ins thermische Netz eingespeist wird) und Lieferung von Endenergie getrennt zertifiziert. Es gibt drei unterschiedliche Kriterien (VUE Verein für umweltgerechte Energie, 2024c):

- naturmade für Kehrichtverwertungsanlagen (nur der erneuerbare Produktionsanteil)
- naturmade star für Holzkraftwerke, Grundwasser-Wärmepumpen, Solaranlagen und Biogasanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung und
- naturmade resources star für Kehrichtverwertungsanlagen (gesamte Produktion)

Expert:innen-Interview: Im Rahmen eines Experteninterviews wurde mit dem zuständigen Fachverantwortlichen für naturemade Fernwärme gesprochen. Es wurde betont, dass es sich bei der naturemade-Zertifizierung nicht um eine Klimazertifizierung handelt. Vielmehr ist naturemade ein in der Schweiz sehr etabliertes Label im Strombereich, das bereits seit vielen Jahren für Transparenz und ökologische Qualität im Strommarkt steht. Die Idee, dieses Label auch auf den Wärmebereich zu übertragen, entstand vor rund 15 Jahren. Seither gibt es entsprechende Angebote und Möglichkeiten – die Nachfrage war jedoch lange Zeit begrenzt. In den letzten Jahren lässt sich im Allgemeinen ein tendenziell steigendes Interesse beobachten.

Für die Zertifizierung einer Fernwärmeanlage wird eine Lebenszyklusanalyse durchgeführt. Um den Aufwand für die Anlagenbetreiber möglichst gering zu halten, stellt naturemade hierfür eine Tabelle zur Verfügung, in die die wichtigsten Daten eingetragen werden können. So wird der Prozess vereinfacht und die Datengrundlage ist gewährleistet.

Die zertifizierte Fernwärme gilt als qualitativ hochwertigstes Wärmeprodukt auf dem Markt. Die Zertifizierung wird insbesondere von Kund:innen nachgefragt, die einen Nachweis über 100 % erneuerbare Wärme verlangen – also von Kund:innengruppen, denen ein normaler Wärme-Mix nicht ausreicht. Die Teilnahme am Zertifizierungsprozess ist freiwillig, mit einem klaren Fokus auf ökologische Qualität. Das Zertifikat sagt aus, dass die Wärme so ökologisch wie möglich produziert wurde, nicht jedoch welchen CO_2-Fußabdruck das Produkt hat.

In der Schweiz ist die gesetzliche Einstufung von Wärme aus Müllverbrennungsanlagen von Bedeutung. Diese wird gemäß den Vorgaben der Bundesbehörden als CO_2-frei eingestuft. Dies entspricht der Klassifizierung von Abwärme, die ebenfalls als CO_2-frei gilt. Diese Definition und Einordnung basiert auf den Richtlinien des Bundesamts für Energie (BFE).

Der Experte beschreibt naturemade Fernwärme als ein interessantes Angebot für Anlagenbetreiber und Wärmenetzbetreiber, die ihre ökologische Qualität dokumentieren und sich klar am Markt positionieren wollen. Zum Zeitpunkt des Interviews hatten zwei Fernwärme-Anbieter in der Schweiz eine naturmade Zertifizierung.

6.6 Überblick Zertifizierung Wärme, CO_2-Fußabdruck und Klimaneutralität

Die Recherche zeigt, dass im DACH-Raum Zertifizierungen für erneuerbare Energien und Ökowärme angeboten werden.

Die Zertifizierung der ressourcenschonenden Strom- und Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung („**Erzeugung UE**“) erfolgt für den, durch KWK-Anlagen, erzeugten Strom- und Wärmeanteil unabhängig von der Energiequelle. Die Zertifizierung dient als Herkunftsnachweis. Die **Zertifizierung als Ökowärme** bestätigt eine klimaschonende, aus 100 % erneuerbarer Energie, erzeugte und eingespeiste Fern- oder Nahwärme. Es wird überprüft, ob die Wärmebilanz des Anbieters gewährleistet, dass die eingespeiste Menge an erneuerbaren Energien mindestens der vertriebenen Wärmemenge entspricht (konventionelle Wärme ist im Netz erlaubt). Die Wärme erhält dadurch eine entsprechende Kennzeichnung als Ökowärme.

Zusätzlich werden **Zertifizierungen des CO_2-Fußabdrucks** und zu **Klimaneutralität** angeboten. Beim CO_2-Fußabdruck berechnet in den meisten Fällen der Kunde oder ein beauftragtes Unternehmen den CO_2-Fußabdruck. Der Fußabdruck wird anschließend von der Zertifizierungsstelle unabhängig zertifiziert. Auch bei der Zertifizierung der Klimaneutralität ist der bereits berechnete CO_2-Fußabdruck eine Voraussetzung. Eine Ausnahme bildet die Zertifizierung gemäß Kapitel 6.4 **Zertifizierung von CO2-Emissionen**. Im Rahmen dieser Zertifizierung erstellt TÜV Austria den CO_2-Fußabdruck. Durch die Umsetzung geeigneter Kompensationsmaßnahmen kann der Status „CO_2-neutral mit Kompensation geprüft“ erlangt werden.

In der Schweiz wird Wärme aus Müllverbrennungsanlagen und Abwärme gemäß den Vorgaben der Bundesbehörden gesetzlich als CO_2-frei eingestuft. Aus diesem Grund wird die Naturmade Zertifizierung in Österreich nicht als relevant betrachtet.

6.7 Exkurs: Zertifizierung von Klimaschutzprojekten

Die Zertifizierung von Klimaschutzprojekten ist ein freiwilliger Markt für den Emissionsausgleich. Klassisch handelt es sich um Zertifikate zu Projekten mit dem Ziel, die Klimawirksamkeit nachzuweisen bzw. zu garantieren. Es haben sich bereits mehrere Qualitätsstandards für Kompensation auf dem Markt entwickelt (Umweltbundesamt, 2018, S. 16f).

Beim Kauf von Emissionszertifikaten sollte besonders auf die Einhaltung von Qualitätsstandards geachtet werden. Ein zentrales Kriterium ist die sogenannte Zusätzlichkeit. Es sollte sichergestellt werden, dass die Emissionsreduktion, -vermeidung oder -speicherung des Projekts durch die Einnahmen aus dem Zertifikatsverkauf ermöglicht wurde. Ohne den Erlös sollte das Projekt nicht realisierbar sein. Die Berechnung der Ausgangssituation (Baseline) und die tatsächlichen Emissionseinsparungen müssen transparent, nachvollziehbar und detailliert dokumentiert werden. Weitere wichtige Elemente sind die Einbeziehung von relevanten „lokalen und globalen Stakeholdern“, ein Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung, die Dauerhaftigkeit der Emissionseinsparungen sowie die Vermeidung von Emissionsverlagerung. Für die Berechnung, das Monitoring und die Verifizierung der Emissionen sollen ausschließlich anerkannte und zugelassene Methoden verwendet werden. Eine Verlagerung von Emissionen soll vermieden werden. Jedes Projekt wird durch einen unabhängigen externen Gutachter geprüft und validiert. Emissionszertifikate können entweder

vor der tatsächlichen Emissionsminderung oder nach deren Nachweis ausgegeben werden. Eine höhere Sicherheit bieten dabei die im Nachhinein ausgestellten Zertifikate, da sie auf tatsächlich nachgewiesenen Einsparungen basieren. Um Doppelvermarktung zu verhindern, werden die Zertifikate nach dem Kauf in einem Register unwiderruflich gelöscht oder stillgelegt. Ein zentrales, global einheitliches öffentliches Register existiert bislang nicht. Wichtige Plattformen zur Registrierung von Emissionszertifikaten sind jedoch APX und IHS Markit (Umweltbundesamt, 2018, S. 25ff).

Im Kapitel 4.4.4 und 4.6.4 wurde bereits auf die internationalen Qualitätsstandards für Klimaschutzprojekte eingegangen. Die Recherche in Kapitel 5 hat ergeben, dass Fernwärmebetreiber im DACH-Raum den Fokus auf den Gold Standard legen. Dieser legt den Fokus auf Klimaschutzprojekte und wurde vom WWF und anderen Umweltverbänden 2003 gegründet.

6.8 Vergleichbare Anerkennungsmethoden: Klimalabels

Klimalabels sind ein Instrument, um die Umweltwirkung von Produkten transparent zu machen. Die Labels ermöglichen es Verbraucher:innen, fundiertere Kaufentscheidungen zu treffen. Neben den unten angeführten Labels gibt es weitere Labels, die oft für Verbrauchsgüter vergeben werden, um nachhaltige und umweltfreundliche Eigenschaften zu kennzeichnen.

6.8.1 myclimate Impact-Label <<Wirkt. Nachhaltig>>, AT

Das Label zeichnet Unternehmen und Organisationen aus, die Klimaschutzmaßnahmen freiwillig und proaktiv finanzieren. Voraussetzung für das Label ist eine von myclimate erstellte, plausibilisierte CO_2-Bilanz. Das Unternehmen kann sich nicht als klimaneutral bezeichnen, sondern kommuniziert ihren Beitrag zur globalen Klimaziel-Erreichung (myclimate Österreich).

6.8.2 ClimatePartner Label, DE

Das Label „ClimatePartner-zertifiziert“ soll die Schritte von Unternehmen im Klimaschutz transparent machen. Das Label stellt sicher, dass folgende fünf Schritte zum Klimaschutz von den Unternehmen erfüllt werden: Berechnung der CO_2-Emissionen des Produkts oder auch des Unternehmens, definierte Reduktionsziele, Umsetzung von Maßnahmen zur Emissionsminderung und, dass Klimaschutzprojekte zur Kompensation finanziert wurden und transparent kommuniziert werden. Auf der Climate-ID-Webseite können dann die umgesetzten Schritte transparent nachvollzogen werden (ClimatePartner, 2025a).

Das Label „Finanzieller Klimabeitrag“ bestätigt, dass Unternehmen ihre CO_2-Emissionen erfassen und Klimaschutzprojekte für die Kompensation der gesamten Restemissionen finanzieren (ClimatePartner, 2025b).

6.8.3 Topten Energie, CH

Auf der topten.ch Webseite werden Ökoenergie-Lieferanten, -Produzenten und -Anlagen gelistet (Solar, Wind, Biomasse, KWK, Wärme und Biomasse), die spezifischen Auswahlkriterien entsprechen (PUSCH (Praktischer Umweltschutz), 2025). Die Auswahlkriterien werden auf der Homepage www.topten.ch angeführt (Beispiel KWK-Anlagen: Zertifizierung nach TÜV oder Grüner Strom, min. Jahres-Gesamtwirkungsgrad von 80 %, Einhaltung von NO_x-Emissionsgrenzwerten (Topten GmbH, 2025)). Bei der Kriterien-Überprüfung wird mit unabhängigen Prüf- und Zertifizierungsinstituten und Laboren

zusammengearbeitet. Es handelt sich hierbei um keine Zertifizierung und es werden auch keine CO_2-Emissionen veröffentlicht (PUSCH (Praktischer Umweltschutz), 2025).

6.8.4 Überblick vergleichbare Anerkennungsmethoden

Die dargestellten Klimalabels zur Kennzeichnung von Produkten oder Unternehmen dienen dazu, die Umweltwirkung transparenter darzustellen und Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Im Gegensatz zu Zertifizierungen weisen sie jedoch oft eine geringere Aussagekraft und Eindeutigkeit auf und weisen meist keine CO_2-Emissionsfaktoren auf.

6.9 Erkenntnis

In der Praxis sind Fernwärmeprodukte im DACH-Raum nur selten mit einer Zertifizierung oder einem Klimalabel versehen (siehe Kapitel 3.5.7). Lediglich zwei Fernwärmeanbieter im gesamten DACH-Raum verfügen über eine **TN-CC 020**-Verifizierung. Diese Verifizierung bezieht sich auf die Prüfung von Treibhausgaserklärungen und die Bestätigung der Klimaneutralität, wobei letztere durch Kompensation erreicht wird, infolgedessen das Zertifikat und Prüfzeichen ausgestellt wird. Eine Zertifizierung von Fernwärmeprodukten ohne die Berücksichtigung von Kompensationsmaßnahmen ist derzeit am Markt nicht verfügbar. Ein Anbieter bewirbt das **myclimate Impact Label**, das den Beitrag des Unternehmens zur Erreichung globaler Klimaziele sichtbar macht.

Für Unternehmen, Organisationen und Bildungseinrichtung könnte eine **„Klimaneutral“ Zertifizierung/Verifizierung** eine mögliche Option darstellen. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die im Kapitel 6.2 **Verifizierte Klimaneutralität**, Kapitel 6.4 **Zertifizierung von CO2-Emissionen** und Kapitel 6.1 **Klimaneutralität PAS 2060:2014** dargestellten Anerkennungsmethoden verschiedener Zertifizierungsunternehmen relevant.

Anhang

Tabelle 28: Interviewliste Wirtschaftsprüfungsunternehmen. Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Institution/Unternehmen	Interviewpartner	Land	Datum
Kelag Energie & Wärme GmbH	Fernwärmeanbieter	Österreich	08.08.2024
Salzburg AG	Fernwärmeanbieter	Österreich	26.08.2024
Nahwaerme.at	Fernwärmeanbieter	Österreich	27.08.2024
Energie Steiermark AG	Fernwärmeanbieter	Österreich	04.09.2024
Energie AG Oberösterreich Wärme	Fernwärmeanbieter	Österreich	16.09.2024
REFUNA AG	Fernwärmeanbieter	Schweiz	07.08.2024
ewz Elektrizitätswerk der Stadt Zürich	Fernwärmeanbieter	Schweiz	09.08.2024
St. Galler Stadtwerke	Fernwärmeanbieter	Schweiz	30.09.2024 Per Mail
SWM Stadtwerke München	Fernwärmeanbieter	Deutschland	08.10.2024
IWB Industrielle Werke Basel	Fernwärmeanbieter	Schweiz	11.10.2024
ewb Energie Wasser Bern	Fernwärmeanbieter	Schweiz	16.10.2024
BDO Assurance GmbH Wirtschaftsprüfungs- und Steuerberatungsgesellschaft	Wirtschaftsprüfung	Österreich	07.08.2024
LeitnerLeitner	Wirtschaftsprüfung	Österreich	25.09.2024
Ernst & Young	Wirtschaftsprüfung	Österreich	26.08.2024
KPMG Austria GmbH	Wirtschaftsprüfung	Österreich	13.08.2024
Voestalpine Stahl GmbH	Nachhaltigkeitsmanagement	Österreich	05.08.2024
Tiger Coatings	Nachhaltigkeitsmanagement	Österreich	19.08.2024
Peneder	Nachhaltigkeitsmanagement	Österreich	02.08.2024
Salesianer Group	Nachhaltigkeitsmanagement	Österreich	12.09.2024
Energie Institut	Energieauditor	Österreich	26.07.2024
VUE Verein für umweltgerechte Energie	Zertifizierung	Schweiz	26.08.2024

Literaturverzeichnis

AGFW. (2025a, Februar 3). *Energieeffizienzrichtlinie EED*. Abgerufen 03.02.2025 von https://www.agfw.de/energiewirtschaft-recht-politik/europa-und-internationales/eed#:~:text=a%20EED%20effizient%2C%20wenn%20es,einzustufen%20(Stand%20Juni%202019).

AGFW. (2025b, Januar 7). *GEG und Fernwärme*. Abgerufen 07.01.2025 von https://www.agfw.de/technik-sicherheit/erzeugung-sektorkopplung-speicher/energetische-bewertung/geg-und-fernwaerme

Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich. (2022). Schritt für Schritt zu klimaneutralen Universitäten und Hochschulen [Data set]. Abgerufen von https://nachhaltigeuniversitaeten.at/wp-content/uploads/2022/07/2022_06_Leitfaden-Klimaneutralitaet-fuer-Unis-Hochschulen-finale-Version-der-Allianz-1.pdf

Autelitano, K., Famiglietti, J., Aprile, M., & Motta, M. (2024). Towards Life Cycle Assessment for the Environmental Evaluation of District Heating and Cooling: A Critical Review. *Standards*, *4*(3), 102–132. https://doi.org/10.3390/standards4030007

BEW. (2024a). Bescheinigung des Wärmenetzbetreibers über die energetische Bewertung nach FW 309 Teile 5 & 7. Abgerufen von https://www.bew.berlin/binaries/content/assets/website/warme/fernwarme/regulatorische-veroffentlichungen/bescheinigung-kopenick.pdf

BEW. (2024b, November 18). *Fernwärme*. Abgerufen 18.11.2024 von https://www.bew.berlin/waerme/fernwaerme/

BEW. (2024c). Produktblatt Stadtwärme Klassik Plus. Abgerufen von https://www.bew.berlin/binaries/content/assets/website/warme/fernwarme/produktblatt---stadtwarme-klassik-plus.pdf

BMK. (2022, Jänner). Österreichisches Umweltzeichen. Richtlinie UZ 46: Grüner Strom. Version 6.0. Abgerufen von https://www.umweltzeichen.at/file/Richtlinie/UZ%2046/Long/Uz46_R6.0a_Richtlinie_Gruener_Strom_2022.pdf

BMK. (2024a). *Energie in Österreich 2024 - Zahlen, Daten, Fakten*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Abgerufen von https://pvaustria.at/wp-content/uploads/BMK_Energie_in_Oe_2024.pdf

BMK. (2024b). *Integrierter nationaler Energie und Klimaplan für Österreich*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Abgerufen von https://www.bmimi.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/energie_klimaplan.html

BMK. (2025, Januar 21). *Wärme- und Kältetarife | Plattform für Transparenz*. Abgerufen 21.01.2025 von https://waermepreise.at/

BOKU, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, & Umweltbundesamt. (2017). *Benutzerhandbuch Open Source Tool zur Bilanzierung von Treibhausgasemissionen an Bildungseinrichtungen*. Abgerufen von https://nachhaltigeuniversitaeten.at/wp-content/uploads/2017/05/Climcalc_edu_v1_0_Benutzerhandbuch.pdf

Brautsch, M., & Lechner, R. (2013). *Effizienzsteigerung durch Modellkonfiguration in BHKW-Anlagen: Abschlussbericht*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag. Abgerufen von https://www.irbnet.de/daten/rswb/13029011060.pdf

Brosziewski, H. U. (2023). Bescheinigung über die energetische Bewertung nach FW 309-1 und FW 309-7 für das Versorgungssystem. Abgerufen von https://www.swrag.de/INTERSHOP/static/WFS/SWR-Portal-Site/-/SWR-Portal/de_DE/Veroeffentlichungen/Downloads/Fernwaerme/PEF%20Netz%20Rostock.pdf

Buchenau, N., Hannen, C., Holzapfel, P., Finkbeiner, M., & Hesselbach, J. (2023). Allocation of carbon dioxide emissions to the by-products of combined heat and power plants: A

methodological guidance. *Renewable and Sustainable Energy Transition*, *4*, 100069. https://doi.org/10.1016/j.rset.2023.100069

Bundesamt für Energie BFE. (2018). Faktenblatt Abwärme für den Umgang mit energie- und klimapolitischen Instrumenten.

Bundesamt für Umwelt BAFU. (2020). *Erhebung der CO_2-Abgabe auf Brennstoffe*. Abgerufen von https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/co2-abgabe/erhebung.html

Bundesamt für Umwelt BAFU. (2021). Ökofaktoren Schweiz 2021 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit.

Bundesamt für Umwelt BAFU, D. (2025, Januar). Faktenblatt: CO_2-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz.

Bundesministerium für Justiz. (2025, März). *Richtlinie über die Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen (CSRD, Corporate Sustainability Reporting Directive)*. Abgerufen 18.03.2025 von https://www.bmj.gv.at/themen/Zivilrecht/Richtlinie-%C3%BCber-die-Nachhaltigkeitsberichterstattung-von-Unternehmen-(CSRD,-Corporate-Sustainability-Reporting-Directive).html

Bundesministerium für Justiz. *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG)*. Abgerufen 07.01.2025 von https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage_9.html

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. (2023). Information zu § 88 Absatz 3 EAG.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). (2024, Mai 23). *Global Reporting Initiative (GRI)*. Abgerufen 23.05.2024 von https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/nachhaltigkeit/unternehmen/standards/gri.html

CEN/CENELEC Workshop Agreement. (2004). CWA 45547:2004 - Manual for Determination of Combined Heat and Power (CHP). Abgerufen von https://standards.iteh.ai/catalog/tc/clc/a3236dfb-d4a6-4476-8c49-4f92369a2c88/cen-clc-ws-014

Climate Austria. (2022). *Climate Austria Jahresbericht 2022*. Wien.

ClimatePartner. (2024). *Projektstandards: Wirksamkeit und Transparenz im Klimaschutz*. Abgerufen 21.06.2024 von https://www.climatepartner.com/de/projektstandards

ClimatePartner. (2025a). *ClimatePartner-zertifiziert*. Abgerufen 04.03.2025 von https://www.climatepartner.com/de/im-klimaschutz-starten/climatepartner-zertifiziert

ClimatePartner. (2025b). *Das Label Finanzieller Klimabeitrag*. Abgerufen 04.03.2025 von https://www.climatepartner.com/de/im-klimaschutz-starten/transparent-kommunizieren/label-finanzieller-klimabeitrag

Comité Européen de Normalisation. (2017). *EN 15316-4-5:2017 Energy performance of buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-5: District heating and cooling*. Abgerufen von https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/68067f54-7f43-4f5d-b020-17449b7c3d6b/en-15316-4-5-2017

Delegierte Verordnung 2015/2402/EU. Delegierte Verordnung (EU) 2015/2402 der Kommission vom 12. Oktober 2015 zur Überarbeitung der harmonisierten Wirkungsgrad-Referenzwert für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme gemäß der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung des Durchführungsbeschlusses 2011/877/EU der Kommission. Abgerufen von https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32015R2402

Delegierte Verordnung 2023/2772/EU. Delegierte Verordnung (EU) 2023/2772 der Kommission vom 31. Juli 2023 zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des

Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung. 2023/2772. Abgerufen von https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32023R2772

Der Standard. (2010, Oktober 11). *Werbung „Grüne Wärme“*. Abgerufen 21.01.2025 von https://www.derstandard.at/story/1285200551264/gruene-waerme

DIN Deutsches Institut für Normierung. (2018). *DIN V 18599-1:2018-09: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger*. Abgerufen 07.01.2025 von https://www.dinmedia.de/de/vornorm/din-v-18599-1/293515783

ecobau. (2024). *Ökobilanzen*. Abgerufen 07.01.2025 von https://www.ecobau.ch/de/instrumente/oekobilanzen

E-Control. (2022). Verordnung der E-Control über die Regelungen zur Stromkennzeichnung und zur Ausweisung der Herkunft nach Primärenergieträgern (Stromkennzeichnungsverordnung 2022 – KenV 2022).

E-Control. (2023, Jänner). Herkunftsnachweise und Grüngaszertifikate Version 1.0. Abgerufen von https://www.e-control.at/documents/1785851/0/EC_Gr%C3%BCngaszertifikate_02.02.23.pdf/4147752b-7371-27f7-dc69-a75f65b2e670?t=1676542472993

E-Control. (2024a, November 4). *Herkunftsnachweise*. Abgerufen 04.11.2024 von https://www.e-control.at/marktteilnehmer/oeko-energie/herkunftsnachweise

E-Control. (2024b, November 4). *Stromkennzeichnung und Herkunftsnachweise*. Abgerufen 04.11.2024 von https://www.e-control.at/konsumenten/stromkennzeichnung-herkunftsnachweis

ElWOG BGBl. I Nr. 110/2010. (2010). Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 – ElWOG 2010). Abgerufen von https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007045

EnBW. (2024a, Februar). EnBW Fernwärme „Mittlerer Neckar“ CO_2-Emissionsfaktoren Jahr 2023. Abgerufen von https://assets.ctfassets.net/upmoejz03x66/5b9C01gFfpN4xg3hz3EDRu/565273547d1d18d79a0bce93adcc3f07/EnBW_FW_CO2-Flyer_Mittlerer_Neckar_Stand-02-2024.pdf

EnBW. (2024b, Februar). Energetische Kennzahlen auf einen Blick: EnBW Fernwärme „Mittlerer Neckar“. Abgerufen von https://assets.ctfassets.net/upmoejz03x66/5OVuGWgxHgI0egzjRnueVF/26201a7a1e91fa16acc6215c39aac253/EnBW_FW_Kennzahlenblatt_Mittlerer_Neckar_Stand-02-2024.pdf

EnBW. (2024c, November 15). *Fernwärme zum Greifen nah*. Abgerufen 15.11.2024 von https://www.enbw.com/fernwaerme

Energie AG. (2024, Oktober 17). *Fernwärme*. Abgerufen 17.10.2024 von https://www.energieag.at/privat/heizen/fernwaerme

Energie Steiermark. (2024). *Brennstoffmix Regionen 2023*. Abgerufen von https://www.e-steiermark.com/fileadmin/user_upload/downloads/Uebersicht_Brennstoffmix_Regionen_2023.pdf

Energie Wasser Bern. (2024a, November 21). *Fernwärme*. Abgerufen 21.11.2024 von https://www.ewb.ch/angebot/waerme-kaelte/fernwaerme/

Energie Wasser Bern. (2024b). Ökobilanzdaten 2023 der ewb.NATUR.Fernwärme der Energiezentrale Forsthaus. Abgerufen von https://www.ewb.ch/media/docs/pdf/diverses/oekobilanzdaten-2023-natur-fernwaerme.pdf

Energie Wasser Bern. (2024c). Ökobilanzdaten 2023 der ewb.ÖKO.Fernwärme der Energiezentrale Forsthaus. Abgerufen von https://www.ewb.ch/media/docs/pdf/diverses/oekobilanzdaten-2023-oeko-fernwaerme.pdf

Energie Wasser Bern. (2024d). Ökobilanzdaten 2023 der Wärme aus der Energiezentrale Forsthaus. Abgerufen von https://www.ewb.ch/media/docs/pdf/diverses/oekobilanzdaten-2023.pdf

Eniwa AG. (2024a). *Wärme/Kälte Angebot*. Abgerufen 21.11.2024 von https://www.eniwa.ch/de/waerme_kaelteangebot.html

Eniwa AG. (2024b). Wärme-/Kältekennzeichnung 2023. Abgerufen von https://www.eniwa.ch/upload/rm/da/te/datenblatt-eniwa-waerme-kaeltekennzeichnung-2023-1.pdf?_=1718357433000

ESTW Erlanger Stadtwerke. (2024, November 18). *Wärme*. Abgerufen 18.11.2024 von https://www.estw.de/de/Energie-Wasser/Waerme/

Europäische Kommission. *Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinien (EU) 2022/2464 und (EU) 2024/1760* (2025). Abgerufen 18.03.2025 von https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52025PC0080&qid=1742296706735

European Commission. (2024, Juli 17). *What is the EU ETS?* Abgerufen 17.07.2024 von https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets_en?prefLang=de

European Commission, Joint Research Centre, Bastos, J., Monforti-Ferrario, F., & Melica, G. (2024). *Covenant of Mayors for Climate and Energy: Greenhouse gas emission factors for local emission inventories:* Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/014585

EVN. (2024, Oktober 22). *Umwelt & Technik*. Abgerufen 22.10.2024 von https://www.evn.at/home/waerme/umwelt-technik

ewz. (2024a). *Energieverbund Altstetten und Höngg Preise*. Abgerufen 22.11.2024 von https://www.ewz.ch/content/site/ewz/webportal/de/services/ewz-dokumentencenter.html

ewz. (2024b). *Fernwärme*. Abgerufen 22.11.2024 von https://www.ewz.ch/de/geschaeftskunden/immobilien/fachinhalte/fernwaerme.html

ewz. (2024c). Geschäfts-, Finanz- und Nachhaltigkeitsbericht. Abgerufen von https://www.ewz.ch/content/site/ewz/webportal/de/services/ewz-dokumentencenter.html

FGW. (2023). *Gas und Fernwärme in Österreich Zahlenspiegel 2023*. FGW – Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmungen.

Fritsche, U. R., & Rausch, L. (2010). *GEMIS-Emissionsfaktoren für Treibhausgase und KWK-Zurechnung*. Darmstadt: Öko-Institut, Büro Darmstadt.

Fritz, D., Gössl, M., Hatzl, E., Kranzl, S., Poupa, Pölz, W., & Schreiber, H. (2025). *Harmonisierte österreichische direkte und vorgelagerte THG-Emissionsfaktoren für relevante Energieträger & Technologien*. Wien: Umweltbundesamt. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0948.pdf

Fritz, D., Gössl, M., Hatzl, E., Poupa, S., Pölz, W., & Schreiber, H. (2023). *Österreichische Treibhausgas-Emissionsfaktoren für Energieträger und Technologien* (ISBN 978-3-99004-729-3). Wien: Umweltbundesamt GmbH. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0888.pdf

Getzinger, G., Danzer, J., Lindenthal, T., Rieg, L., & Thaler, J. (2022). Klimaneutrale Universitäten - eine Initiative der Allianz Nachhaltige Universitäten in Österreich. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, *31*(2), 126–128. https://doi.org/10.14512/gaia.31.2.14

Getzinger, G., Schmitz, D., Mohnke, S., Steinwender, D., & Lindenthal, T. (2019). Treibhausgasbilanz von Universitäten in Österreich: Methode und Ergebnisse der Bilanzierung und Strategien zur Reduktion der Treibhausgasemissionen. *GAIA -*

Ecological Perspectives for Science and Society, *28*(4), 389–39. https://doi.org/10.14512/gaia.28.4.13

GHG Protocol. (2006). *Allocation of GHG Emissions from a Combined Heat and Power (CHP) Plant* (Guide to calculation worksheets). Abgerufen von https://ghgprotocol.org/sites/default/files/CHP_guidance_v1.0.pdf

GHG Protocol. (2023, Juni 26). *Statement: New Standard from the International Sustainability Standards Board (ISSB) Requires Disclosure of Scope 3 Emissions*. Abgerufen 05.05.2024 von https://ghgprotocol.org/blog/statement-new-standard-international-sustainability-standards-board-issb-requires-disclosure

Global 2000. (2025). *Was bedeutet „klimaneutral"?* Abgerufen 21.01.2025 von https://www.global2000.at/bedeutung-klimaneutral#:~:text=Der%20Begriff%20%E2%80%9Eklimaneutral%E2%80%9C%20auf%20Produkten,jedoch%20weder%20normiert%20noch%20vorgeschrieben.

Global Sustainability Standards Board. (2018, Januar 7). GRI 305: Emissionen 2016 Themenstandard.

Gogolin, M., & Klaas-Wissing, T. (2015). *„GreenTool" als Grundlage für das CO_2-Management: Ein CO_2-Berechnungs-Werkzeug für mittelständische Logistikdienstleister*. Berlin Heidelberg: Springer-Gabler.

Greenhouse Gas Protocol. *Standards & Guidance*. Abgerufen 13.01.2025 von https://ghgprotocol.org/standards-guidance

Gründinger, W. (2012). *Lobbyismus im Klimaschutz: die nationale Ausgestaltung des europäischen Emmissionshandelssystems*. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94070-0

Guest, G., Bright, R., Cherubini, F., Michelsen, O., & Stromman, A. H. (2011). Life Cycle Assessment of Biomass-based Combined Heat and Power Plants Centralized Versus Decentralized Deployment Strategies. *Journal of Industrial Ecology*, *Volume 15, Number 6*. https://doi.org/DOI: 10.1111/j.1530-9290.2011.00375.x

Hannen, C. (2021). *Transformationsstrategien zum CO_2-neutralen Unternehmen: Unternehmen im Kontext von Klimawandel und nationalen Klimaschutzzielen*. Kassel: Kassel University Press.

Holzleitner-Senck, M.-T., Moser, S., & Denk, M. (2025). Waste heat inconsistencies in the EU's energy legislation. *Utilities Policy*, *93*, 101880. https://doi.org/10.1016/j.jup.2024.101880

Honegger, M., Schäfer, S., Poralla, M., & Michaelowa, A. (2020). *Klimaneutralität: Ein Konzept mit weitreichenden Implikationen*. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Abgerufen von https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/195545

IBM Deutschland GmbH. (2024, Mai 28). *Was ist CO_2-Bilanzierung?* Abgerufen 28.05.2024 von https://www.ibm.com/de-de/topics/carbon-accounting

IINAS. (2022). *GEMIS: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme*. Abgerufen 21.01.2025 von https://iinas.org/arbeit/gemis/

Intep (Hrsg.). (2024). Treibhausgas-Emissionsfaktoren für den Gebäudesektor. Abgerufen von https://intep.com/publikationen/treibhausgas-emissionsfaktoren-gebaeude-schweiz/

Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.). (2007). *Climate change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.

International Organization for Standardization. (2019). *ISO 14064-3:2019 - Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements*. Abgerufen von https://www.iso.org/standard/66455.html

International Organization for Standardization (ISO). (2006, Juli). ISO 14040:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. Abgerufen von https://www.iso.org/standard/37456.html

ISO. (2006, Juli). ISO 14044:2006(en), Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. Abgerufen von https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14044:ed-1:v1:en

ISO. (2018, 2nd edition). International Standard ISO 14064-1:2018(E) (Version 2).

IWB. (2023). Produktkennzeichnung 2023 IWB Fernwärme Klima. Abgerufen von https://www.iwb.ch/angebote/produkte/fernwaerme-klima

IWB. (2024, November 19). *IWB Fernwärme*. Abgerufen 19.11.2024 von https://www.iwb.ch/angebote/produkte/fernwaerme-klima

Jeandaux, C., Videau, J.-B., & Prieur-Vernat, A. (2021). Life Cycle Assessment of District Heating Systems in Europe: Case Study and Recommendations. *Sustainability*, *13*(20), 11256. https://doi.org/10.3390/su132011256

Kelag Energie & Wärme GmbH. (2024a, Oktober 15). *Energieträger-anteil §88 EAG*. Abgerufen 15.10.2024 von https://www.kew.at/energietraeger.htm

Kelag Energie & Wärme GmbH. (2024b, Oktober 15). *Über uns*. Abgerufen 15.10.2024 von https://kew.at/uber-uns.htm

Kranzl, S. (2018). *Treibhausgasemissionen von Strom- Empfehlungen zur Öko-Bilanzierung* (REP-0654). Wien: Umweltbundesamt GmbH.

Lerner, M. (2023). *Einfluss der EU-Taxonomie auf den Mittelstand: Was KMU über die neuen Anforderungen zum Nachhaltigkeitsreporting wissen müssen* (1st ed. 2023). Wiesbaden, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden Springer Gabler. Abgerufen von https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-658-42079-6.pdf

Limeco. (2023). Regiowärme – Umweltbericht 2023. Abgerufen von https://www.limeco.ch/wp-content/uploads/Umweltbericht-2023.pdf

Limeco. (2024a). Produktflyer Energieprodukte. Abgerufen von https://www.limeco.ch/wp-content/uploads/Produktflyer-Energieprodukte-Regiowaerme-2024.pdf

Limeco. (2024b). *Sicher, sauber und umweltfreundlich heizen mit Limeco Regiowärme*. Abgerufen 21.11.2024 von https://www.limeco.ch/angebote/regiowaerme/regiowaerme/#energiemix

LINZ STROM GAS WÄRME GmbH. (2024a, Oktober 14). *Energieerzeugung*. Abgerufen 14.10.2024 von https://www.linzag.at/portal/de/ueber_die_linzag/unternehmen/gesellschaften/linz_strom_gas_waerme_gmbh/energieerzeugung

LINZ STROM GAS WÄRME GmbH. (2024b, Oktober 14). *Fernwärme - die Heizform der Zukunft*. Abgerufen 14.10.2024 von https://www.linzag.at/portal/de/privatkunden/zuhause/waerme/fernwaerme

Magistrat der Stadt Wien. (2020). Punkt 2. Energieausweis. Abgerufen von https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/leitfaden-wuksea-2020.pdf

Mahon, C., Mediboyina, M. K., Gartland, D., & Murphy, F. (2022). Life cycle assessment of Irish district heating systems: a comparison of waste heat pump, biomass-based and conventional gas boiler. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *24*(5), 1437–1451. https://doi.org/10.1007/s10098-021-02257-y

Mauch, W., Corradini, R., Wiesemeyer, K., & Schwentzek, M. (2010). *Allokationsmethoden für spezifische CO_2-Emissionen von Strom und Wärme aus KWK-Anlagen* („et – Energiewirtschaftliche Tagesfragen“, Ausgabe 09/2010). Abgerufen von https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2022/10/ET_Allokationsmethoden_CO21.pdf

May, M. (2023, Mai 3). Übersichtspapier zu Technologien für eine klimaneutrale Fernwärmeerzeugung. EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH.

Mittler, C., Bucksteeg, M., & Staudt, P. (2025). Review and morphological analysis of renewable power purchasing agreement types. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *211*, 115293. https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115293

Motika, R. F. (2023). *Untersuchung der Anwendbarkeit des Greenhouse Gas Protocol auf Hochschulen am Beispiel der Fakultät Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftsingenieurwesen der HTWK Leipzig* (Bachelorarbeit). Leibzig: Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig Fakultät Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftsingenieurwesen. Abgerufen von https://htwk-leipzig.qucosa.de/api/qucosa%3A89105/attachment/ATT-0/

myclimate. (2023). *Klimaschutznachweis*. Abgerufen 19.11.2024 von https://calculate.myclimate.org/tracking_numbers/01-23-959010?language=de

myclimate. (2024). *Was ist das myclimate Impact-Label?* Abgerufen 19.11.2024 von https://www.myclimate.org/de-at/informieren/faq/faq-detail/was-ist-das-myclimate-impact-label/

myclimate Österreich. *Was ist das myclimate Impact-Label?* Abgerufen 04.03.2025 von https://www.myclimate.org/de-at/informieren/faq/faq-detail/was-ist-das-myclimate-impact-label/

oekostrom AG. (2025). *Power Purchase Agreements (PPA): Ein neues Tool für die Energiezukunft*. Abgerufen 12.02.2025 von https://oekostrom.at/mediathek/blog/power-purchase-agreements-ppa-ein-neues-tool-fuer-die-energiezukunft/

Österreichisches Institut für Bautechnik. (2019). *OIB-Richtline 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Ausgabe April 2019*. Österreichisches Institut für Bautechnik. Abgerufen von https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/oib-rl-6-energieeinsparung-und-waermeschutz-2019.pdf

Österreichisches Institut für Bautechnik. (2023). *OIB-Richtline 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Ausgabe Mai 2023*. Österreichisches Institut für Bautechnik. Abgerufen von https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/richtlinien/richtlinie_2023/oib-rl_6_ausgabe_mai_2023.pdf

Österreichisches Normungsinstitut. (2017, Dezember 1). ÖNORM EN 15316-4-5: Energetische Bewertung von Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen Teil 4-5: Fernwärme und Fernkälte, Modul M3-8-5, M4-8-5, M88-5, M11-8-5.

Pölz, W. (2007). *Emissionen der Fernwärme Wien 2005 - Ökobilanz der Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen aus dem Anlagenpark der Fernwärme Wien GmbH*. Wien: Umweltbundesamt.

Projektteam ClimCalc Tool. (2025, Februar 27). Q&As zur Treibhausgasbilanzierung mit dem ClimCalc-Tool und zum Klimaschutz an Unis & Hochschulen. Abgerufen von https://docs.google.com/document/d/1nJadAD3c4xIWg0l06sww615MBHSJYobb/edit?tab=t.0#heading=h.ahpw1u4q6usd

PUSCH (Praktischer Umweltschutz). (2025, März 4). *Energie (Strom und Wärme) Topten Energie*. Abgerufen 04.03.2025 von https://www.labelinfo.ch/de/steckbrief/topten-energie

Refuna AG. (2017). Refuna Holz. Abgerufen von https://www.refuna.ch/files/content/refuna/docs/broschueren/broschuere-refuna-holz.pdf

Refuna AG. (2024). *Kosten und Tarife*. Abgerufen 21.11.2024 von https://www.refuna.ch/leistungen/kosten-und-tarife.html

Richtlinie 2010/31/EU. Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Abgerufen von http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32010L0031

Richtlinie 2012/27/EU. Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG. Abgerufen von https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32012L0027

Richtlinie 2018/2001/EU. Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RED II).

Richtlinie 2022/2464/EU. *Richtlinie (EU) 2022/2464 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2022* (2023). Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464&qid=1742296792448

Richtlinie 2023/1791/EU. Richtlinie (EU) 2023/1791 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 zur Energieeffizienz und zur Änderung der Verordnung (EU) 2023/955 (Neufassung). Abgerufen von https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L1791

Richtlinie 2023/2413/EU. Richtlinie (EU) 2023/2413 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Oktober 2023 zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates.

Rüdiger, D. (2018). *Entwicklung einer Methode zur Bewertung der Treibhausgas-Emissionen des Betriebs von Logistikimmobilien*. (U. Clausen, Hrsg.). Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Salzburg AG. (2023). Kennzeichnung Fernwärmenetz Salzburg-Hallein. Abgerufen von https://www.salzburg-ag.at/content/dam/web18/dokumente/waerme_wasser/w%C3%A4rme-wasser/fernwaerme/Kennzeichnung-Fernwaermenetz-Hallein.pdf

Salzburg AG. (2024, Oktober 15). *Fernwärme*. Abgerufen 15.10.2024 von https://www.salzburg-ag.at/waerme-wasser/privat/waerme/fernwaerme-ok.html

Sandrock, M., Möhring, P., Maaß, C., Purkus, A., Kleinertz, B., & Freiberger, L. (2021). *Grüne Fernwärme für Deutschland - Potenziale, Kosten, Umsetzung*. Hamburg: BDEW - Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. Abgerufen von https://www.bdew.de/media/original_images/200-bericht-kurzstudie-grune-fernwarme.pdf

Scharte, K., Seefeldt, H., & Koch, M. K. (2016). *Ökobilanzen von Wärmeerzeugern mit Leistungen von 50 kW bis 500 kW*. Ruhr-Universität Bochum Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft.

Schnorr, S. (2022). *Power Purchase Agreements: Stromlieferverträge für Erneuerbare Energien*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37910-0

Schweizerische Eidgenossenschaft. (2024, September 3). *Ökobilanzdaten im Baubereich*. Abgerufen von https://www.kbob.admin.ch/de/oekobilanzdaten-im-baubereich

Smith, B., World Business Council for Sustainable Development, & World Resources Institute (Hrsg.). (2004). *The greenhouse gas protocol: a corporate accounting and reporting standard* (revised ed). o.O: World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. Abgerufen von https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf

Sotos. (2015). *GHG Protocol Scope 2 Guidance*. Abgerufen von https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/Scope%202%20Guidance.pdf

Spuler, C. (2023). *Methoden und Instrumente zur CO_2-Bilanzierung für Supply-Chain-Prozesse*. Abgerufen von https://epub.fh-joanneum.at/obvfhjhs/content/titleinfo/9300635/full.pdf

St. Galler Stadtwerke. (2023). Geschäftsbericht St.Galler Stadtwerke. Abgerufen von https://www.sgsw.ch/news/sgsw_news/2024/05/der-geschaeftsbericht-2023-ist-online/_jcr_content/NewsdetailPar/NewsPar/sgsw_downloadlist/DownloadListPar/sgsw_download.ocFile/2023%20Gesch%C3%A4ftsbericht%20St.Galler%20Stadtwerke.pdf

St. Galler Stadtwerke. (2024). *Wir setzen auf Fernwärme*. Abgerufen 21.11.2024 von https://www.sgsw.ch/home/waerme/fernwaerme.html

Stadtwerke Rostock. (2024, November 18). *Wärme aus Rostock. Für Unternehmen*. Abgerufen 18.11.2024 von https://www.swrag.de/geschaeftskunden/waerme

Styles, A., & Claas-Reuther, J. (2022). *Herkunftsnachweise für Wärme und Kälte. Bericht im Rahmen des Projekts GO4Industry* (Energieträger, Teil 3). Hamburg: Hamburg Institut.

Styles, A., Claas-Reuther, J., Jeuk, M., Möhring, P., Strodel, N., Zimmermann, T., & Sandrock, M. (2022). *Produktbilanzierung für Grüne Fernwärme*. Hamburg: Hamburg Institut.

SWM. (2024a, November 14). *CO_2-Kompensation für Unternehmen*. Abgerufen 14.11.2024 von https://www.swm.de/geschaeftskunden/mkompensation

SWM. (2024b, November 14). *M/Fernwärme*. Abgerufen 14.11.2024 von https://www.swm.de/geschaeftskunden/fernwaerme

Technische Universität Dresden. (2024). Zertifikat. Abgerufen von https://www.bew.berlin/binaries/content/assets/website/warme/fernwarme/regulatorische-veroffentlichungen/co2-zertifikat---verbundnetz.pdf

Tereshchenko, T., & Nord, N. (2015). Uncertainty of the allocation factors of heat and electricity production of combined cycle power plant. *Applied Thermal Engineering*, *76*, 410–422. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.11.019

Thamling, N., Langreder, N., Rau, D., Wünsch, M., Maaß, C., Sandrock, M., … Strodel, N. (2020). *Perspektive der Fernwärme*. Prognos AG, Hamburg Institut.

The British Standards Institution. (2025, Februar 25). *PAS 2060 - Carbon Neutrality*. Abgerufen 25.02.2025 von https://www.bsigroup.com/en-GB/products-and-services/standards/pas-2060-carbon-neutrality/

Theissing, M. (2023). *Bescheinigung über die energetische Bewertung der Fernwärme im Netz Linz der Linz AG*. Technisches Büro für Maschinenbau.

Toleikyte, A., Jimenez Navarro, J. P., & Carlsson, J. (2023). *Consumers in district heating and cooling*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Topten GmbH. (2025). *Auswahlkriterien Ökostrom*. Abgerufen 31.03.2025 von https://www.topten.ch/private/selection-criteria/auswahlkriterien-oekostrom

TÜV Austria. (2018, April). Zertifizierung von CO_2 Emissionen. Abgerufen von https://www.tuv.at/wp-content/uploads/2022/03/folder_zertifizierung_CO2_emissionen.pdf

TÜV Austria. (2025a). *Lösung: Zertifizierung CO_2 Fußabdruck*. Abgerufen 28.02.2025 von https://www.tuv.at/zertifizierung-co2-fussabdruck/

TÜV Austria. (2025b). *Mission & Vision - Wer wir sind*. Abgerufen 28.02.2025 von https://www.tuv.at/mission-vision/

TÜV Nord. (2024). *Ihre Zertifizierung bei TÜV Nord*. Abgerufen 22.07.2024 von https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/zertifizierung/

TÜV Nord. (2025a). Ihr Weg zur Verifizierung: Klimaneutralität nach TN-CC 020. Abgerufen von https://www.tuev-nord.de/fileadmin/Content/TUEV_NORD_DE/zertifizierung/TUEV_NORD_DEzertifizierungtuev-nord-cert-checkliste-klimaneutralitaet_NEU.pdf

TÜV Nord. (2025b). TÜV NORD CERT – Verifizierung Ihres CO_2-Fußabdrucks. Abgerufen von https://www.tuev-nord.de/fileadmin/Content/TUEV_NORD_DE/zertifizierung/Nachhaltigkeit/PDB-CarbonFootprint-DE.pdf

TÜV Nord Austria GmbH. (2025a). *Ökobilanz*. Abgerufen 03.03.2025 von https://www.tuv-nord.com/at/de/zertifizierung/klimaschutz/oekobilanz/

TÜV Nord Austria GmbH. (2025b). *Ökowärme*. Abgerufen 03.03.2025 von https://www.tuv-nord.com/at/de/zertifizierung/klimaschutz/oekowaerme/

TÜV Nord Austria GmbH. (2025c). *Verifizierter Carbon Footprint*. Abgerufen 03.03.2025 von https://www.tuv-nord.com/at/de/zertifizierung/klimaschutz/carbon-footprint/

TÜV Nord Austria GmbH. (2025d). *Zertifizierung*. Abgerufen 03.03.2025 von https://www.tuv-nord.com/at/de/zertifizierung/

TÜV NORD CERT GmbH. (2022). TÜV NORD CERT Standard zur Verifizierung von Treibhausgaserklärungen und Klimaneutralität (TN-CC 020). Abgerufen von https://www.tuev-nord.de/fileadmin/Content/TUEV_NORD_DE/zertifizierung/tuev-nord-cert-standard-tn-cc-20.pdf

TÜV Nord Cert GmbH. (2022, März). TÜV NORD CERT Standard zur Verifizierung von Treibhausgaserklärungen und Klimaneutralität (TN-CC 020). Abgerufen von

https://www.tuev-nord.de/fileadmin/Content/TUEV_NORD_DE/zertifizierung/tuev-nord-cert-standard-tn-cc-20.pdf

TÜV NORD CERT GmbH. (2023). Zertifikat für das nach klimaneutrale Produkt ZERTIFIKAT TÜV NORD CERT Standard zur Verifizierung von Treibhausgaserklärungen und Klimaneutralität (TN-CC 020) - Erlanger Stadtwerke AG. Abgerufen von https://www.estw.de/de/Energie-Wasser/Waerme/221762-ESTW-Erlanger-Stadtwerke-TN-CC-020-UeA-23-ud-DE.pdf

TÜV Nord Cert GmbH. (2024). *TÜV NORD CERT – Zertifizierung „Ökowärme“*. Abgerufen 25.07.2024 von https://www.tuv-nord.com/fileadmin/Content/TUV_NORD_COM/TUEV_NORD_AUSTRIA/PDF_Austria/oekowaerme-final-0110.pdf

TÜV NORD CERT GmbH. (2024). Zertifikat für das nach klimaneutrale Produkt ZERTIFIKAT TÜV NORD CERT Standard zur Verifizierung von Treibhausgaserklärungen und Klimaneutralität (TN-CC 020) - Stadtwerke Rostock AG.

TÜV Nord Group. (2025). *Nachhaltigkeit und Klimaschutz*. Abgerufen 03.03.2025 von https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/zertifizierung/nachhaltigkeit-und-klimaschutz/

TÜV Süd AG. (2024). *Nachhaltigkeitsbericht 2023*. Abgerufen von https://geschaeftsbericht.tuvsud.com/2023/assets/pdf/de/TUV_SUD_NB23_Web_DE.pdf

TÜV Süd AG. (2025a). *Corporate Carbon Footprint*. Abgerufen 28.02.2025 von https://www.tuvsud.com/de-de/branchen/energie/erneuerbare-energien/energiezertifizierung/corporate-carbon-footprint

TÜV Süd AG. (2025b). *Energiezertifizierung*. Abgerufen 28.02.2025 von https://www.tuvsud.com/de-de/branchen/energie/erneuerbare-energien/energiezertifizierung

TÜV Süd AG. (2025c). *Erzeugungszertifizierung Erneuerbare Energien*. Abgerufen 28.02.2025 von https://www.tuvsud.com/de-de/branchen/energie/erneuerbare-energien/energiezertifizierung/erzeugungszertifizierung-erneuerbare-energien

TÜV Süd AG. (2025d). *Kritische Prüfung Ihres Life Cycle Assessments (LCA)*. Abgerufen 28.02.2025 von https://www.tuvsud.com/de-de/branchen/energie/erneuerbare-energien/energiezertifizierung/life-cycle-assessment

TÜV Süd AG. (2025e). *Product Carbon Footprint (PCF) – Verifizierung und Validierung*. Abgerufen 28.02.2025 von https://www.tuvsud.com/de-de/branchen/energie/erneuerbare-energien/energiezertifizierung/product-carbon-footprint?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=2024_g--se-ge-togetherahead-pcf_de_da_ps_cbu_awa_ts&utm_term=iso%2014067&utm_id=21639562208&s_kwcid=AL!14017!3!711156556699!e!!g!!iso%2014067&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAt4C-BhBcEiwA8Kp0Caog-IL7PpQBEt8WohIVgi1SOdn2HYNUrYYNuGW85EUfg4Bu15o2tBoCvbMQAvD_BwE

TÜV Süd AG. (2025f). *Zertifizierung Klimaneutralität*. Abgerufen 28.02.2025 von https://www.tuvsud.com/de-de/branchen/energie/erneuerbare-energien/energiezertifizierung/klimaneutralitaet-zertifizierung

TÜV SÜD Industrie Service GmbH. (2013, August). Zertifizierung der ressourcenschonenden Strom- und Wärmeerzeu- gung aus Kraft-Wärme-Kopplung (Erzeugung UE). Abgerufen von https://www.tuvsud.com/de-at/-/media/de/industry-service/pdf/broschueren-und-flyer/is/energie/standard-erzeugung-ue_tuvsud-is-ut.pdf

TÜV SÜD Industrie Service GmbH. (2022). Bescheinigung über die Bestimmung des CO_2-Emissionsfaktors der Fernwärme der ESTW für die Fernwärmeversorgung (Erlangen). Abgerufen von https://www.estw.de/de/Energie-Wasser/Waerme/Waerme/ESTW-Bescheinigung-CO2-AGFW.pdf

TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH. (2024). Anlage 111 zum Prüfstatement: 2223496 - 2 AT der Wien Energie GmbH. Abgerufen von

https://dokumente.wienenergie.at/wp-content/uploads/2223496-2AT_Pruefstatement.pdf

Umweltbundesamt. (2018, Juli). Freiwillige CO_2-Kompensation durch Klimaschutzprojekte. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/ratgeber_freiwillige_co2_kompensation_final_internet.pdf

Umweltbundesamt. (2025, Februar 3). *Globales Emissions-Modell integrierter Systeme*. Abgerufen 03.02.2025 von https://www.umweltbundesamt.at/angebot/leistungen/angebot-cfp/gemis

Umweltbundesamt.de. (2024). *Berichtsstandards*. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/umweltberichterstattung-berichtsstandards#einheitliche-eu-standards-fur-die-umwelt-und-nachhaltigkeitsberichterstattung

Universität Potsdam, Lewandowski, S., Ullrich, A., & Gronau, N. (2021). Normen zur Berechnung des CO_2-Fußabdrucks. *Industrie 4.0 Management*, *2021*(4), 17–20. https://doi.org/10.30844/I40M_21-4_S17-20

Valls-Val, K., & Bovea, M. D. (2021). Carbon footprint in Higher Education Institutions: A literature review and prospects for future research. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *23*(9), 2523–2542. https://doi.org/10.1007/s10098-021-02180-2

Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein. (2024, Juli 25). *Grüne Fernwärme – Wärmewende durch Erneuerbare Energien*. Abgerufen 15.01.2025 von https://www.verbraucherzentrale.sh/wissen/energie/gruene-fernwaerme-antrieb-der-waermewende-durch-oekologische-netze?utm_source=chatgpt.com

VUE Verein für umweltgerechte Energie. (2024a). *Energie aus erneuerbaren und ökologischen Quellen mit naturemade zertifizieren*. Abgerufen 25.07.2024 von https://www.naturemade.ch/de/naturemade-zertifizieren.html

VUE Verein für umweltgerechte Energie. (2024b). Factsheet naturemade resources star. Abgerufen von https://www.limeco.ch/wp-content/uploads/naturemade_resources_star.pdf

VUE Verein für umweltgerechte Energie. (2024c). *naturemade zertifizierte Wärme / Kälte*. Abgerufen 25.07.2024 von https://www.naturemade.ch/de/naturemade-waerme-kaelte.html

VUE Verein für umweltgerechte Energie. (2025a). *naturemade-Qualitätsstufen_Guetezeichen*. Abgerufen 31.03.2025 von https://www.naturemade.ch/files/Dokumente/Kommunikation/naturemade-Qualit%C3%A4tsstufen_Guetezeichen.pdf

VUE Verein für umweltgerechte Energie, R. (2025b). naturemade Zertifizierungsrichtlinien. Abgerufen von https://www.naturemade.ch/files/Dokumente/Zertifizierung/Richtlinien/Richtlinien_d.pdf

Weller, M.-P., & Schwemmer, S. *Klimatransformationspflichten für Großunternehmen - Umsetzung des Art. 22 CSDDD via Klimaquote* (Die Aktiengesellschaft, 69, Nr. 15, 2024) (S. 517–528). Abgerufen von https://doi.org/10.9785/ag-2024-691510

Wien Energie GmbH. (2024, Oktober 14). *Fernwärme*. Abgerufen 14.10.2024 von https://www.wienenergie.at/privat/produkte/waerme/fernwaerme/

Wien Energie GmbH. (2025). *Direkte und indirekte Treibhausgasemissionen*. Abgerufen 15.01.2025 von https://positionen.wienenergie.at/grafiken/scope123-emissionen-bilanzierung/

Wirtschaftskammer Österreich. (2025, März 11). *CSRD: Verpflichtende Nachhaltigkeitsberichterstattung*. Abgerufen von https://www.wko.at/nachhaltigkeit/csrd-faq-informationspflicht-nachhaltigkeitsaspekte

World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development. (2004). *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*.

World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. (2011). *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard* (ISBN 978-1-56973-772-9). Abgerufen von http://pdf.wri.org/ghgp_corporate_value_chain_scope_3_standard.pdf

World Resources Institute and World & Business Council for Sustainable Development. (2011). *GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*. Washington, DC, Geneva, Switzerland: World Resources Institute; World Business Council for Sustainable Development.

Zeilerbauer, L., Rodin, V., Puschnigg, S., Aster, H., Danner, S., Veseli, A., … Fischer, J. (2024). Circular, avoided, or captured carbon (dioxide)? - A taxonomy approach for life cycle assessment and CO2 accounting. *Carbon Management*, *15*(1), 2408285. https://doi.org/10.1080/17583004.2024.2408285

Zschernig, J., & Sander, T. (2007). *„KWK-Strom“ - Was ist das?* TU Dresden. Abgerufen von https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/iet/gewv/ressourcen/dateien/veroefftlg/kwk?lang=de

Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz

Altenberger Straße 69

A-4040 Linz

www.energieinstitut-linz.at

Telefon: +43 732 2468 5656

E-Mail: office@energieinstitut-linz.at