

Klimaneutralitätsfahrplan Feldkirch

Klimafahrplan der Klima-Pionierstadt Feldkirch

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 40/2025

Wien, 2025

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien

Leitung: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Kontakt zur Mission „Klimaneutrale Stadt“: DIⁱⁿ (FH) Katrin Bolovich

Kontakt zu „Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt“: DIⁱⁿ (FH) Isabella Warisch

Autorinnen und Autoren:

Sebastian Stortecky, MSc; Dr.-Ing. Ali Hainoun (Digital Resilient Cities, Center for Energy,
AIT Austrian Institute of Technology GmbH)

DI Christina Connert (Umwelt, Energie, Klimaschutz- Abteilungsleiterin Bereich Energie,
Amt der Stadt Feldkirch)

Wien, 2025. Stand: 2024

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem FTI-Schwerpunkt „Klimaneutrale Stadt“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) und Klima- und Energiefonds (KLIEN). Im Rahmen dieses Schwerpunkts werden Forschung, Entwicklung und Demonstration von Technologien und Innovationen gefördert, mit dem Ziel, einen essentiellen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität in Gebäuden, Quartieren und Städten zu liefern. Gleichzeitig wird dazu beigetragen, die Lebens- und Aufenthaltsqualität sowie die wirtschaftliche Standortattraktivität in Österreich zu erhöhen. Hierfür sind die Forschungsprojekte angehalten, einen gesamtheitlichen Ansatz zu verfolgen und im Sinne einer integrierten Planung – wie auch der Berücksichtigung aller relevanten Bereiche wie Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung, Berücksichtigung von gebauter Infrastruktur, Mobilität und Digitalisierung – angewandte und bedarfsorientierte Fragestellungen zu adressieren.

Um die Wirkung des FTI-Schwerpunkts „Klimaneutrale Stadt“ zu erhöhen, ist die Verfügbarkeit und Verbreitung von Projektergebnissen ein elementarer Baustein. Durch Begleitmaßnahmen zu den Projekten – wie Kommunikation und Stakeholdermanagement – wird es ermöglicht, dass Projektergebnisse skaliert, multipliziert und „Von der Forschung in die Umsetzung“ begleitet werden. Daher werden alle Projekte nach dem Open Access Prinzip in der Schriftenreihe des BMIMI über die Plattform [nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at) frei zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	6
2	Abstract	8
3	Ausgangslage	10
4	Projekthalt	12
	4.1. Rekonstruktion des Basisjahres	14
	4.2. Zukünftige Entwicklungsszenarien.....	14
5	Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Feldkirch und Rekonstruktion des Basisjahres 2018	17
	5.1. Gegenwärtiger Endenergieverbrauch und Energieversorgung Feldkirchs	17
	5.2. CO ₂ -Emissionen nach Verbrauchssektoren und Energieträgern	18
6	Entwicklung eines Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirchs	20
	6.1. Methodischer Ansatz zur Szenarientwicklung.....	21
	6.2. Partizipativer Prozess zur Erstellung des Klimaneutralitätsszenarios (KNS- Szenario).....	22
	6.2.1. Stakeholder- Workshops	22
	6.2.2. Umfrage der BürgerInnen und der lokalen Stakeholder aus den Sektoren Industrie und Dienstleistungen	23
	6.3. Szenarienergebnisse des Endenergiebedarfes	25
	6.3.1. Ergebnisse des BAU-Szenarios für die Stadt Feldkirch	26
	6.3.2. Ergebnisse des KNS-Szenarios für die Stadt Feldkirch.....	27
7	Handlungsfelder und Umsetzungsmaßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität Feldkirchs	30
	7.1. Identifikation der Handlungsfelder zur Erreichung der Klimaneutralität Feldkirchs bis 2040	30
	7.2. Umsetzungsmaßnahmen in den Handlungsfeldern	30
	7.2.1. Handlungsfeld Gebäudesektor (Haushalt und Dienstleistungen)	31
	7.2.2. Handlungsfeld Personenmobilität (Binnen- und Pendelverkehr)	32
	7.2.3. Lokale erneuerbar Energieversorgung der Stadt Feldkirch bis 2040	34
8	KPI-basiertes Monitoring der Klimaneutralitätsstrategie	37
9	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen	40
10	Verzeichnisse	42
11	Anhang	45
	Anhang 1: Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018) - Teil 1	46
	Anhang 1: Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018) -Teil 2	47
	Anhang 1: Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018) -Teil 3	48
	Anhang 1: Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018) -Teil 4	49
	Anhang 2: CO₂-Bilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018)	50

1 Kurzfassung

Die Stadt Feldkirch setzt sich im Zuge des Klimaneutralitätsbeschlusses im Dezember 2021 zum Ziel, den Ausstoß von CO₂-Emissionen zu verringern und die Emissionen bis 2040 auf maximal 1 t CO₂ pro Einwohner, zu reduzieren. Dieses Klimaneutralitätsziel Feldkirchs wurde gewählt, da die verbleibenden CO₂-Emissionen durch den Erhalt und die Aufwertung der bestehenden Wald-, Wiesen-, Feuchtwiesen- und Moorflächen kompensiert werden können.

Die Erstellung des Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirchs erfordert die genaue Analyse des derzeitigen Endenergieverbrauchs sowie die Formulierung langfristiger und nachhaltiger Entwicklungsstrategien zu dem angestrebten Klimaneutralitätsziel Feldkirchs. Dabei wurden aufbauend auf den Vorarbeiten der Stadt Feldkirch (z.B. Energiemasterplan) eine Energie- und CO₂-Bilanz Feldkirchs erstellt und die Endenergieverbräuche bzw. die CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern, im Basisjahr 2018, dargestellt.

Motiviert durch die Storyline, eine nachhaltige Transformation hin zu einer klimaneutralen Stadt zu ermöglichen und angetrieben durch eine Reihe von Dekarbonisierungsmaßnahmen, die die Verbesserung der Energieeffizienz, die Umstellung auf saubere Energieträger, die Erhöhung des Anteils lokaler erneuerbarer Energien und die Elektrifizierung des Endverbrauches umfassen, wurde ein Klimaneutralitätsszenario für den Zeitraum 2018-2040 verfolgt.

Bezeichnend bei der Strategieentwicklung war der angewandte umfangreiche partizipative Prozess, der unter Einbeziehung wichtiger lokaler Stakeholder der Stadt Feldkirch (z.B. politische Stakeholder, BürgerInnen, Stakeholder aus den Sektoren Industrie und Dienstleistungen, etc.) Hierzu wurde unter anderem mehrere Umfragen, wo die BürgerInnen und die lokalen Stakeholder in den Sektoren Industrie und Dienstleistungen der Stadt Feldkirch, und Stakeholderworkshops (z.B. Ideenwerkstatt) durchgeführt. Hierbei wurde unter Miteinbindung dieser lokalen Stakeholder Feldkirchs in diesem partizipativen Prozess, das Klimaneutralitätsszenario erstellt und die Umsetzungsmaßnahmen abgeleitet. Hierbei wurden die Visionen und Strategien für die Transformation der Stadt Feldkirch reflektiert.

Das Klimaneutralitätsszenario (KNS) wurde bis 2040 durch konkrete Ziele in allen Verbrauchssektoren definiert und wurde mittels des vom AIT entwickelten End-Use Models MAED-City konstruiert. Das KNS- Szenario soll anhand von greifbaren Umsetzungsmaßnahmen in diversen Handlungsfeldern umgesetzt werden. Dazu gehören greifbare Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen, die durch gezielte gesellschaftliche und energiepolitische Aktivitäten sowie resiliente Lösungsansätze zur Verminderung einsetzender Klimawandelfolgen beitragen. Die Prioritäten der Umsetzungsmaßnahmen sind in den Sektoren Gebäude, Personenmobilität, und Energieversorgung. Für ein zielgesteuertes Monitoring der formulierten Strategie wurde ein Satz von Schlüsselindikatoren bereitgestellt, um eine Verfolgung des Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirchs bis 2040 zu ermöglichen.

Die Ergebnisse der angestrebten Klimaneutralitätsszenarios sind im Folgenden dargestellt:

- Das Klimaneutralitätsszenario (**KNS- Szenario**) zeigt eine sukzessive Emissionsreduzierung zur Erreichung des Klimaneutralitätsziels Feldkirchs bis 2040 (0,33 t CO₂ pro Kopf), was zu einer

durchschnittlichen jährlichen Dekarbonisierungsrate von etwa -14,6% führt. Der Endenergiebedarf pro Kopf sinkt von 20,4 MWh/Kopf (Jahr 2018) auf 11,2 MWh/Kopf (Jahr 2040). Bis 2040 wird die Elektrifizierungsrate 64 % und der Anteil der erneuerbaren Energieversorgung 88 % betragen. Das technische lokale erneuerbare Energiepotenzial in der Stadt Feldkirch (PV, Solarthermie, Biogas und Kleinwasserkraft) wird bis zum Jahr 2040 rund 34 % des Endenergiebedarfs decken.

Der angestrebte Übergang zur Klimaneutralität Feldkirchs bis 2040 erfordert eine konsequente Weiterentwicklung der eingesetzten sozioökonomischen und technologischen Schlüsselfaktoren bei gleichzeitiger Bewältigung der verschiedenen Herausforderungen in den Bereichen Technologieinnovation, Regulierung und Finanzierungsprogramme sowie Konsumverhalten. Die größte Herausforderung stellt die Infrastrukturmstellung in allen Sektoren dar, die insbesondere für das Energiesystem aufgrund der langen Lebensdauer der Technologieanlage, der langen Austauschzeit und der damit verbundenen hohen Investitionskosten kostspielig und träge ist. Die Bereitstellung der benötigten finanziellen Mittel stellen aufgrund der Vielfalt der AkteurInnen und der angewandten Fördermodelle in den unterschiedlichen Energieverbrauchssektoren eine weitere Herausforderung dar. Da jedoch der Klimaneutralitätsbeschluss Feldkirchs ein direkt von der Stadt getragenes Vorhaben ist, entsteht daraus ein politisches Engagement, das entscheidend zu ihrer erfolgreichen Umsetzung des Klimaneutralitätsfahrplans beiträgt

Zur Realisierung des Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirchs bis 2040, hat die Stadt Feldkirch bereits die ersten Follow-up-Projekte schon gestaltet und im Rahmen der Ausschreibung „Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt“ eingereicht.

2 Abstract

As part of the climate neutrality resolution in December 2021, the city of Feldkirch has set itself the goal of reducing CO₂ emissions and reducing emissions to a maximum of 1 tonne of CO₂ per inhabitant by 2040. This climate neutrality target for Feldkirch was chosen because the remaining CO₂ emissions can be offset by preserving and enhancing the existing forest, meadow, wetland, and moorland areas.

The creation of Feldkirch's climate neutrality roadmap requires a precise analysis of current final energy consumption and the formulation of long-term and sustainable development strategies to achieve Feldkirch's climate neutrality target. Building on the preliminary work of the city of Feldkirch (e.g. energy masterplan), an energy and CO₂ balance sheet for Feldkirch was drawn up and the final energy consumption and CO₂ emissions by sector and energy carrier were presented in the base year 2018.

Motivated by the storyline of enabling a sustainable transformation towards a climate-neutral city and driven by a series of decarbonization measures that include improving energy efficiency, switching to clean energy sources, increasing the share of local renewable energies and electrifying end consumption, a climate neutrality scenario was pursued for the period 2018-2040.

Characteristic of the strategy development was the extensive participatory process used, which involved important local stakeholders of the city of Feldkirch (e.g. political stakeholders, citizens, stakeholders from the industry and services sectors, etc.). Among other things, several surveys were conducted with citizens and local stakeholders in the industry and services sectors of the city of Feldkirch, as well as stakeholder workshops (e.g. ideas workshop). The climate neutrality scenario was created, and the implementation measures derived with the involvement of these local Feldkirch stakeholders in this participatory process. The visions and strategies for the transformation of the city of Feldkirch were reflected upon.

The climate neutrality scenario (CNS) was defined by concrete targets in all consumption sectors up to 2040 and was constructed using the MAED-City end-use model developed by AIT. The CNS scenario is to be realized by means of tangible implementation measures in various fields of action. These include tangible climate protection and adaptation measures that contribute to reducing the onset of climate change impacts through targeted social and energy policy activities and resilient solutions. The implementation measures are prioritized in the building, personal mobility, and energy supply sectors. A set of key indicators has been provided for targeted monitoring of the formulated strategy to enable Feldkirch's climate neutrality roadmap to be tracked until 2040.

The results of the targeted climate neutrality scenarios are presented below:

- The climate neutrality scenario (KNS scenario) shows a gradual reduction in emissions to achieve Feldkirch's climate neutrality target by 2040 (0.33 tCO₂ per capita), which leads to an average annual decarbonisation rate of around -14.6%. The final energy demand per capita will fall from 20.4 MWh/capita (2018) to 11.2 MWh/capita (2040). By 2040, the electrification rate will be 64% and the share of renewable energy supply will be 88%. The

technical local renewable energy potential in the city of Feldkirch (PV, solar thermal, biogas and small hydropower) will cover around 34% of the final energy demand by 2040.

The targeted transition to climate neutrality in Feldkirch by 2040 requires consistent further development of the key socio-economic and technological factors used, while at the same time overcoming the various challenges in the areas of technology innovation, regulation, and financing programs as well as consumer behaviour. The greatest challenge is the infrastructure transition in all sectors, which is particularly costly and slow for the energy system due to the long service life of the technology equipment, the long replacement period, and the associated high investment costs. The provision of the necessary financial resources poses a further challenge due to the diversity of actors and the funding models used in the various energy consumption sectors. However, as Feldkirch's climate neutrality resolution is a project directly supported by the city, this results in a political commitment that makes a decisive contribution to the successful implementation of the climate neutrality roadmap.

In order to realize Feldkirch's climate neutrality roadmap by 2040, the city of Feldkirch has already designed the first follow-up projects and submitted them as part of the 'Technologies and innovations for the climate-neutral city' tender.

3 Ausgangslage

Die Stadt Feldkirch gilt mit einer Bevölkerungszahl von 34998 (Stand 01.01.2022) als einer der bevölkerungsreichsten Stadtgemeinden in Österreich und belegt innerhalb von Vorarlberg, den 2. Rang in Hinblick auf die Bevölkerungszahl. Zwischen den Jahren 2011 und 2022 verzeichnete die Stadt Feldkirch ein absolutes Bevölkerungswachstum von 13,1%. (Städtebund, 2023)

Die Stadt Feldkirch zeichnet aus, dass sie in vielen Aktivitäten bzw. Programmen im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit aktiv sind. Feldkirch nimmt seit 2005 am e5-Programm teil, das energieeffiziente Gemeinden fördert. Die Stadt wurde dafür mehrfach mit der höchsten Punktezahl ausgezeichnet und setzt sich dabei intensiv mit der Reduktion von Treibhausgasen und der Förderung von nachhaltigen Energiequellen auseinander. Die bereits 30-jährige Teilnahme am Klimabündnisprogramm zeigt das Feldkircher Engagement auf globaler Ebene. Auf Initiative der Stadt Feldkirch hat sich die Regio Vorderland-Feldkirch im Oktober 2021 erstmals als *Klima- und Energie-Modellregion* (KEM) beworben (Klima- und Energiefonds, 2022). Seitdem arbeitet die Region im Rahmen dieses Programms an verschiedenen Projekten zur Förderung von erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und nachhaltiger Mobilität. Bereits ein Jahr länger ist die Region Vorderland-Feldkirch schon KLAR!-Region. Im Jahr 2023 hat Feldkirch gemeinsam mit der Regio Vorderland-Feldkirch im Rahmen der *Klimaschmiede* eine Veranstaltungsreihe initiiert, welche das Feldkircher Umweltprogramm ablöste und sich noch intensiver auf Themen wie Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit konzentriert. Hier werden Bürger aktiv in die Gestaltung von Klimaschutzmaßnahmen einbezogen.

Ausgehend von dem Beschluss der Stadt Feldkirch im Dezember 2021, dass die Stadt, angelehnt an die Pariser Klimaziele, die Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 erreicht, wurde das Projekt „Klimafahrplan Feldkirch“ gestartet. In diesem Beschluss der Stadt ist festgelegt, dass das Ziel der Klimaneutralität Feldkirchs nur erreicht werden kann, wenn EU, Bund und Land die entsprechenden Rahmenbedingungen, das heißt die Instrumente und rechtlichen sowie finanziellen Mittel, dafür bereitstellen (Stadt Feldkirch, 2022).

Das Ziel des Projekts „Klimafahrplan Feldkirch“ ist einen Klimaneutralitätsfahrplan für die Stadt Feldkirch zu gestalten, wobei die sektorspezifischen Strategien der Stadt in diesem berücksichtigt wurden. Die folgenden Strategien der Stadt Feldkirch wurden hierbei unter anderem berücksichtigt:

- Elektrifizierung der Busflotte (Stadt- und Landbus) bis zum Jahr 2033
- Klima- und Umweltsichtbild Feldkirchs (Amt der Stadt Feldkirch, 2024)
- Einbindung der Strategie der Stadtwerke Feldkirch
 - Ausbau der Fernwärme in Feldkirch auf eine Kapazität von 25 GWh/a bis zum Jahr 2030
 - Ausbau von thermischen Solaranlagen zur Einspeisung ins Fernwärmenetz
 - Nutzung des Geothermiepotentials
 - Einbindung von industrieller Abwärme in das Fernwärmenetz
- Elektromobilitätsmasterplan (STR-Beschluss vom 3.4.2023)
- Solarpotentialanalyse (ein Projekt der KEM Vorderland-Feldkirch)

Eine gute Basis für dieses Projekt bietet der bereits 2015 erstellte und 2019 upgedatete Energiemasterplan (Stadt Feldkirch; telesis Entwicklungs- & Management GmbH; Gemeindeentwicklung Vorarlberg, 2019), welche eine GIS-basierte Analyse des Energieverbrauchs in Feldkirch ist. Die Grundlage auf Gebäudeebene bilden hier die AGWR-Daten. Eine Verfeinerung und Konkretisierung dieser Datengrundlage erfolgten im Rahmen dieses Projektes.

4 Projektinhalt

Das Projekt befasste sich mit der Formulierung einer langfristigen Dekarbonisierungsstrategie der Stadt Feldkirch, kurz genannt „Klimaneutralitätsfahrplans der Stadt Feldkirch“ bis zum Zieljahr 2040. Hierzu wurde ein integrierter sektoraler Ansatz unterstützt von einem intensiven partizipativen Prozess mit den lokalen Stakeholdern sowie durch Engagieren der Bürger herangezogen, um die aktuelle Zustand Energiesystems Feldkirch Energieverbräuche zu erfassen und konsistente, zukünftige Entwicklungsszenarien hin zur Klimaneutralität zu konstruieren. Die integrierte Energiesystemanalyse und Formulierung der Strategie wurde mittels des vom AIT entwickelten Modells MAED-City durchgeführt.

Das Arbeitsprinzip des Modells MAED-City ist in der Abbildung 1: MAED-City-Konzept zur Modellierung des Endenergiebedarfs der Stadt Feldkirch nach Sektoren, Nutzkategorien und Energieträgern (Hainoun & Loibl, 2021). dargestellt. Das verwendete Endnutzungskonzept disaggregiert den Energiebedarf der Stadt in Verbrauchssektoren, darunter Gebäude (Haushalte und Dienstleistungen), Landwirtschaft, Baugewerbe, verarbeitende Industrie und Verkehr (Güter- und Personenverkehr). Die Systemgrenzen des betrachteten "städtischen Energiesystems" sind durch die Verwaltungsgrenzen der Stadt definiert, für die die Energiebilanz erstellt wird, d. h. den Energieverbrauch aller Sektoren innerhalb der Stadtgrenzen. Jeder Energieverbrauchssektor wird flexibel in verschiedene Subsektoren untergliedert, je nach Art der Endnutzungsaktivitäten sowie den zugrunde liegenden sozioökonomischen und technologischen Faktoren, die den Energiebedarf beeinflussen.

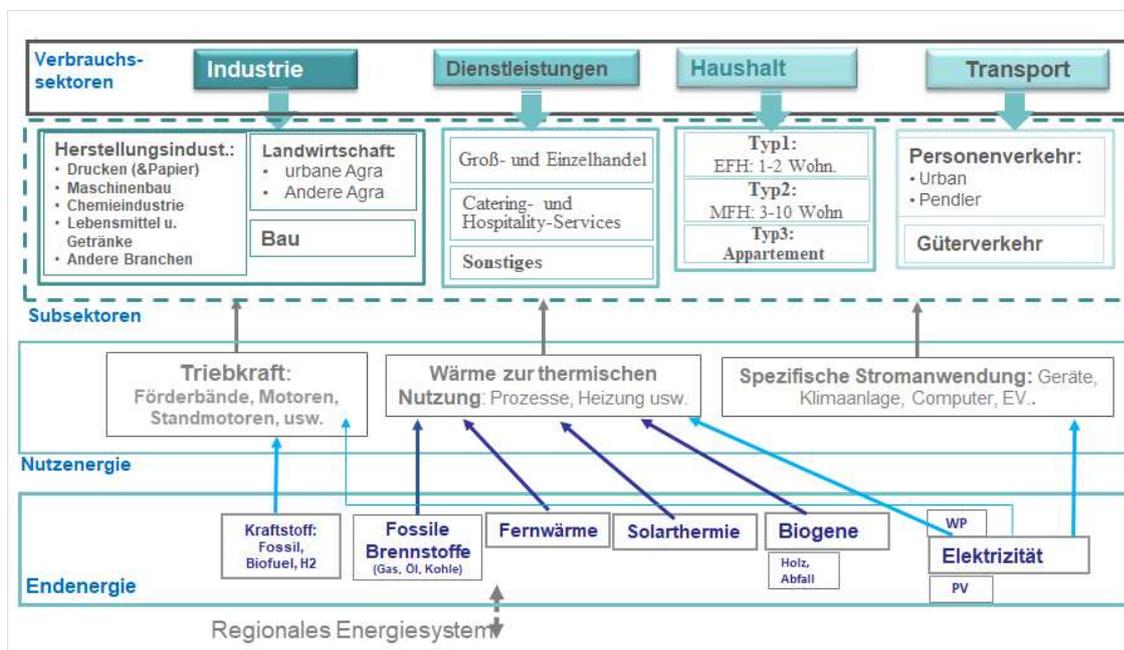


Abbildung 1: MAED-City-Konzept zur Modellierung des Endenergiebedarfs der Stadt Feldkirch nach Sektoren, Nutzkategorien und Energieträgern (Hainoun & Loibl, 2021).

Ausgehend von einer Energie- und CO₂-Bilanz zum Basisjahr 2018 wurden mittels des vom AIT entwickelten End-Use Modells MAED-City langfristige Szenarien zur Projektion von Energiebedarf und

-versorgung konstruiert, welche auf den erwarteten sozio-ökonomischen und technologischen Entwicklungen Feldkirchs basieren.

Neben dem Szenario des Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirchs (KNF) wird zwecks Benchmarkings ein Business As Usual Szenario (BAU) ausgearbeitet. Darin werden konkrete Ziele zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 definiert, die durch gezielte Maßnahmen in diversen Handlungsfeldern (Gebäude, Verkehr, Industrie, etc..) umgesetzt werden sollen. Das Ziel des Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirchs (KNF) wurde durch eine Reihe von Dekarbonisierungsmaßnahmen verfolgt, die unter anderem die Verbesserung der Energieeffizienz, die Umstellung auf saubere Energieträger, die Erhöhung des Anteils lokaler erneuerbarer Energien und die Elektrifizierung des Endverbrauches umfassen.

Zwei Workshops wurden organisiert, um Stadtakteure (Stakeholder) in die Strategiebildung einzubinden. Der erste Workshop konzentrierte sich auf die Entwicklung einer zukünftigen Vision und Storyline sowie auf die Überprüfung und Verfeinerung der Annahmen des entworfenen KNF-Szenarios. Im zweiten Workshop wurden die Szenarioergebnisse vorgestellt und Rückmeldungen der Stakeholder für eine weitere Verfeinerung eingeholt. Zudem wurde eine Bürgerbefragung durchgeführt, um die Einwohner in die Szenarioentwicklung einzubeziehen, insbesondere mit Fokus auf den Gebäude- und Mobilitätssektor sowie zukünftige saubere Energieversorgungsoptionen.

Basierend auf den Ergebnissen der entwickelten Klimaneutralitätsstrategie Feldkirchs 2040 wurden Handlungsfelder definiert und entsprechende Umsetzungsmaßnahmen konsolidiert. Aufbauend auf den Szenarienergebnissen wurden aussagekräftige Indikatoren erarbeitet, um die wesentlichen Entwicklungen darzustellen und die nachhaltige Transformation Feldkirchs im Sinne der Klimaneutralität zu verfolgen. Die abgeleiteten Indikatoren orientieren sich an den Zielen 7, 11 und 12 der UN-Nachhaltigkeitsziele (SDGs). Detaillierte Beschreibung der Inhalte findet sich in den folgenden Abschnitten. Hierzu wurden die Arbeitsschritte gemäß Projektmanagementplan abgewickelt und die entsprechenden vorgenommenen Ziele erreicht. Gemäß der Reihenfolge der Arbeitspakete wurden die Tasks bearbeitet und die Ergebnisse der Arbeitspakete mit den Projektpartnern Stadt Feldkirch und dem Drittleister Telesis Entwicklungs- und Management GmbH, abgestimmt. Die Vorgangsweise innerhalb des Projekts ist in Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Vorgangsweise bei der Abwicklung des Projekts Klimafahrplan Feldkirch

4.1. Rekonstruktion des Basisjahres

Die Energiebedarfsanalyse beginnt mit der Rekonstruktion eines Basisjahres, das in dieser Studie mit dem Jahr 2018 definiert wurde, um den aktuellen Energieverbrauchszustand widerzuspiegeln. Anhand der städtischen Energiebilanz für das Jahr 2018 - in der Form des jährlichen Endenergieverbrauchs disaggregiert nach Sektoren und Brennstoffen - und den demographischen, sozioökonomischen und technologischen Parametern wird das Basisjahr rekonstruiert. Die Eingangsdaten sind in Abbildung 3 dargestellt.

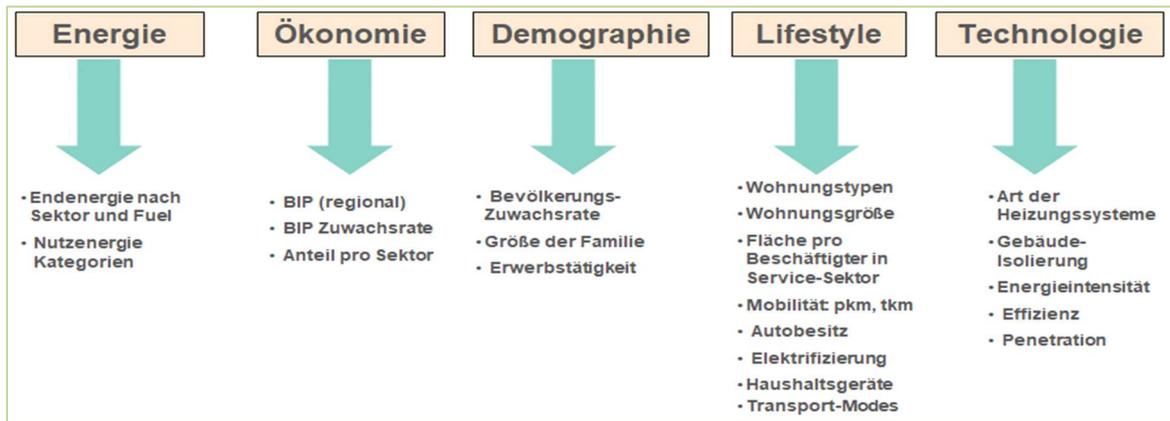


Abbildung 3: Hauptgruppen zu den demografischen, sozioökonomischen und technologischen Parametern, die gemäß des Endnutzungsansatzes den Energiebedarf steuern.

Die Rekonstruktion des Basisjahres befasst sich mit der Kalibrierung der etablierten mathematischen Zusammenhänge zwischen dem nach Sektoren und Endnutzungskategorien disaggregierten Energiebedarf und den treibenden demografischen, sozioökonomischen und technologischen Faktoren.

4.2. Zukünftige Entwicklungsszenarien

Der langfristige Endenergiebedarf Stadt Feldkirch wurde für den Zeitraum 2018-2040 mittels konsistenter Entwicklungsszenarien projiziert.

Das angewandte Konzept von MAED-City liefert einen systematischen Rahmen (siehe Abbildung 4), um die Auswirkungen langfristiger Veränderungen der demografischen, sozialen, wirtschaftlichen und technologischen Faktoren auf den zukünftigen Energiebedarf der Stadt Feldkirch bis 2040 zu bewerten. Die erwarteten zukünftigen Entwicklungstrends für die wichtigsten Determinanten, die „Szenarien“ darstellen, wurden exogen basierend auf offiziellen Referenzen, Stakeholder-Workshops/Fragebogen und bilateraler Kommunikation mit den städtischen Stakeholdern (politische Stakeholder, BürgerInnen, lokale Stakeholder aus den Sektoren Dienstleistungen und Industrie, etc.) und Expertenurteilen beschrieben.

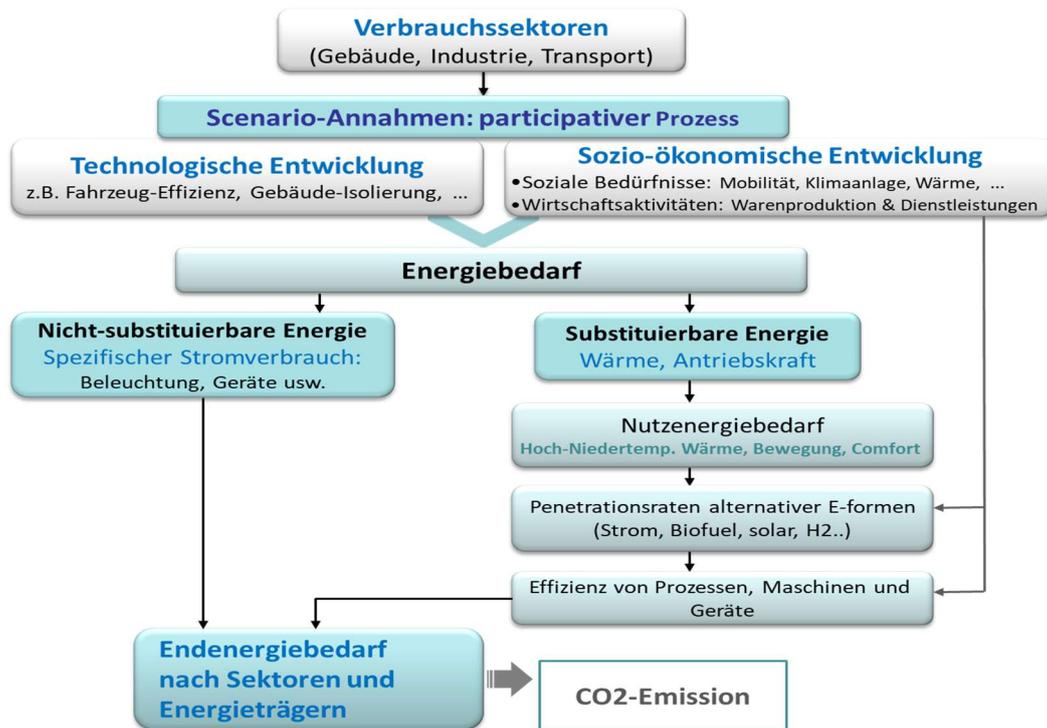


Abbildung 4: Flussdiagramm der Szenarientwicklung zur Projektion des Endenergiebedarfs und CO₂-Emissionen entsprechend AIT Models MAED-City

Jedes Szenario beginnt mit einer Storyline, die die Zukunftsvision des wahrgenommenen Entwicklungspfad beschreibt. Hierzu wurden für die Formulierung der nachhaltigen Energiestrategie Feldkirchs zwei Szenarien entwickelt:

1. **BAU (Business As Usual):** es beschreibt den Business-as-usual-Trend, der die historischen Entwicklungen inklusive jüngst beschlossene Maßnahmen fortsetzt. BAU dient als Benchmarking, an dem die Wirksamkeit der erdachten Maßnahmen in KNS bewertet wird
2. **Klimaneutralitätsszenario (KNS/KNF- Szenario):** Es beschreibt einen Transformationspfad für die Dekarbonisierung des Energiesystems hin zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Stadt Feldkirchs 2040. Die Stadt Feldkirch definierte deren Klimaneutralitätsziel mit maximal 1 t CO₂ pro Einwohner bis 2040.

Der Schlüsselaspekt bei der Szenarientwicklung besteht darin, die interne Konsistenz zwischen den unterschiedlichen Annahmen der Haupttreiber sicherzustellen, weil der daraus resultierende zukünftige Energiebedarf diese Annahmen widerspiegelt. Tabelle 1 fasst die wichtigsten Treiber¹ des BAU- und des KNS-Szenarios vergleichend zusammen.

¹ Dekarbonisierungstreiber befassen sich mit den Bedingungen und Anreizen, die die Dekarbonisierung vorantreiben oder beschleunigen. Sie schaffen das Umfeld und die Motivation, die nötig sind, um Dekarbonisierungsziele zu erreichen. Ihre Kategorisierung in diesem Zusammenhang findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Haupttrends und Treiber zukünftiger Entwicklungsszenarien der Stadt Feldkirch

Haupttreiber	BAU Szenario	KNS-Szenario	Anmerkung
Verbesserung der Energieeffizienz	nach aktuellen energiepolitischen Rahmenbedingungen und jüngsten historischen Trends	Hohe Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäude und Verkehr, Durchdringung der besten verfügbaren Technologien (BAT), hohe Verbesserung der Energieintensität, ehrgeizige Energiesparmaßnahmen	Unterstützung der CO2-Minderung und Dekarbonisierung der Städte
Kraftstoffwechsel und Elektrifizierung	Moderate Veränderungen aufgrund des Energiepreises und der angewandten Regulierung	Beschleunigte Transformation mit politischen Anreizen: Elektrifizierung des Endverbrauchs und erhöhter Anteil an sauberem Kraftstoff (H2 und Biokraftstoff)	Unterstützung der CO2-Minderung und Dekarbonisierung der Städte
Digitalisierung: DSM, Smart Solutions	Moderate Trendentwicklung	Transformation zu einer klimarobusten und smarten Stadtgemeinde	Ermöglichung intelligenter, effizienter und effektiver Lösungen
Bevölkerungswachstum	Laut offizieller Prognose	Wie im BAU	(vorbehaltlich Sensitivitätsanalyse)
BSP-Wachstum	Entsprechend offiziellen Prognosen	Wie im BAU	
Energiepolitik	Begrenzte energiepolitische Intervention zur Förderung nachhaltiger Energielösungen in verschiedenen Sektoren.	Ambitionierte energiepolitische Maßnahmen. Regelmäßige Aktualisierung der Energieeffizienz-Ziele und Rahmenprogramme, Preiserhöhung fossiler Brennstoffe, starker Ausbau von Energieeinsparung, Förderung von E-Fahrzeugen	Energiepolitische Maßnahmen sind Teil einer nachhaltigen Stadtentwicklung, die sich vor allem in Bereichen Bau und Mobilität widerspiegeln

5 Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Feldkirch und Rekonstruktion des Basisjahres 2018

5.1. Gegenwärtiger Endenergieverbrauch und Energieversorgung Feldkirchs

Gemäß der Vorgehensweise aus Abbildung 2 wurde mit der Datenerhebung einer konsistenten Datengrundlage von sozio-ökonomischen, technologischen und sektorspezifischen Daten der Stadt Feldkirch, gestartet (siehe Kapitel 4). Durch eine umfangreiche Literaturrecherche von rund 70 Datenquellen, wurden die offiziellen Daten der Stadt Feldkirch, hauptsächlich der Energiemasterplan Feldkirchs (Stadt Feldkirch; telesis Entwicklungs- & Management GmbH; Gemeindeentwicklung Vorarlberg, 2019), validiert und in weiterer Folge korrigiert (siehe Kapitel 4). Durch die auf Konsistenz überprüften Daten konnten in weiterer Folge eine realitätsgetreue quantitative CO₂- und Energiebilanz nach Energieträger und Sektoren erstellt werden und das Basisjahr 2018 in MAED rekonstruiert werden. Der gegenwärtige Endenergieverbrauch wurde für die Stadt Feldkirch im Basisjahr 2018 nach Energieträgern und Sektoren dargestellt, wie es aus Abbildung 5 hervorgeht.

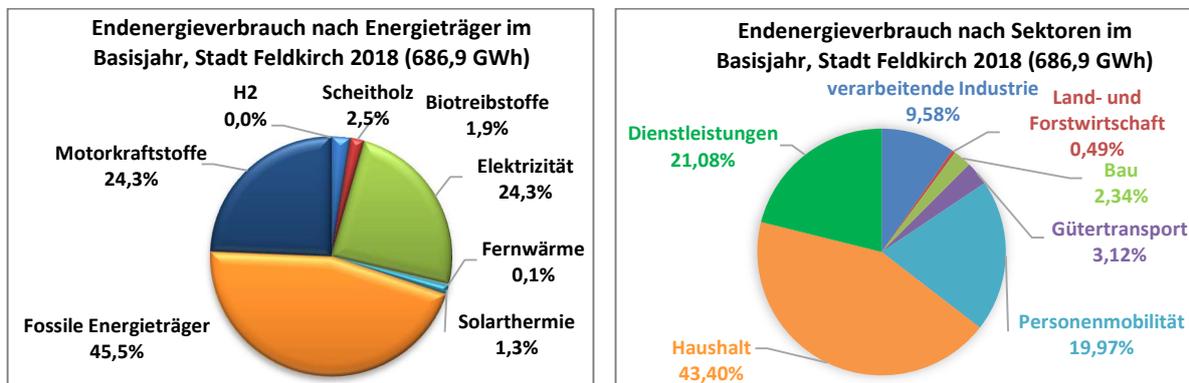


Abbildung 5: Energieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren-Stadt Feldkirch im Basisjahr 2018

Aus Abbildung 5 ist ersichtlich, dass fossile Energieträger für thermische Anwendungen (45,5%), der elektrische Strom (24,3%), fossile Motorkraftstoffe (24,3%) den Endenergieverbrauch von Feldkirch dominieren. Die Analyse des Endenergieverbrauchs nach Sektoren zeigt, dass der Haushaltssektor mit 43,4% des Endenergieverbrauchs, der Dienstleistungssektor mit 21,1%, die Personenmobilität mit 20,0% und die verarbeitende Industrie mit 9,6% zu den energieintensivsten Sektoren in Feldkirch gehören. In Hinblick auf das Ziel der Klimaneutralität der Stadt Feldkirch bis 2040 stellt der hohe Anteil an fossilen Energieträger und fossilen Motorkraftstoffen mit gesamt 69,8% des Endenergieverbrauchs, ein hohes Transformationspotential (z.B. „Fuel switch“) dar. Die erstellte Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern der Stadt Feldkirch findet sich in Anhang 1 wieder.

Die Energieversorgung Feldkirchs hängt, trotz einiger lokaler Energieerzeugungsanlagen, zum größeren Teil vom Energieimporten ab, wie es in den meisten Städten und Gemeinden in Österreich der Fall ist. Die gegenwärtigen lokalen Energieversorgungsquellen der Stadt sind gegenwärtig schon

stark ausgebaut und umfassen erneuerbare Stromproduktionsanlagen (PV, Kleinwasserkraftwerke, etc.), Solarthermieranlagen im Gebäudebereich, eine Biogasanlage (Feldkirch, 2024b) und Heizwerke (Mix aus biogenen Energieträgern, wie z.B. Hackgut, Pellets und Umweltwärme, und fossilen Energieträgern, wie z.B. Erdgas und Heizöl) auf dem Gemeindegebiet, welches in das Fernwärmenetz der Stadtwerke Feldkirch speist.

Gegenwärtige erneuerbare Stromproduktionsanlagen sind unter anderem **Photovoltaikanlagen (PV)** mit einer installierten Gesamtleistung von 10,07 MW im Jahr 2023 und einer erzeugten Energiemenge von 4.014 MWh (e-Control Anlagenregister, 2024; Vorarlberger Energienetze GmbH, 2024), womit rund 2,4 % des derzeitigen elektrischen Strombedarfs Feldkirchs gedeckt werden kann. Des Weiteren hat die Stadt Feldkirch **3 Kleinwasserkraftwerke und 2 Trinkwasserkraftwerke**, die rund 60 GWh/a an Strom produzieren und rund 40% des Strombedarfs in Feldkirch decken (Feldkirch, 2024a). Die Stadtwerke Feldkirch betreiben auch eine **Biogasanlage** (Feldkirch, 2024b), wo unter anderem Gülle von Kühen und Jungviehen, Hühnermist und landwirtschaftlicher Abfall zur Biogasproduktion eingesetzt werden. Mit diesem Biogas wird rund 1,25 GWh/a an Strom, was den Strombedarf von 280 Haushalten deckt, und 1,68 GWh/a an thermischer Energie, was zum Zwecke der Fermenterheizung, Gebäudeheizung, Warmwasser und Holz Trocknung genutzt wird (Feldkirch, 2024b).

Diese Situation wird sich in der Zukunft wesentlich ändern, wenn die lokal verfügbaren erneuerbaren Energiequellen mehr und mehr zum Einsatz kommen. Dies umfasst vor allem die Erschließung der Potentiale von PV, Solarthermie sowie den Ausbau der Fernwärme der Stadt Feldkirch.

5.2. CO₂-Emissionen nach Verbrauchssektoren und Energieträgern

Die CO₂-Emissionen der Stadt Feldkirch wurden anhand der erstellten Energiebilanz und den Emissionsfaktoren aus dem „Austria’s National Inventory Report 2019“ (Umweltbundesamt GmbH, 2020) fürs Basisjahr 2018 berechnet. Als Ausnahme, wurde der Emissionsfaktor des elektrischen Stroms Feldkirchs anhand des Emissionsfaktors der Ilwerke vkw AG, welcher im nationalen Stromkennzeichnungsberichts (E-Control, 2019) abgebildet ist, mit 85,45 g CO₂/kWh (Basisjahr 2018) ermittelt. Den Emissionswert der Fernwärme Feldkirchs wurde anhand der Energiemenge der genutzten Energieträger, welche durch das Amt der Stadt Feldkirch (Kontaktperson: DI Christina Connert) zur Verfügung gestellt wurde, und deren Emissionsfaktoren (Umweltbundesamt GmbH, 2020) mit 70,49 g CO₂/kWh für das Basisjahr 2018, berechnet.

Es wurden ausschließlich CO₂-Emissionen der Energieträger bilanziert, die zum einen fossilen Ursprung haben und zum anderen innerhalb der Grenzen der Stadt Feldkirch verursacht werden. Das bedeutet, dass beispielsweise Strom sowie Wärme der Fernwärme, welche außerhalb der Grenzen der Stadt produziert wird, nicht Bestandteil der CO₂-Bilanz von Feldkirch sind. Des Weiteren wurden biogene CO₂-Emissionen, welche durch die Verbrennung von biogenen Energieträgern entstehen nicht in der Treibhausgasbilanz berücksichtigt.

Abbildung 6 zeigt die CO₂-Emissionen der Stadt Feldkirch nach Sektoren und Energieträgern fürs Jahr 2018. Die emissionsintensivsten Sektoren sind in der Reihe nach der Haushaltssektor mit rund 40% der CO₂-Emissionen, gefolgt vom Transportsektor mit rund 31% -hier ist der Personenverkehr

(Binnen- und Pendlerverkehr) für 26% verantwortlich- und dem Dienstleistungssektor mit rund 18%. Die CO₂-Emissionen werden bezogen auf die Energieträger, hauptsächlich durch Heizöl mit 31%, durch Erdgas mit 25% und durch fossile Motorkraftstoffe (13% Benzin und 20% Diesel) verursacht. Die anderen Energieträger sind für die restlichen 11% verantwortlich, wobei der elektrische Strom den höchsten Anteil der CO₂-Emissionen bei den anderen Energieträgern verursacht. Der direkte pro-Kopf-CO₂-Emissionswert beträgt in der Stadt Feldkirch 3,92 tCO₂/Kopf. Zum Vergleich lag der THG-Emissionen-pro-Kopf-Wert (ohne Emissionshandel) in Wien, im Jahr 2018, bei rund 3,4 tCO₂-äqu./Kopf (Stadt Wien- MA20, 2024).

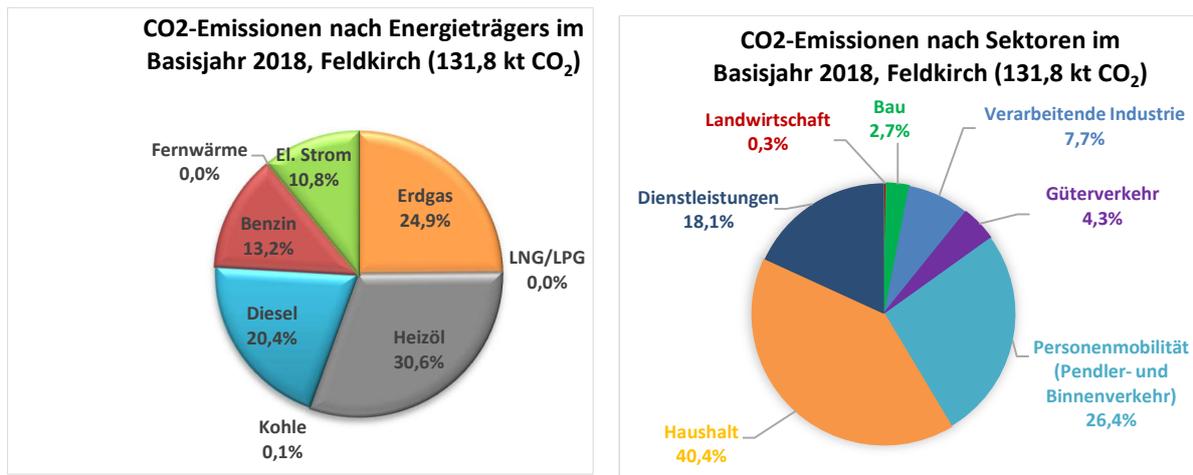


Abbildung 6: CO₂- Emissionen nach Energieträger und Sektoren- Stadt Feldkirch im Jahr 2018

Die detaillierte CO₂- Bilanz nach Sektoren und Energieträgern der Stadt Feldkirch ist in Anhang 2 ersichtlich.

6 Entwicklung eines Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirchs

Die nationale Klima- und Energiestrategie #mission2030 (BMNT und BMVIT, 2018) bildet neben dem Klimaneutralitätsbeschluss der Stadt Feldkirch im Dezember 2021 (Stadt Feldkirch, 2022), den Überbau des Klimaneutralitätsfahrplan Feldkirchs. Ausgehend von der Analyse der gegenwärtigen Energiesituation sowie dem sozio-ökonomischen und technischen Stand wurde eine langfristige Dekarbonisierungsstrategie bis hin zum **Klimaneutralitätsziel Feldkirchs von maximal 1 t CO₂ pro Einwohner bis 2040**, formuliert. Die verbleibenden CO₂-Emissionen werden durch den Erhalt und die Aufwertung der bestehenden Wald-, Wiesen-, Feuchtwiesen- und Moorflächen kompensiert. Die resultierenden Ergebnisse zeigen die plausiblen Entwicklungspfade einer nachhaltigen Klimaneutralitätsstrategie, definieren realisierbare Umsetzungsmaßnahmen ²in den Handlungsfeldern und bilden somit eine Entscheidungsgrundlage, die in das kommunale Handeln eingebunden werden kann.

Der Klimaneutralitätsfahrplan Feldkirchs wurde mit Hilfe eines Szenario-basierten Ansatzes, unterstützt durch einen partizipativen Prozess mit den Haupt-Stakeholdern (politische Stakeholder, Vertreter der Stadt Feldkirch, BürgerInnen, lokale Stakeholder aus den Sektoren Industrie und Dienstleistungen, etc.), erstellt. Dabei wurden die angestrebten Entwicklungstendenzen im Sinne einer nachhaltigen Energiesystemtransformation in allen Verbrauchssektoren der Stadt dargestellt.

Ausgehend von der formulierten Zukunftsvision der Stadt Feldkirch und aufbauend auf der bereitgestellten Datengrundlage wurden zwei konsistente sozio-ökonomische und technologische Entwicklungsszenarien konstruiert:

- das Business-As-Usual Szenario (BAU- Szenario)
- das Klimaneutralitätsszenario (KNS/KNF- Szenario)

Die Hauptziele der formulierten Strategie liegen in der Ausarbeitung und Implementierung effektiver Umsetzungsmaßnahmen zur CO₂-Minderung hin zu Feldkirchs Klimaneutralitätsziel von maximal 1 t CO₂/Einwohner bis 2040, sowie entsprechende Anpassungen an den Klimawandel zu ergreifen. Die treibenden Maßnahmen für eine solche Transformation lassen sich in folgende Hauptgruppen gliedern:

- Energieeinsparung und Effizienzsteigerung in allen Verbrauchssektoren;
- Sukzessive Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energieträger
- Elektrifizierung der Endnutzungsaktivitäten
- Dekarbonisierung der Strom- und Wärmeversorgung (z.B. bei der Fernwärme)
- Personenmobilitätssektor: Modal-Shift zu alternativen nachhaltigen Transportmitteln (z.B. E-Busse, E-bikes, etc.)

² Umsetzungsmaßnahmen umfassen im Vergleich zu den Dekarbonisierungstreibern konkrete Aktionen, Pläne und Projekte, die auf der Basis der identifizierten Treiber umgesetzt werden, um die Dekarbonisierungsziele tatsächlich zu erreichen. Sie sind der praktische Teil des Dekarbonisierungsprozesses und umfassen spezifische Initiativen und Projekte wie den Ausbau erneuerbarer Energien, die Förderung von Gebäudesanierungen, den Ausbau von öffentlichem Nahverkehr, etc.

- Sektor-Kopplung und Anbindung lokaler erneuerbarer Energiepotentiale
- Sektorspezifische Maßnahmen zur Digitalisierung

6.1. Methodischer Ansatz zur Szenarienentwicklung

Die zukünftigen Entwicklungsszenarien wurden entsprechend des in Abbildung 7 dargestellten partizipativen Prozesses erstellt. Der Prozess bezieht die städtischen Akteure und die lokalen Stakeholder (BürgerInnen, lokale Stakeholder im Sektor Dienstleistungen und Industrie, etc.) über Workshops, bilaterale Diskussionen, Befragungen sowie offizielle Dokumente zur zukünftigen Stadtentwicklung mit ein. Der partizipative Prozess wird in Kapitel 6.2. näher erläutert. Es beginnt mit der Datenerhebung und Rekonstruktion des Basisjahres, gefolgt von der Zukunftsvision (Storyline) zur Entwicklung der Stadt, der Konstruktion von zukünftigen Entwicklungsszenarien, dem Ausführen des Modells und der Extraktion der Ergebnisse in einem iterativen Prozess mit den Stakeholdern der Stadt Feldkirch. Die Ergebnisse der Klimaneutralitätsstrategie wurden anhand ausgewählter Schlüsselindikatoren (KPIs), die sich an den offiziellen Energie- und Klimazielen der Stadt Feldkirch orientieren, bewertet.

Der angewandte Bottom-up-Ansatz des MAED-City Modells setzt den spezifischen Energiebedarf zur Herstellung verschiedener Güter und Dienstleistungen systematisch in Beziehung zu den entsprechenden sozialen, wirtschaftlichen und technologischen Treibern, die die Nachfrage nach einer bestimmten Energieform beeinflussen. Die Hauptgruppen dieser Determinanten umfassen den aktuellen Stand und die zukünftige Entwicklung folgender Kategorien:

- Demographische und soziale Parameter: Einwohnerzahl, Bevölkerungszuwachsrate, Wohnungsgröße, Erwerbstätigkeit, etc.
- Mobilität und Verkehrsmittel-Präferenzen der BürgerInnen (Modal Split);
- Ökonomische Parameter: Brutto Stadt Produkt (BSP), und BSP-Wertschöpfung nach Aktivität, Prioritäten für die Entwicklung bestimmter Industrien oder Wirtschaftssektoren;
- Technologische Parameter: Gebäude-Isolierung, Heizungssysteme, Effizienz von Prozessen und Endnutzungstechnologien, Geräten und Ausrüstungen, Durchdringungsrate neuer Energieformen und Technologien.

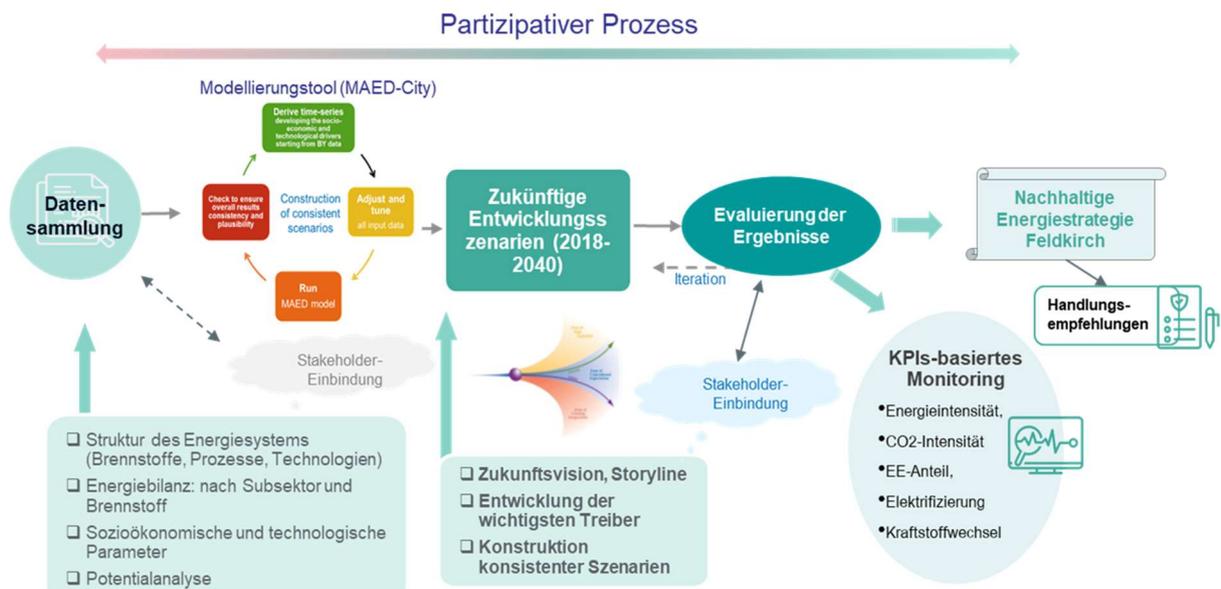


Abbildung 7: Methodischer Ansatz eines partizipativen Prozesses zur Entwicklung zukünftige Energieszenarien und Formulierung einer Klimaneutralitätsstrategie der Stadt Feldkirch

6.2. Partizipativer Prozess zur Erstellung des Klimaneutralitätsszenarios (KNS- Szenario)

Der partizipative Prozess zur Erstellung des Klimaneutralitätsszenarios wurde im Projekt „Klimafahrplan Feldkirch“ sehr umfangreich gestaltet. Die folgenden Partizipationselemente zur Einbindung der lokalen Stakeholder Feldkirchs wurden für die Erstellung des KNS- Szenarios umgesetzt:

- Stakeholder- Workshops: Perspektivenwerkstatt (Projektkonsultation am 29.02.2024) und Ideenwerkstatt (09.09.2024)
- Umfrage der BürgerInnen der Stadt Feldkirch und Umfrage der wichtigsten lokalen Stakeholder im Dienstleistungs- und Industriesektor

6.2.1. Stakeholder- Workshops

Der erste Stakeholder-Workshop, welche in die KNS- Szenarienbildung miteingearbeitet wurde, war **die Perspektivenwerkstatt bzw. die Projektkonsultation** in Feldkirch am 29.02.2024. In diesem Workshop wurden vor allem die politischen Stakeholder in das Vorhaben des Projekts miteingebunden und die ersten Ergebnisse des Projekts, wie zum Beispiel die Ergebnisse des rekonstruierten Basisjahres und die des BAU- Szenarios und die erstellte Energie- und CO₂- Bilanz Feldkirchs, seitens dem AIT (Ali Hainoun) präsentiert. Hierbei wurde auch das erste Feedback der lokalen Stakeholder gesammelt, welches in weiterer Folge in das KNS- Szenario miteingearbeitet wurde.

Der zweite Stakeholder-Workshop (**Ideenwerkstatt**) fand Anfang September in Feldkirch statt, wo das AIT (Sebastian Stortecky und Ali Hainoun) online zugeschaltet wurde. Dieser Workshop diente hauptsächlich dazu, die Ergebnisse des KNS- Szenarios zu diskutieren und die aus dem KNS- Szenario abgeleiteten Umsetzungsmaßnahmen in den Handlungsfeldern von den lokalen Stakeholdern der

Stadt Feldkirch (politische Stakeholder, Stakeholder aus den Sektoren Dienstleistungen und Industrie, etc.) zu diskutieren und zu priorisieren. Das Feedback der Stakeholder wurde in das KNS- Szenario miteingearbeitet und die Umsetzungsmaßnahmen in den Handlungsfeldern daraus abgeleitet. Das Feedback aus der Ideenwerkstatt ist beispielhaft in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Beispielhafter Auszug des Feedbacks der lokalen Stakeholder Feldkirchs aus der Ideenwerksatt

Rückmeldungen aus der Ideenwerkstatt (09.09.2024)	Einarbeitung in das KNS- Szenario
Themenbereich Personenmobilität	
Ist es sinnvoll den gesamten Verkehr auf E-Mobilität umzumünzen, wäre eine Reduktion des MIV (privater Personenverkehr) zugunsten ÖV/Fuß/Rad nicht zielführender?	Der Trend zur letzten Kontiv 2023, im Vergleich zu 2013, hat gezeigt, dass in Feldkirch die Nutzung des PKWs noch immer sehr hoch ist und sich die Fahrleistung von 2013 auf 2023 nur um -0,01% p.a. sich verringert hat. Umsetzung des Feedbacks in das KNS-Szenario: von 2025 bis 2040: statt -0,3% p.a. Rückgang wurde ein Rückgang von -1,0% p.a.
Bei Ziel: Anteil PKW, 70 % → warum Steigerung? Sollte dieser Trend nicht in die andere Richtung gehen?	Der Trend mit dem hohen Anteil wurde gemäß der Trendentwicklung aus der Kontiv 2013 und 2023 reflektiert. Das Feedback wurde im KNS-Szenario nun eingearbeitet , wodurch der Anteil der PKWs im Pendelverkehr auf 63% reduziert wurde und durch ÖV ersetzt, wird.
Themenbereich Energiebereitstellung und Energieeffizienz	
Zuwachs an Solarthermie kritisch zu hinterfragen, da lt. Workshopteilnehmern eher rückläufig und ggf. auch durch PV ersetzbar	Umsetzung des Feedbacks im KNS- Szenario: z.B. Haushaltssektor: statt einer Wachstumsrate von Solarthermie von 7,90%p.a. wurde eine Wachstumsrate von 5,66% p.a. bis 2040 errechnet und gewählt
Sanierungsrate von 5% im Dienstleistungssektor viel zu ambitioniert und unrealistisch	Die Sanierungsrate wurde für den Dienstleistungssektor Feldkirchs gemäß dem EU- Ziel der Sanierungsrate von 2% p.a. reduziert (Europäische Kommission, 2020)

6.2.2. Umfrage der BürgerInnen und der lokalen Stakeholder aus den Sektoren Industrie und Dienstleistungen

Es wurden in diesem Projekt zwei Arten von Umfragen durchgeführt. In erster Instanz wurde eine Umfrage der BürgerInnen, wo zum einen deren derzeitiger Energieverbrauch und deren Vorstellung in der Zukunft zum Thema Energiebereitstellung-, Energieeffizienz und Energieverhalten im Haushalt und zum anderen ihr derzeitiges Verhalten im Sektor der Personenmobilität und deren zukünftige Mobilitätsvorstellungen in Feldkirch, abgefragt. Die Ergebnisse dieser Befragung wurden in den Sektoren Haushalt und Personenmobilität (Binnen- und Pendlerverkehr) eingearbeitet.

Des Weiteren wurde eine Umfrage für die größten Energieverbraucher im Sektor Dienstleistungen (z.B. Wirtschaftskammer Vorarlberg) und Industrie (z.B. Vorarlberger Mehl) in der Stadt Feldkirch durchgeführt. Hierbei wurden die Stakeholder nach deren zukünftigen Vorstellungen in den

Themengebieten Energiebereitstellung-, Energieeffizienz und Energieverhalten in ihren jeweiligen Branchen, befragt. Dieses Feedback wurde auch in die Storyline des KNS- Szenarios in den Sektoren Dienstleistungen und Industrie eingearbeitet.

Die folgende Tabelle 3 zeigt den Ansatz der Verwertung der wichtigsten Ergebnisse aus dem Fragebogen in die KNS-Szenariientwicklung.

Tabelle 3: Auswahl zu den Ergebnissen der Stakeholder- Befragung Feldkirchs und ihre Verwertung in der KNS-Szenariientwicklung

Ergebnisse Befragung	Umsetzung in der KNS- Szenariientwicklung
Sektor Haushalt	
Ca. 46% haben bereits saniert; 15% wollen noch thermisch sanieren/ 29% vielleicht bzw. wenn finanziell tragbar	Erhöhung der thermischen Sanierungsrate von 1,0% p.a. (BAU) auf 3,1% p.a. (KNS)
Starker Wunsch nach Umstellung auf Fernwärme (86% wollen sich an die Fernwärme anschließen- 50% sind schon angeschlossen) und Nutzung von Solarthermie zur Deckung des thermischen Energiebedarfs (60% der Befragten)	Steigerung der Wachstumsrate (2018-2040) der Fernwärme von - 0,3% p.a. (BAU) auf 23,4% p.a. (KNS) und Steigerung der Wachstumsrate (2018-2040) von Solarthermie von 0,5% p.a. auf 5,66% p.a
Nutzung der Klimaanlage ab einer Raumtemperatur von 26 Grad Celsius (63% der Befragten)	Nur leichte Steigerung bzw. Konstanthaltung des Klimaanlagebetriebs im KNS (0,3% p.a.)
Bereitschaft der Befragten zur Verringerung der Raumtemperatur im Winter auf maximal 20 Grad (26% der Befragten)	Verringerung des Heizwärmebedarfs im KNS
Sektor Personenmobilität	
Starker Wunsch der Ausbau und Förderung des öffentlichen Verkehrs in Feldkirch (81% der Befragten)	Zunahme des öffentlichen Verkehrs im Binnenverkehr mit einer Wachstumsrate im KNS der z.B. E-Busse von 9,3% p.a. (Vergleich BAU: 0,4% p.a.); im Pendlerverkehr: Anteil ÖV im Jahr 2040 im KNS: 36,7 % (z. Vgl.: im Basisjahr 2018: 31,7 %; im BAU im Jahr 2040: 33,4%)
Starker Wunsch der Förderung der aktiven Mobilität (Ausbau der Fußgänger und Fahrradverkehrszonen)	Zunehmende aktive Mobilität im Binnenverkehr à Wachstumsrate Fußgänger und Fahrradverkehr (inkl. E-Bikes) um 1,76 % p.a. im KNS (z. Vgl. im BAU: -0,01% p.a.);
Sektor verarbeitende Industrie	
Deckung des thermischen Energiebedarfs durch einen Anteil an Pellets bis 2040	z.B. Erhöhung des Anteils der biogenen Energieträger (inkl. Pellets) der verarb. Industrie Feldkirchs in der Nutzenergiekategorie Raumwärme von 19,5% (2018) auf 29,2% (2040)
Deckung des thermischen Energiebedarfs durch einen Anteil an Fernwärme (abhängig von den Kosten) bis 2040	z.B. Erhöhung des Anteils der Fernwärme der verarb. Industrie Feldkirchs in der Nutzenergiekategorie Raumwärme von 2,5% (2018) auf 23,2% (2040)
Sektor Dienstleistungen	
Anschluss an die Fernwärme bis 2040	Steigerung des Anteils der Fernwärme am Endenergiebedarf im KNS-Szenario von 0,2% (2018) auf 20,5 % (2040) - z. Vgl. im BAU- Szenario bleibt die Fernwärme bis 2040 konstant (0,2%)

6.3. Szenarienergebnisse des Endenergiebedarfes

Tabelle 4 fasst die quantitative Entwicklung ausgewählter sozioökonomischer und technologischer Schlüsselfaktoren für das BAU- und das Klimaneutralitätsszenario für die Stadt Feldkirch im Untersuchungszeitraum 2018-2040 zusammen. Wie in den vorherigen Abschnitten ausgeführt ist, wurden die treibenden Schlüsselparameter, die sich aus den angewandten Entwicklungstrends ergeben, auf der Grundlage offizieller Daten (z.B. Energiemasterplan (Stadt Feldkirch; telesis Entwicklungs- & Management GmbH; Gemeindeentwicklung Vorarlberg, 2019)), Literaturrecherchen, Einbindung von Stakeholder, Strategiedokumente der Stadt Feldkirch und der Betriebe, lokaler erneuerbare Energiepotentialanalyse und weiterer Annahmen abgeleitet

Tabelle 4: Ausgewählte wichtige Eingangsparameter für die BAU- und KNS-Szenarien von der Stadt Feldkirch

Schlüsselparameter	Basisjahr 2018	BAU_2040	KNS_2040
Einwohnerzahl (tausend)	33.641	38.202	38.202
Bevölkerungswachstumsrate (%)	-	0,58% p.a.	0,58% p.a.
BIP- Wachstumsrate (%)	-%	1,06% p.a.	1,06% p.a.
Energieintensität verarb. Industrie (kWh/€)	0,39	0,35	0,31
Anteil el. Strom am Gesamt-EEB (%) - verarbeitende Industrie	31,4%	32,7%	54,2%
Anteil biogene Energieträger (z.B. Pellets, etc.) am EEB (%) - verarbeitende Industrie	10,8%	10,7%	17,6%
Durchschnittlicher Heizwärmebedarf (kWh/m2a)- Haushalt	84,8	68,0	43,7
Anteil Fernwärme zur Deckung des HWB (%) – Haushalt	0,2%	0,2%	14,5%
Anteil el Strom (inkl. Wärmepumpe) am Gesamt-EEB (%) - Haushalt	24,3%	29,2%	62,2%
Strom für Geräte pro Wohneinheit (kWh/Whg)- Haushalt	2.810,1	2.950,6	2.669,6
Wirkungsgrad von fossilbefeuerten Heizkesseln (%) - Haushalt	87,9	90,6	92,3
Durchschnittlicher Heizwärmebedarf (kWh/m2a)- Dienstleistungen	157,0	141,3	100,5
Anteil el Strom (inkl. Wärmepumpe) am Gesamt-EEB (%) - Dienstleistungen	42,9%	49,1%	74,8%
Anteil Fernwärme am Gesamt-EEB (%) - Dienstleistungen	0,2%	0,2%	20,5%
Jährliche zurückgelegte Distanz innerhalb der Stadt-Binnenverkehr (km/Person)	3.222,9	3.255,1	3.317,5
Anteil Diesel und Benzin- PKWs (%)	47,5%	47,0%	4,2%
Anteil E-PKWs -Binnenverkehr (%)	0,5%	3,7%	21,3%
Anteil Radfahren (inkl. E-Bikes) und Fußgänger - Binnenverkehr(%)	32,6%	30,2%	42,4%

Jährliche zurückgelegte Distanz im Pendlerverkehr (km/Person)	8.988	9.168	8.251
Anteil PKWs (%) - Pendlerverkehr	68,2%	66,6%	63,3%
Anteil E-Busse (%) - Pendlerverkehr	0,0%	0,2%	9,2%
Jährliche zurückgelegte Transportleistung- Güterverkehr (10 ⁶ tkm)	29,45	36,45	36,45
Anteil Diesel- LKWs (%) - Güterverkehr	95,0%	93,1%	22,5%

Nachfolgend sind die Ergebnisse der zwei Szenarien hinsichtlich des projizierten Energiebedarfs und der resultierenden Entwicklung der CO₂-Emissionen erläutert.

6.3.1. Ergebnisse des BAU-Szenarios für die Stadt Feldkirch

Der Endenergiebedarf der Stadt Feldkirch wird im BAU- Szenario von 687 GWh im Jahr 2018 auf 712 GWh im Jahr 2040 leicht steigen, was einer durchschnittlichen jährlichen Steigerung von - 0,17 % p.a. entspricht (Abbildung 8). Die Entwicklung nach Sektoren zeigt die Dominanz des Haushaltssektors, dessen Anteil am gesamten Endenergiebedarf Feldkirchs, im Untersuchungszeitraum, von 43,4% (2018) auf 43,6% (2040) leicht steigen wird, gefolgt vom Verkehrssektor (Personen- und Güterverkehr) mit einem Anstieg von 23,1% (2018) auf 23,8% (2040), Dienstleistungssektor mit einem Rückgang von 21,1% (2018) auf 19,5% (2040), gefolgt von der verarbeitenden Industrie mit einem Anstieg von 9,6% (2018) auf 10,0% (2040) und vom Bausektor mit einem leichten Anstieg von 2,3% (2018) auf 2,5% (2040). Der Grund für den leichten Anstieg des Bausektors Feldkirch im BAU- Szenario sind die thermischen Sanierungsaktivitäten und die kontinuierlichen Bauprozesse (Abbildung 8). Die resultierenden CO₂-Emissionen zeigen einen leichten Rückgang von 131,7 kt-CO₂ im Jahr 2018 auf 105,4 kt-CO₂ bis 2040, was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von rund -1,5 % entspricht. Die Entwicklung zeigt die Dominanz von fossilen Energieträgern, vor allem Erdgas und fossile Motorkraftstoffe, die bis 2040 56% (Erdgas) bzw. 44 % (fossile Motorkraftstoffe) der energiebezogenen Emissionen verursachen (Abbildung 9). Das Heizöl soll im BAU gemäß nationaler Strategie im Jahr 2035 aus allen Sektoren verbannt werden (BMK, 2024).

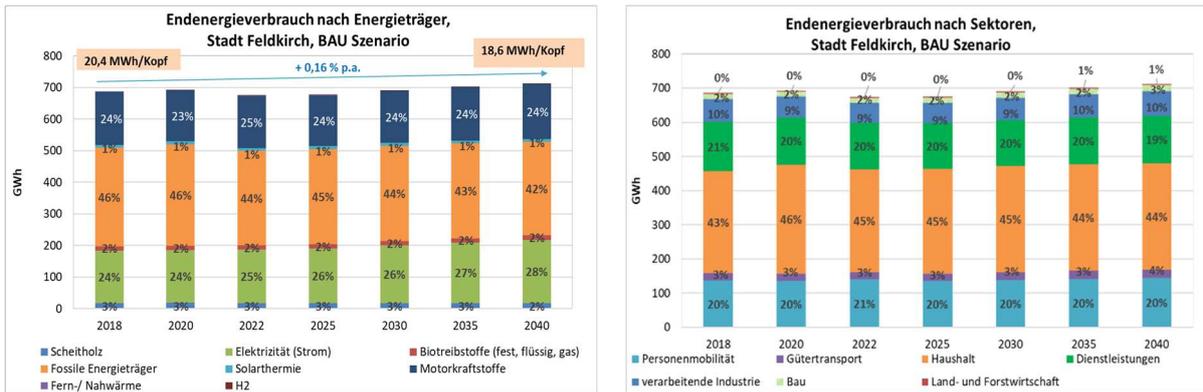


Abbildung 8: Zukünftige Entwicklung des Endenergiebedarfs nach Energieträger (links) und nach Verbrauchssektoren (rechts) der Stadt Feldkirch im BAU-Szenario

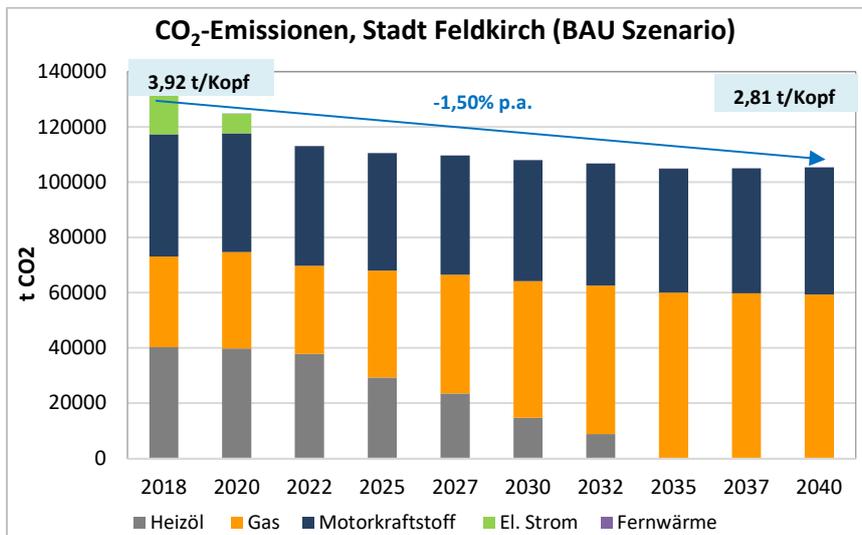


Abbildung 9: Zuk. Entw. der CO₂-Emissionen nach Energieträger Feldkirchs im BAU- Szenario

6.3.2. Ergebnisse des KNS-Szenarios für die Stadt Feldkirch

Die zukünftige Entwicklung des Endenergiebedarfs für das Klimaneutralitätsszenarios der Stadt Feldkirch ist in Abbildung 10 dargestellt. Der resultierende Gesamtendenergiebedarf wird von 687 GWh im Jahr 2018 auf 428 GWh im Jahr 2040 sinken, was einer durchschnittlichen jährlichen Negativwachstumsrate von -2,1% p.a. entspricht und damit die Wirksamkeit der eingesetzten Energiesparmaßnahmen (sowohl Energieeffizienzsteigerung als auch Energieeinsparung aufgrund des Verbraucherbewusstseins) unterstreicht. Trotz dieses Rückgangs des gesamten Endenergiebedarfs wird der Strombedarf eine hohe durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 2,3% aufweisen und aufgrund der Elektrifizierung des Endverbrauchs von 167 GWh im Jahr 2018 auf 273 GWh im Jahr 2040 ansteigen. Die Substitution fossiler Energieträger durch Strom und erneuerbare Energieträger wird die vollständige Dekarbonisierung des Energiesystems der Stadt Feldkirch vorantreiben. Ausgehend von der Dominanz fossiler Energieträger und fossiler Motorkraftstoffe, die 2018 einen Anteil von gesamt 69,9% hatte, wird sich der Endenergiebedarfsmix mehr und mehr auf Strom und erneuerbare Energieträger verlagern. Im Jahr 2040 wird laut dem KNS- Szenario, der Endenergiebedarf zu 63,9% durch Strom, zu 9,9% durch Fernwärme, zu 4,4% durch biogene Energieträger (z.B. Biodiesel Pellets, Biogas, etc.), zu 3,5% durch Scheitholz, zu 3,3% durch Solarthermie, und zu 0,8% durch Wasserstoff (H₂) gedeckt. Da die Stadt Feldkirch das

Klimaneutralitätsziel bis 2040 mit 1 t CO₂ pro Einwohner definiert hat, wird im Jahr 2040 der Endenergiebedarf Feldkirchs zu 7,2% durch fossile Motorkraftstoffe und zu 7,0% durch Erdgas (fossile Energieträger) gedeckt.

Der Energiebedarf nach Sektoren (Abbildung 10) zeigt für das KNS- Szenario, im Jahr 2040 die Dominanz der Gebäudesektoren (Haushalts- und Dienstleistungssektor). Der Anteil des Haushaltssektors am gesamten Endenergiebedarf sinkt im Untersuchungszeitraum von 43,4% auf 40,0% und der des Dienstleistungssektors steigt von 21,1% im Jahr 2018 auf 22,5% im Jahr 2040. Die verarbeitende Industrie (9,6% im Jahr 2018) und das Baugewerbe (2,3% im Jahr 2018) verweisen im Untersuchungszeitraum bis 2040 ebenfalls einen Anstieg des Anteils am Endenergiebedarf. Im Jahr 2040 erreicht die verarbeitende Industrie einen Anteil von 14,2% bzw. das Baugewerbe von 4,0%. Der Anteil der Energienachfrage des Verkehrssektors (Personen- und Güterverkehr) wird von gesamt 23,1 % (Jahr 2018) auf 18,4% (Jahr 2040) sinken und die des Land- und Forstwirtschaftssektors von 0,5% (Jahr 2018) auf 0,8% (Jahr 2040) aufgrund des vermehrten Wunschs der BürgerInnen nach lokalen Lebensmitteln, leicht steigen.

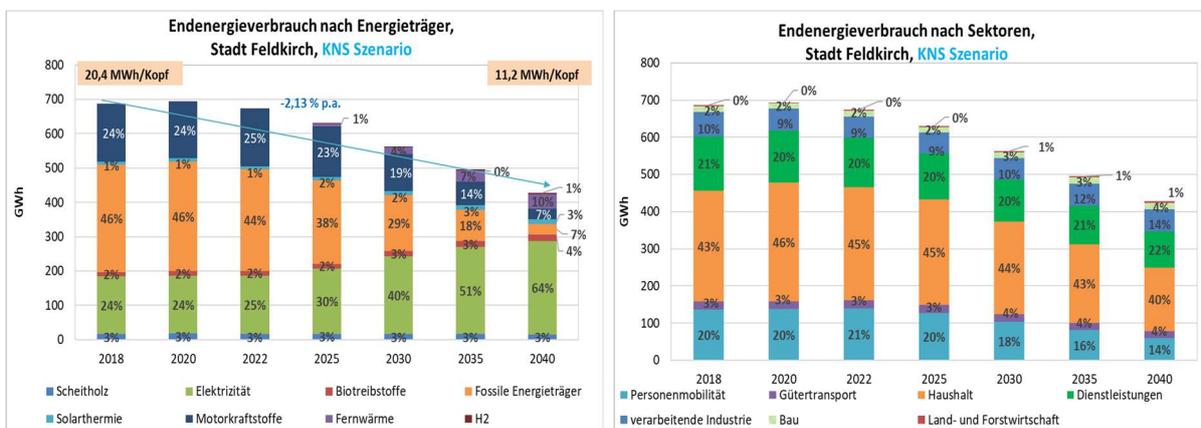


Abbildung 10: Projektion des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (links) und der Verbrauchssektoren der Stadt Feldkirch (rechts) im KNS-Szenario

Der Dekarbonisierungspfad für das KNS-Szenario ist in Abbildung 11 dargestellt. Die CO₂-Reduktion zeigt für den Zeitraum 2018-2040 eine durchschnittliche jährliche Minderungsrate von -14,6% p.a. und der CO₂- pro-Kopf-Emissionswert sinkt von 3,92 t CO₂ pro Kopf im Jahr 2018 auf 0,33 t CO₂ pro Kopf im Jahr 2040, was das Klimaneutralitätsziel der Stadt Feldkirch (1 t CO₂ pro Kopf bis 2040) erfüllt. Der fossile Energieträger Heizöl wird bis 2035 gemäß der nationalen Wärmestrategie Österreichs (BMK, 2024) wegfallen. Bis zum Jahr 2040 kommt es zu einer stetigen Dekarbonisierung des Energiesystems Feldkirchs, jedoch wird laut dem KNS-Szenario ein geringerer CO₂-Emissionsanteil, im Vergleich zum Jahr 2018, durch Erdgas, fossile Motorkraftstoffe in Form von Diesel und Benzin und durch die Fernwärme verursacht. Bei der Fernwärme der Stadtwerke Feldkirch wurde eine stetige Dekarbonisierung dieser bis 2040 angenommen, jedoch aufgrund der flexiblen Nutzung von Erdgas, vor allem in Spitzenlastzeiten, ein gewisser CO₂-Emissionsanteil berechnet. Der spezifischen CO₂-Emissionsfaktor der Fernwärme sinkt im KNS-Szenario von 70,5 t CO₂/GWh im Jahr 2018 auf 50,4 t CO₂/GWh im Jahr 2040. Die Auskunft über den CO₂-Emissionsfaktor der Fernwärme im Jahr 2018 wurde in Zusammenarbeit mit dem Amt der Stadt Feldkirch (Kontaktperson: DI Christina Connert) und den Stadtwerken Feldkirchs (Kontaktperson: DI Hans-Jörg Mathis), dem AIT zur Verfügung gestellt (DI Christina Connert, 2024).

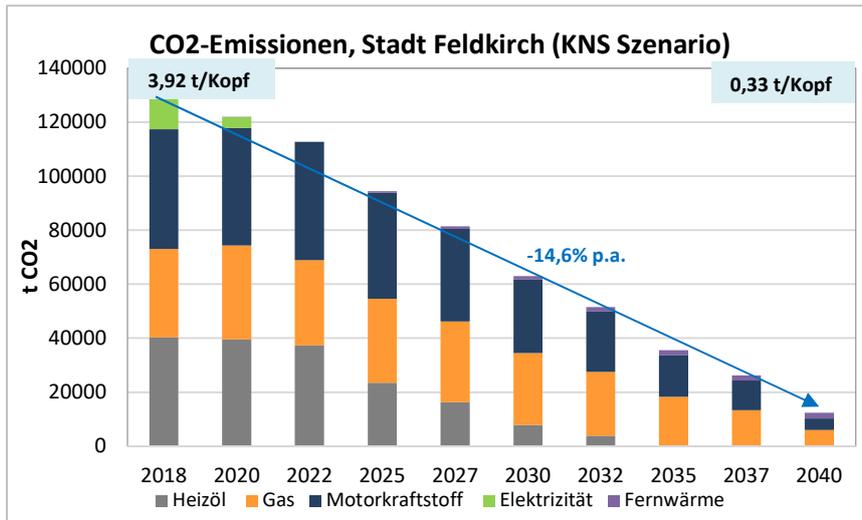


Abbildung 11: Dekarbonisierungspfad des Energiesystems der Stadt Feldkirch entsprechend dem KNS-Szenario

7 Handlungsfelder und Umsetzungsmaßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität Feldkirchs

7.1. Identifikation der Handlungsfelder zur Erreichung der Klimaneutralität Feldkirchs bis 2040

Die Handlungsfelder zur Identifikation der Sektoren mit dem höchsten Dekarbonisierungsbedarf, wurde bereits bei der Rekonstruktion des Basisjahres der Stadt Feldkirch (siehe Kapitel 5.1) durchgeführt und ist auch in der Energie- und CO₂- Bilanz (siehe Anhang 1 und Anhang 2) ersichtlich.

Die Energie- und CO₂- Bilanz zeigt klar, dass die Gebäudesektoren, im Speziellen der Haushalts- und der Dienstleistungssektor, das höchste Dekarbonisierungspotential zur Erreichung der Klimaneutralität Feldkirchs bis 2040, aufweist und somit hier Umsetzungsmaßnahmen in den Handlungsfeldern erforderlich sind. Der Endenergiebedarf des Haushaltssektors im Jahr 2018 wird mit einer Energiemenge von 201 GWh/a bzw. einem Anteil von rund 67% am Endenergiebedarf, durch fossile Energieträger gedeckt. Der Dienstleistungssektor wird mit einem Anteil von 53% am sektoralen Endenergiebedarf (77,06 GWh/a), durch fossile Energieträger versorgt. Der Gebäudesektor hat im Basisjahr 2018 einen Anteil von 58,5 % an den Gesamt-CO₂- Emissionen der Stadt Feldkirch, was einer emittierten CO₂- Emissionsmenge von rund 77 kt CO₂ entspricht.

Des Weiteren weist auch der Personenverkehrssektor mit einem Anteil von rund 26% an den Gesamt-CO₂- Emissionen Feldkirchs, ein hohes Dekarbonisierungspotential auf und wurde als einer der wichtigsten Handlungsfelder im Klimaneutralitätsfahrplan Feldkirchs, identifiziert.

Auch die Energieversorgung, welche aus der Energiebedarfsanalyse bzw. aus der Energiebilanz Feldkirchs im Basisjahr 2018 (siehe Anhang 1) abgeleitet wurde, ist mit einem fossilen Anteil von rund 70% am Endenergiebedarf Feldkirchs, ein wichtiges Handlungsfeld zur Erreichung der Klimaneutralität Feldkirchs bis 2040.

7.2. Umsetzungsmaßnahmen in den Handlungsfeldern

Die Umsetzungsmaßnahmen in den Handlungsfeldern wurden aus den Ergebnissen des KNS-Szenarios abgeleitet und in der Ideenwerkstatt (09.09.2024) vorgestellt. In der Ideenwerkstatt gaben die lokalen Stakeholder Feldkirchs (z.B. politische Stakeholder, Stakeholder des Energiesektors, Stakeholder aus dem Industrie- und Dienstleistungssektors, etc.) ihr Feedback zu den Umsetzungsmaßnahmen ab. In weiterer Folge wurde das Feedback der lokalen Stakeholder seitens des AITs und der Stadt Feldkirch (Kontaktperson: DI Christina Connert) bewertet und die Umsetzungsmaßnahmen adaptiert, klassifiziert und priorisiert.

Die Umsetzungsmaßnahmen in den Handlungsfeldern wurden gemäß den folgenden Haupttreibern der Dekarbonisierung ausgearbeitet:

- Energieeinsparung durch Verbraucherverhalten und Energieeffizienzsteigerung

- Umstieg auf alternative Energieträger
- Elektrifizierung und Digitalisierung
- Dekarbonisierung der Strom- und Wärmeversorgung (Fernwärme)
- Handlungsfeld Personenmobilität: Modal-Shift zu alternativen nachhaltigen Modes (z.B. E-Busse, E-bikes, etc.)

Die identifizierten Handlungsfeldern mit deren ausgearbeiteten Umsetzungsmaßnahmen ist in den folgenden Kapiteln auszugsweise dargestellt.

7.2.1. Handlungsfeld Gebäudesektor (Haushalt und Dienstleistungen)

Das Handlungsfeld Gebäudesektor wurde im KNS- Szenario detailliert und getrennt nach den Sektoren Haushalt und Dienstleistungen betrachtet. Es wurden jedoch bei beiden Sektoren ähnliche Umsetzungsmaßnahmen ausgearbeitet und gruppiert. Die folgenden Umsetzungsmaßnahmen wurden unter anderem gemäß den Haupttreibern der Dekarbonisierung ausgearbeitet:

- **Haupttreiber Energieeffizienz und Energieeinsparung durch Verbraucherverhalten** mit den folgenden Beispielen der Umsetzungsmaßnahmen:
 - Thermische Sanierungsrate der Wohngebäude auf 3,1% p.a. und der Dienstleistungsgebäude auf 2,0% p.a. gemäß dem EU-Renovierungsziel (Kommission, 2020)
 - Reduktion des Kühlenergiebedarfs durch die Installation von passiven Kühlkonzepten (z.B. Außenjalousien): Wohngebäude 1,3% p.a. und Dienstleistungsgebäude 3,6% p.a.
 - Reduktion des el. Strombedarfs der el. Geräte und Beleuchtung durch effizientere Geräte und Beleuchtung (z.B. LED) und bewussteres Verbraucherverhalten: Wohngebäude und Dienstleistungsgebäude -0,23 % p.a.; etc.
- **Haupttreiber Umstieg auf alternative Energieträger und Elektrifizierung** mit den folgenden Beispielen der Umsetzungsmaßnahmen:
 - Anschluss an die Fernwärme: Wohngebäude 23,4% p.a. (erforderlicher Kapazitätsausbau bis 2040: 20,0 GWh) und Dienstleistungsgebäude 21,7% p.a. (erforderlicher Kapazitätsausbau bis 2040: 19,5 GWh)
 - Ausbau von solarthermischen Anlagen: Wohngebäude 5,7% p.a. und Dienstleistungsgebäude -0,4%p.a. (angenommener Rückgang und Substitution durch PV)
 - Elektrifizierungsrate (inkl. Ausbau von Wärmepumpe): Wohngebäude 4,4% p.a. (erforderlicher Kapazitätsausbau bis 2040: 9,8 GWh) und Dienstleistungsgebäude 2,6% p.a. (erforderlicher Kapazitätsausbau bis 2040: 33,9 GWh)

Abbildung 12 zeigt eine grafische Darstellung der Wirkungen der Umsetzungsmaßnahmen bezüglich des Dekarbonisierungspotentials im Gebäudesektor. Im **Haushaltssektor** haben die Umsetzungsmaßnahmen **„Thermische Sanierung“ mit einem CO₂- Reduktionspotential von 24%** und **„Elektrifizierung inkl. Ausbau von Wärmepumpen“ mit einem CO₂- Reduktionspotential von 27%** den größten Effekt bei der Dekarbonisierung des Sektors. Im Dienstleistungssektor haben die Umsetzungsmaßnahmen **„Elektrifizierung inkl. Ausbau von Wärmepumpen“ mit einem CO₂-**

Reduktionspotential von 28% und „Anschluss an die Fernwärme“ mit einem CO₂-Reduktionspotential von 15%, die größte Auswirkung bei der Dekarbonisierung des Sektors.

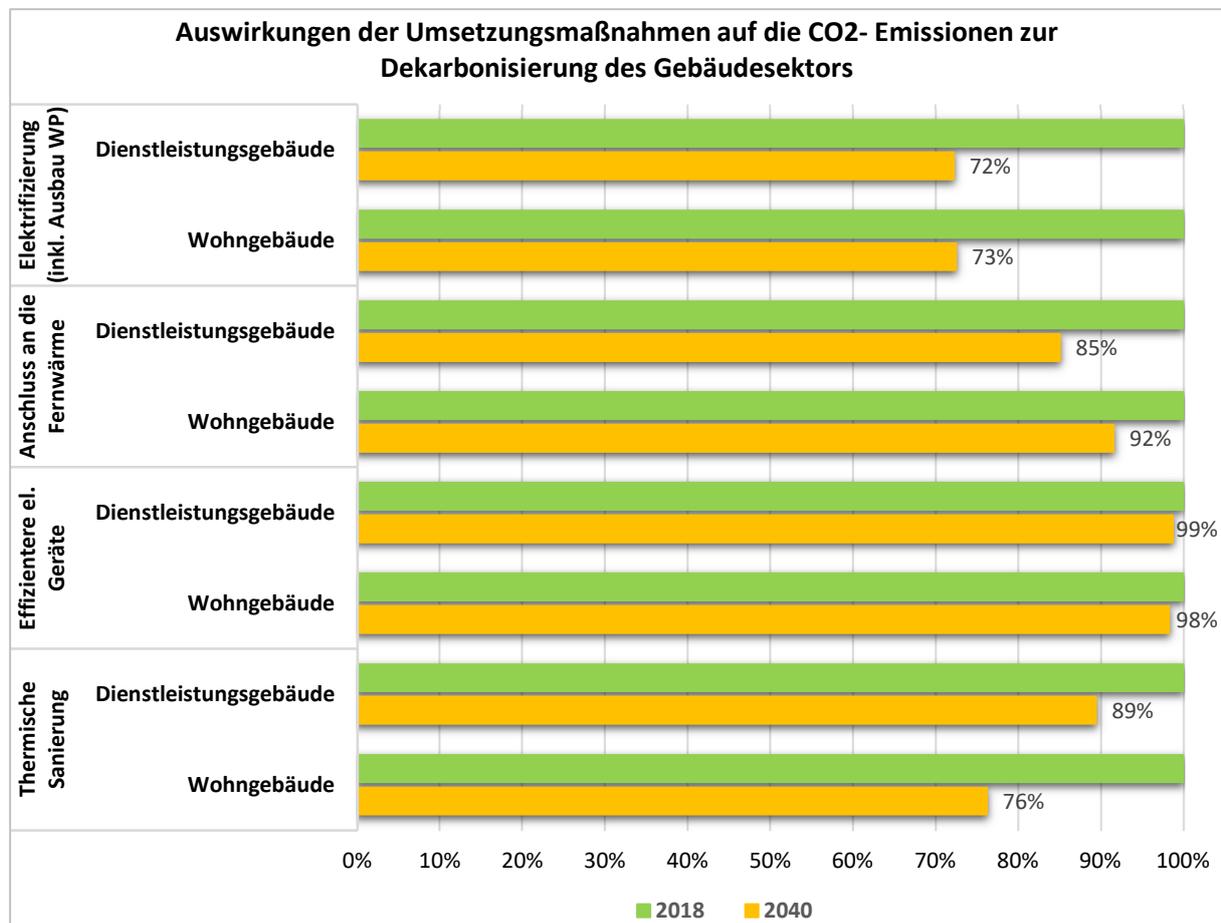


Abbildung 12: Dekarbonisierungspotential ausgewählter Umsetzungsmaßnahmen im Gebäudesektor

Die Schlussfolgerung der Bewertung der Umsetzungsmaßnahmen im Gebäudesektor ist, dass vor allem **die Elektrifizierung inkl. Ausbau von Wärmepumpen, das höchste Potential zur Dekarbonisierung dieses Sektors** in der Stadt Feldkirch hat, wodurch eine Priorisierung dieser Maßnahmen in diesem Sektor in Feldkirch empfohlen wird. Des Weiteren stellen eine verstärkte thermische Sanierung der Wohngebäude und der Anschluss der Dienstleistungsgebäude an die Fernwärme, gute Umsetzungsmaßnahmen zur Erreichung des Klimaneutralitätsziels Feldkirchs dar.

7.2.2. Handlungsfeld Personenmobilität (Binnen- und Pendelverkehr)

Das Handlungsfeld Gebäudesektor wurde im KNS- Szenario detailliert und getrennt nach den Sektoren Haushalt und Dienstleistungen betrachtet. Es wurden jedoch bei beiden Sektoren ähnliche Umsetzungsmaßnahmen ausgearbeitet und gruppiert. Die folgenden Umsetzungsmaßnahmen wurden unter anderem gemäß den Haupttreibern der Dekarbonisierung ausgearbeitet:

- **Haupttreiber Modal-Shift zu alternativen nachhaltigen Modes (z.B. Fußgänger und Fahrrad, ÖV, etc.)** mit den folgenden Beispielen der Umsetzungsmaßnahmen:
 - **Fußgänger und Fahrrad (inkl. E-Bikes):** Erhöhung des Anteils am Modal split im Binnenverkehr von 32,7% (2018) auf 42,4% bis 2040 (Wachstumsrate 2025-2040: 1,8% p.a.) und im Pendelverkehr (nur Fahrräder) von 2,4% (2018) auf 7,0% (Wachstumsrate 2025-2040: 6,4% p.a.)
 - **Öffentliche Verkehrsmittel (Zug, Bus, etc.)** Erhöhung des Anteils am Modal split im Binnenverkehr von 19,1% (2018) auf 24,3% bis 2040 (Wachstumsrate 2025-2040: 1,6% p.a.) und im Pendelverkehr von 31,8% (2018) auf 36,7% (Wachstumsrate 2025-2040: 1,3% p.a.)

- **Haupttreiber Elektrifizierung der Transportmittel (E-PKW, E-Busse, E-bikes, etc.)** mit den folgenden Beispielen der Umsetzungsmaßnahmen:
 - **E-PKWs:** Erhöhung des Anteils am Modal split im Binnenverkehr von 0,5% (2018) auf 21,3% bis 2040 (Wachstumsrate 2025-2040: 12,1% p.a.) und im Pendelverkehr von 0,7% (2018) auf 39,4% (Wachstumsrate 2025-2040: 13,5% p.a.)
 - **E-bikes:** Erhöhung des Anteils am Modal split im Binnenverkehr von 3,2% (2018) auf 14,3% bis 2040 (Wachstumsrate 2025-2040: 3,2% p.a.) und im Pendelverkehr von 2,4% (2018) auf 7,0% (Wachstumsrate 2025-2040: 6,4% p.a.)
 - **E-Busse:** Erhöhung des Anteils am Modal split im Binnenverkehr von 0,0% (2018) auf 22,3% bis 2040 (Wachstumsrate 2025-2040: 9,3% p.a.) und im Pendelverkehr von 0,0% (2018) auf 9,2% (Wachstumsrate 2025-2040: 13,2% p.a.)
 - **Ausbau von E- Ladestationen:** Bis 2040 muss die Kapazität der E-Ladestationen für E-PKWs von 0,5 GWh/a (2018) auf 23,7 GWh/a, der E-Ladestationen für E-Bikes von 0,05 GWh/a (2018) auf 0,21 GWh/a, der E-Ladestationen für die E-Busse von 0,0 GWh/a (2018) auf 2,10 GWh/a ausgebaut werden; etc.

Eine grafische Darstellung der Wirkungen der Umsetzungsmaßnahmen bezüglich des Dekarbonisierungspotentials im Personenmobilitätssektor ist in Abbildung 13 abgebildet. Im Binnenverkehr haben die Umsetzungsmaßnahmen „Substitution von fossil betriebenen PKWs durch E-PKWs“ mit einem CO₂- Reduktionspotential von 30% und „Substitution von fossil betriebener Busse durch E-Busse“ mit einem CO₂- Reduktionspotential von 15% den größten Effekt bei der Dekarbonisierung dieses Binnenverkehrssektors. Im Pendelverkehr haben die Umsetzungsmaßnahmen Substitution von fossil betriebenen PKWs durch E-PKWs“ mit einem CO₂- Reduktionspotential von 55% und „Ausbau des öffentlichen Verkehrs“ mit einem CO₂- Reduktionspotential von 15%, die größte Auswirkung bei der Dekarbonisierung des Pendelverkehrssektors.

Aus dieser Bewertung der Umsetzungsmaßnahmen im Sektor der **Personenmobilität** lässt sich ableiten, dass vor allem **die Substitution von fossil betriebenen PKWs durch E-PKWs das höchste Potential zur Dekarbonisierung dieses Sektors** in der Stadt Feldkirch aufweist, wodurch eine Priorisierung dieser Maßnahmen in diesem Sektor in Feldkirch empfohlen wird.

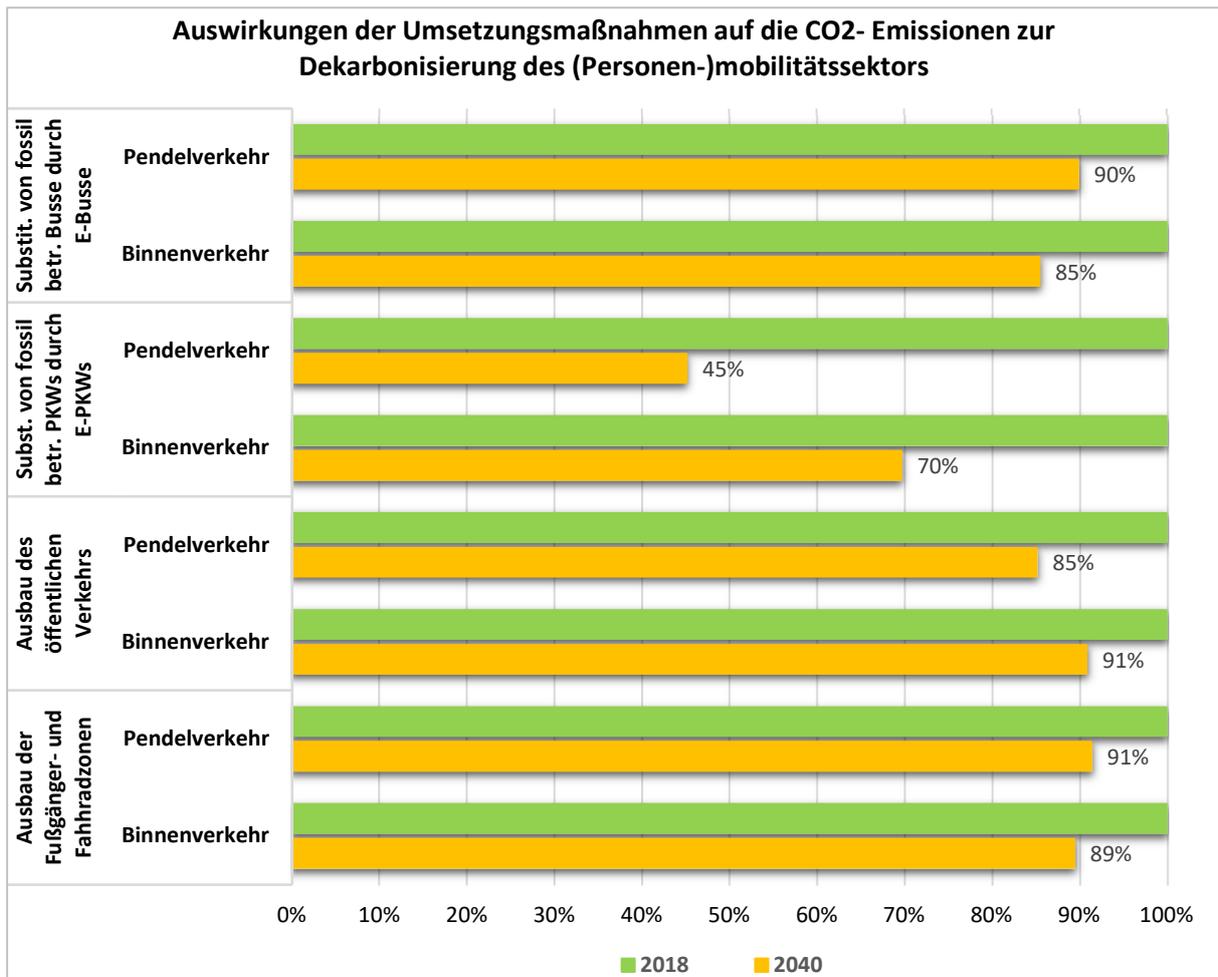


Abbildung 13: Dekarbonisierungspotential ausgewählter Umsetzungsmaßnahmen im Personenmobilitätssektor

7.2.3. Lokale erneuerbar Energieversorgung der Stadt Feldkirch bis 2040

Als Teil des Arbeitspakets 2 dieses Projekts wurden die lokalen erneuerbaren Energiepotenziale innerhalb der Stadtgrenze von Feldkirch untersucht. Hierbei wurden unter anderem die folgenden Energiepotenziale untersucht:

- PV- und Solarthermie- Potenzialanalyse auf den Dächern der Gebäude der Stadt Feldkirch
- Agrar- PV- Potenzialanalyse auf den Freiflächen Feldkirchs
- Ausbau der Fernwärme und die Einbindung lokaler industrieller Abwärmepotenziale in das Fernwärmenetz
- Analyse des Abwärmepotenzials des Abwassers

Die Analyse des Abwärmepotenzials des Abwassers wurde von der Firma Rabmer GreenTech GmbH durchgeführt und es wurde ein energetisches Potential von 4-7 MW errechnet (Rabmer GreenTech GmbH, 2023). Dieses Potential wurde von der Stadt Feldkirch (Kontaktperson: DI Christina Connert) bereits bewertet und es als nicht ökonomisch angesehen.

Im nächsten Schritt wurden von der Firma Telesis Entwicklungs- und Management GmbH (Kontaktperson: Dr. Paul Stampfl- Dittleister im Projekt „Klimafahrplan Feldkirch“) eine **PV- und**

Solarthermie- Potenzialanalyse auf den Dächern der Gebäude der Stadt Feldkirch durchgeführt (Telesis Entwicklungs- und Management GmbH, 2024). Hierbei wurden alle Dachflächen, die größer als 10 m² und der erwartete Jahresertrag der PV- bzw. Solarthermieanlage größer als 700 kWh/Jahr ist. Daraus ergab sich eine theoretische Dachfläche von rund 221 ha und unter Berücksichtigung des Modulabstandes (40% Abschlag der theoretischen Dachfläche) eine tatsächliche nutzbare Dachfläche von 133 ha. Als Systemeffizienz wurde für die PV- Anlage ein Wirkungsgrad von 15 % bzw. für die Solarthermie ein Wirkungsgrad von 45 % angenommen. Unter Berücksichtigung dieser Parameter und des Globalstrahlungswerts Feldkirchs ergibt sich **ein nutzbares Energiepotenzial für PV- Anlagen von 113,7 GWh/a** (189 Gwh/a theoretisches Potenzial) und **für Solarthermieanlagen von 341,8 GWh/a** (568 Gwh/a theoretisches Potenzial) auf **den Dächern der Stadt Feldkirch** (siehe Abbildung 14)



Abbildung 14: Theoretisches Energiepotenzial der PV- und Solarthermieanlagen auf den Dächern der Stadt Feldkirch (Telesis Entwicklungs- und Management GmbH, 2024)

Neben den Energiepotentialen der PV auf den Dächern wurden auch die **Agrar-PV- Anlagen auf den Freiflächen**, berechnet durch die Firma Telesis Entwicklungs- und Management GmbH (Telesis Entwicklungs- und Management GmbH, 2024), betrachtet. Bei Berücksichtigung jener Flächen mit einem Einstrahlungspotential von größer 700kWh/a ergibt sich eine theoretische Fläche (Freifläche Forst- und Landwirtschaft) von 877 Hektar. Bei einer Systemeffizienz der PV-Anlage von 12% und ein Abschlag der Flächen der PV von 40% durch den Modulabstand und die Aufständigung, ergibt sich eine nutzbare Fläche von rund 526 Hektar. Das nutzbare Energiepotenzial der PV-Anlage würde bei 0,62 GWh/a pro Hektar liegen (Telesis Entwicklungs- und Management GmbH, 2024). Da die Genehmigung und Akzeptanz laut der Stadt Feldkirch von Agrar-bzw. Freiflächen-PV in Vorarlberg, und so auch in Feldkirch, noch nicht sehr groß ist und mit Schwierigkeiten im Genehmigungsverfahren zu rechnen ist, wurde bis 2040 nur eine PV- Freifläche von 1 Hektar angenommen.

Im letzten Schritt wurden auch die **Ausbaupotenziale der Fernwärme**, betrieben durch die Stadtwerke Feldkirchs, betrachtet und deren Strategien des Ausbaus der Fernwärme verifiziert und in den Klimaneutralitätsfahrplan Feldkirchs miteingearbeitet. Die Stadtwerke Feldkirch haben eine Ausbaustrategie der Fernwärme bis 2030 (DI Hans-Jörg Mathis, 2024). Diese Ausbaustrategie der Stadtwerke Feldkirch beinhaltet einen **Ausbau der Fernwärme auf eine Kapazität von 25 GWh/a bis 2030** und der Nutzung alternativer Technologien, wie zum Beispiel eine Power-to-Heat-Anlage mit einem großen Pufferspeicher, eine solarthermische Anlage mit einer Fläche von 4.000 m² und der Nutzung von Geothermiepotenzialen. Des Weiteren plant die Stadtwerke Feldkirch die Einbindung industrieller Abwärme in das Fernwärmenetz (DI Hans-Jörg Mathis, 2024). Die Ausbaustrategie der Stadtwerke Feldkirchs wurde im Klimaneutralitätsfahrplan Feldkirchs seitens des AITs berücksichtigt und in der Ideenwerkstatt noch einmal verifiziert. Im Jahr 2030 deckt die Fernwärme im Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirch einen Energieanteil von rund 21,7 GWh/a am Endenergiebedarf.

Bei Berücksichtigung aller genannten lokalen erneuerbaren Energiepotentiale (Fernwärme, PV und Solarthermie) Feldkirchs, wurde seitens des AITs errechnet, dass bei einem ambitionierten Ausbau dieser Energiesysteme, eine Energiemenge von rund 120 GWh/a im Jahr 2040, von diesen produziert werden kann (siehe Abbildung 15). Diese Energiemenge von 120 GWh/a würde rund 28% des Endenergiebedarfs der Stadt Feldkirch im Jahr 2040 decken (siehe Kapitel 6.3.2).

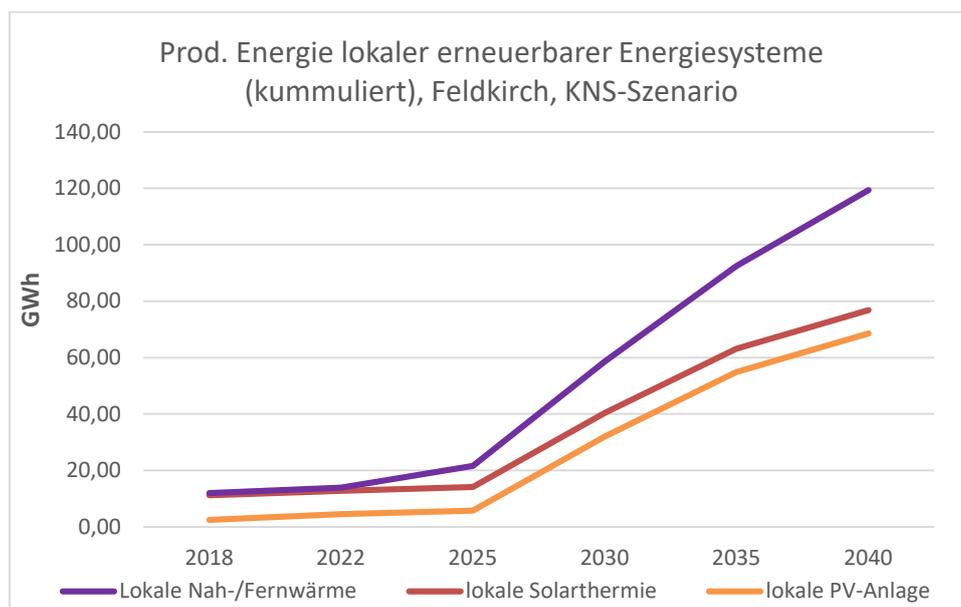


Abbildung 15: Produzierte Energiemenge lokaler nachhaltiger Energiesysteme (PV, Solarthermie und Fernwärme) entsprechend der technisch umsetzbaren Potenziale in Feldkirch bis 2040

Bei Berücksichtigung der derzeit schon genutzten Energiepotenzialen (Kleinwasserkraft und Biogas), ergibt sich bis 2040 ein Deckungsgrad durch lokale nachhaltige Energieträger in der Stadt Feldkirch von rund 34% des Endenergiebedarfs.

8 KPI-basiertes Monitoring der Klimaneutralitätsstrategie

Neben dem langfristigen Monitoring der realen Auswirkung der zu implementierenden Maßnahmen des Klimaneutralitätsfahrplan Feldkirchs werden vorweg die Ergebnisse des Klimaneutralitätsszenarios (KNS- Szenario) Feldkirchs bewertet und durch gezielte Schlüsselindikatoren³ über den Zeitraum 2018-2040 verfolgt. Dies ermöglicht dem Entscheidungsträger ein Bild über die zu erwartenden Folgen sowie über die Wirkung und Effektivität der in den Szenarien getroffenen Annahmen. Darüber hinaus ermöglichen die Indikatoren (KPIs) für die kommenden Jahre eine laufende Verbesserung und Adaption der Szenarien-Annahmen zwecks Anpassung an die Strategieziele. Teile der generierten Indikatoren sind zum einen an die Ziele 7, 11, 13 der UN-Agenda für nachhaltige Entwicklung (SDGs) und zum anderen an die Schlüsselindikatoren des e5- Programms, angelehnt. Dies beinhaltet über den Zeitraum 2018-2040 unter anderem folgende Indikatoren, wie auch aus nachfolgender Auflistung hervorgeht:

- Energieeinsparung nach Nutzungsformen und Verbrauchssektoren,
- Beitrag erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch,
- Eigenversorgung durch lokale erneuerbare Energien bis 2040
- Stromanteil am Endenergieverbrauch
- Anteil E- Mobilität (PKW, Zug, Bus und E-Bike) am Modal split- Binnenverkehr und Pendelverkehr bis 2040,
- Anteil von E-PKWs am Fahrzeugbestand bis 2040,
- Anteil von öffentlichem Verkehr am Modal split- Binnenverkehr und Pendelverkehr bis 2040, etc.
- Entwicklung von CO₂-Emissionen absolut und pro-Kopf,
- BIP bezogenen Intensitäten für Endenergie

Die erwartete nachhaltige Entwicklung der formulierten Energiestrategie lässt sich anhand ausgewählter Schlüsselindikatoren im Zeitraum 2018-2040 verfolgen (siehe Abbildung 16). Bis 2040 wird das Energiesystem im Vergleich zum Basisjahr 2018, um 45% effizienter (Endenergieintensität), der Anteil erneuerbarer Energien wird um das 3,7-fache wachsen, während sich die CO₂-Emissionen um 92% reduzieren. Während dieser Zeit steigt die Elektrifizierung (EL-Strom per Kopf) um mehr als das 1,4-fache und dabei erhöht sich das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf um 11%. Die Absolutwerte sind aus der Tabelle 5 zu entnehmen.

³ Key Indicators for Tracking Clean Energy Transition (KICET): Schlüsselindikatoren zur Verfolgung der sauberen Energiewende

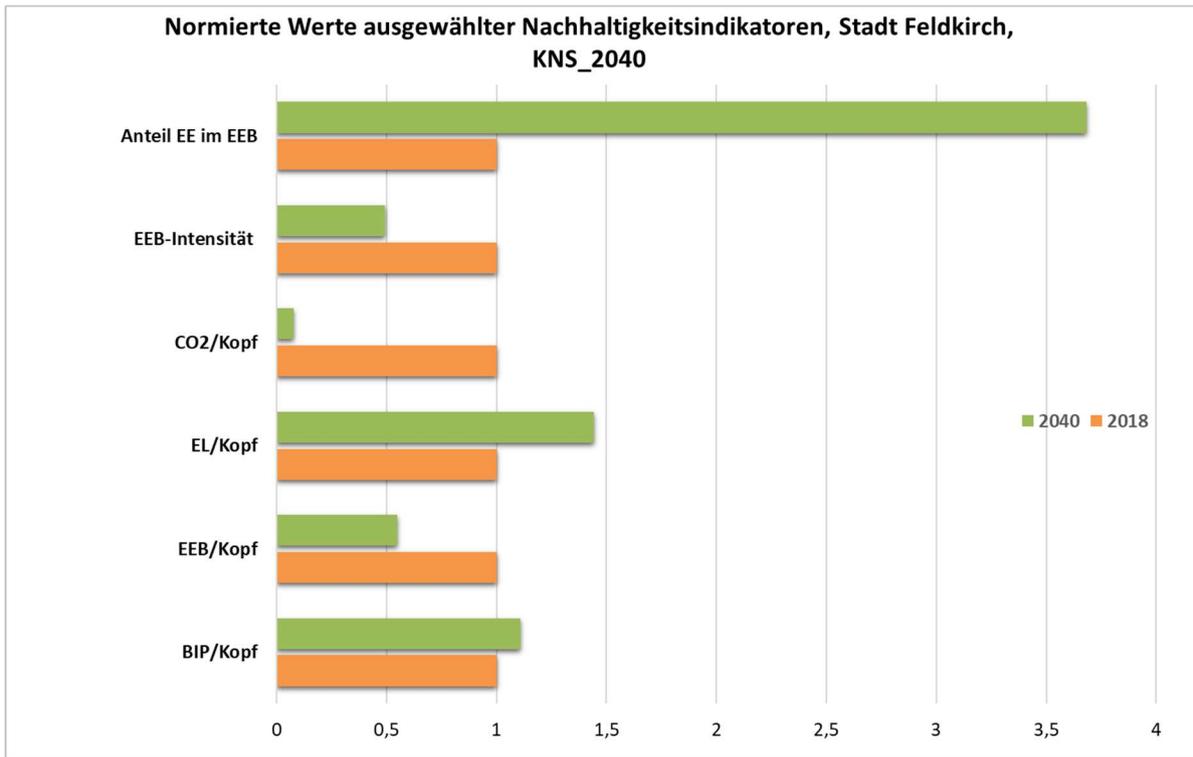


Abbildung 16: Nachhaltige Entwicklung der formulierten Energiestrategie zur Dekarbonisierung Feldkirchs über den Zeitraum 2018-2040, reflektiert durch Energieeffizienz, Anteil erneuerbarer Energien, Elektrifizierung und pro Kopf Werte für EEB, EL und CO₂-Emission.

Tabelle 5: Zusammenfassung von Schlüsselindikatoren zur Verfolgung der entwickelten Szenarien-Ergebnisse hinsichtlich der Klimaneutralität Feldkirchs bis 2040

	Einheit	2018	2025	2030	2035	2040
Endenergiebedarf (EEB), Gesamt	TWh	0,69	0,63	0,56	0,50	0,43
Elektrizität (EL), Gesamt	TWh	0,17	0,19	0,23	0,25	0,27
CO ₂ -Emission	ktCO ₂	131,77	94,46	62,99	35,57	12,43
BIP: Bruttoinlandsprodukt der Stadtgemeinde (€)	Milliarde €	1,74	1,82	1,94	2,06	2,19
Bevölkerungszahl	Tausend	33,64	35,58	36,63	37,49	38,20
Personen pro Wohnung (Whg)	Kopf/Whg	1,80	1,76	1,74	1,72	1,69
EEB-HH/Whg	kWh/Whg	15.922,6	14.097,1	11.839,7	9.691,5	7.586,5
EL-HH/Whg	kWh/Whg	3870,5	4.449,8	4.878,4	4.990,6	4.715,9
BIP/Kopf	k€/Kopf	51,6	51,1	53,0	55,0	57,3
EEB/Kopf	kWh/Kopf	20.419,3	17.726,1	15.383,3	13.218,1	11.196,8
EL/Kopf	kWh/Kopf	4.964,6	5.335,1	6.168,4	6.784,1	7.157,7
CO ₂ /Kopf	tCO ₂ /Kopf	3,92	2,65	1,72	0,95	0,33
EEB-Intensität (EEB/BIP)	kWh/€	0,40	0,35	0,29	0,24	0,20
Stromanteil in Endenergie (EL/EEB)	%	24,3%	30,1%	40,1%	51,3%	63,9%
Anteil erneu. Energien (EE) am Endenergiebedarf (gesamt- inkl. EE am EL) (EE/EEB)	%	23,9%	37,8%	52,4%	68,8%	88,1%
Erneuerbare Energieversorgung (Gesamt)	GWh	164,2	238,1	295,1	341,2	376,7
Eigenversorgung durch lokale EE: Solarthermie, PV, Biogas, Kleinwasserkraft	%	10,5%	12,7%	19,2%	26,8%	34,4%
Spez. HWB-Wohngebäude	kWh/m ² *a	84,8	76,6	65,9	54,8	43,7
Spez. Strombedarf-Wohngebäude	kWh/m ² *a	32,9	37,8	41,0	41,4	38,5
Anteil von E-PKWs am Fahrzeugbestand	-	126	1682	4999	8430	11932
Anteil E- Mobilität (PKW, Zug, Bus und E-Bike) am Modal split-Binnenverkehr	%	5%	19%	33%	46%	60%
Anteil E- Mobilität (PKW, Zug, Bus und E-Bike) am Modal split-Pendelverkehr	%	24%	34%	48%	63%	76%
Anteil ÖV am Modal Split-Binnenverkehr	%	19%	16%	19%	21%	24%
Anteil ÖV am Modal Split-Pendelverkehr	%	32%	31%	33%	35%	37%

9 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Im Zuge des Projekts Klimafahrplan Feldkirch wurde zur Erreichung Klimaneutralitätsziels der Stadt Feldkirch von maximal 1t CO₂ pro Einwohner, ein Klimaneutralitätsfahrplan bis 2040 formuliert. Hierzu wurden zwei Szenarien konstruiert, die die zukünftigen Entwicklungspfade beschreiben. Neben dem BAU, das die historische Trendentwicklung beschreibt, wurde mit dem KNS-Szenario ein nachhaltiges Klimaneutralitätsszenario erstellt und aus diesem Umsetzungsmaßnahmen in den einzelnen Handlungsfeldern (z.B. Thermische Sanierung von Wohn- und Dienstleistungsgebäuden) abgeleitet und diese mit den lokalen Stakeholdern der Stadt Feldkirch (Ideenwerkstatt) abgestimmt, adaptiert und anhand des Dekarbonisierungspotenzials bewertet. Im letzten Schritt dieses Projekts wurde ein KPI- basiertes Monitoring, zur Verfolgung der Klimaneutralität der Stadt Feldkirch, gestaltet.

Die eingesetzten Dekarbonisierungsmaßnahmen zur Ermöglichung einer klimaneutralen Transformation setzen vor allem auf die Verbesserung der Energieeffizienz in allen Sektoren, die Erhöhung des Anteils lokaler erneuerbarer Energien, die Umstellung auf saubere Kraftstoffe (Biodiesel, Bioethanol, H₂, etc.) und die Elektrifizierung des Endenergieverbrauches. Hierzu zählen im Hinblick auf das städtische Energiesystem weitere ergänzende Maßnahmen wie Digitalisierung und Sektorkopplung.

Das BAU-Szenario zeigt für den Untersuchungszeitraum 2018-2040 einen Rückgang des spezifischen Endenergiebedarfs pro Kopf von 20,4 MWh/Kopf auf 18,6 MWh/Kopf, während die CO₂-Emissionen pro Kopf von 3,9 t-CO₂/Kopf (Basisjahr 2018) auf 2,8 t-CO₂/Kopf sinken werden.

Auf der anderen Seite zeigt die Dekarbonisierung des städtischen Energiesystems gemäß KNS-Szenario eine sukzessive Emissionsreduktion zum Erreichen des Klimaneutralitätsziels (maximal 1 t CO₂ pro Einwohner) Feldkirchs bis 2040 mit einer durchschnittlichen jährlichen Dekarbonisierungsrate von rund -14,6% p.a.. Der daraus resultierende Endenergiebedarf pro Kopf im KNS-Szenario wird auf 11,2 MWh/Kopf sinken, was um 40 % niedriger als im BAU-Szenario ist.

Die erreichte Elektrifizierungsrate (Stromanteil an der Gesamtendenergie) wird für das KNS- Szenario ca. 64% gegenüber 28% beim BAU-Szenario erreichen und der Anteil der erneuerbaren Energien wird im KNS-Szenario 88% gegenüber 34% von BAU erreichen. **Das erschließbare lokale erneuerbare Energiepotenzial im Stadtgebiet (PV, Solarthermie, Biogas und Kleinwasserkraft) wird rund 34% des Endenergiebedarfs für das KNS-Szenario decken.** Dies unterstreicht die Tatsache, dass trotz der hohen Reduktion des Energiebedarfs durch Energieeinsparung und Energiekonservierung die Eigenversorgung Feldkirchs, welche auch neben den eben erwähnten erneuerbaren Energiepotenzialen auch die Fernwärme beinhaltet, bei rund 44% liegt und die Stadt den Großteil der Energie (56% des EEBs), zur Deckung ihres Energiebedarfs, importieren wird. Der erreichte spezifische CO₂- Emissionswert liegt beim KNS- Szenario bei 0,33 t CO₂/Kopf, was das Klimaneutralitätsziel Feldkirchs von maximal 1 t CO₂ pro Kopf, erfüllt

Die aus dem KNS- Szenario abgeleiteten Umsetzungsmaßnahmen in den Handlungsfeldern wurden in der Ideenwerkstatt am 09.09.24 adaptiert, klassifiziert und anhand des Dekarbonisierungspotenzials

bewertet. Es stellte sich heraus, dass vor allem **im Gebäudesektor die Maßnahmen der thermischen Sanierung der Gebäude, der Anschluss der Gebäude an die Fernwärme, die Elektrifizierung inkl. Ausbau von Wärmepumpen ein gutes Mittel zur Dekarbonisierung** des Gebäudesektors darstellen. Des Weiteren weisen im Personenmobilitätssektor (Pendler- und Binnenverkehr) die **Umsetzungsmaßnahmen Substitution von fossil betriebenen PKWs durch E-PKWs, Ausbau des öffentlichen Verkehrs und die Substitution von fossil betriebenen Bussen durch E-Busse** (Elektrifizierung der Busflotte Feldkirchs bis zum Jahr 2033 wurde bereits beschlossen und wird sukzessive umgesetzt- siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) ein hohes Dekarbonisierungspotenzial auf. Hervorzuheben ist hierbei, dass wenn 62% der PKWs durch E-PKWs ersetzt werden, welches als Ergebnis des KNS- Szenarios ausgewertet wurde, können **55% der CO₂- Emissionen im Pendelverkehr und 30% der CO₂- Emissionen im Binnenverkehr eingespart werden**. Zusammenfassend wurden die eben genannten Maßnahmen im Gebäudesektor und im Personenmobilitätssektor empfohlen, dass sie prioritär zur Erreichung der Klimaneutralität Feldkirchs umgesetzt werden sollen.

Die Umsetzung des Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirch hängt davon ab, dass die Stadt Feldkirch die Weiterentwicklung der eingesetzten sozioökonomischen und technologischen Schlüsselfaktoren konsequent vorantreibt und gleichzeitig die Herausforderungen auf diesem Weg angeht, die in den Bereichen Technologieinnovation, Regulierungs- und Finanzierungssysteme sowie des Verbraucherverhaltens, die durch zum Beispiel Veranstaltungen im Bereich Bewusstseinsbildung der BürgerInnen geschärft werden kann, liegen. Eine Kernherausforderung ist die Tatsache, dass Infrastrukturänderungen insbesondere für das Energiesystem aufgrund der langen Lebensdauer der Technologieanlage, der langen Austauschzeit und der damit verbundenen hohen Investitionskosten kostspielig und träge sind. Die Bereitstellung der benötigten finanziellen Mittel stellt aufgrund der Vielfalt der Akteure und der angewandten Finanzierungsmodelle in den unterschiedlichen Energieverbrauchssektoren (Gebäude, Verkehr, Industrie) neben der Energieversorgungsinfrastruktur und dem erhöhten Aufwand für die Erneuerung bestehender Anlagen eine weitere Herausforderung dar.

Da jedoch der Klimaneutralitätsbeschluss Feldkirchs ein direkt von der Stadt getragenes Vorhaben ist und die Stadt selbst ihre Formulierung angestoßen und unterstützt hat, entsteht daraus ein politisches Engagement, das entscheidend zu ihrer erfolgreichen Umsetzung des Klimaneutralitätsfahrplans beiträgt. Dieser Umstand ist dabei ausschlaggebend, die bestehenden Herausforderungen zu meistern und den erforderlichen Schub zu ihrer Verwirklichung zu geben. Dazu gehört das Zusammenspiel von Richtlinien und Stadt-Governance, Technischer Machbarkeit und finanzieller Tragfähigkeit neben dem Einsatz öffentlicher und privater AkteurInnen, um eine tragfähige und kostengünstige Umsetzung zu ermöglichen.

Es muss hierbei hervorgehoben werden, dass die Stadt Feldkirch gegenwärtig mit der Umsetzung des Klimaneutralitätsfahrplans Feldkirchs bereits begonnen hat. Die ersten Follow-up-Projekte wurden bereits gestaltet und in den Förderungs-Calls der FFG bereits eingereicht. Hierzu zählt auch der FFG-Projektantrag „Quartier im Bestand“ im Rahmen der Ausschreibung „Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt“. Hierbei soll eine detaillierte Analyse eines Bestandsquartiers, dessen Gebäude, Energieversorgung und sich ergebender energetischer Optimierungspotentiale untersucht werden. Anschließend sollen die Ergebnisse auf vergleichbare Situationen im Feldkircher Stadtgebiet hochskaliert werden.

10 Verzeichnisse

- Amt der Stadt Feldkirch. (2024). *Klima- und Umwelt-Leitbild*. [https://www.feldkirch.at/bauen-und-umwelt/umwelt-und-natur/klima-und-umwelt-leitbild#:~:text=Der Leitsatz des Klima- und,Menschen in Feldkirch zu sichern.](https://www.feldkirch.at/bauen-und-umwelt/umwelt-und-natur/klima-und-umwelt-leitbild#:~:text=Der%20Leitsatz%20des%20Klima-und,Menschen%20in%20Feldkirch%20zu%20sichern.)
- BMK. (2024). *Die österreichische Wärmestrategie*. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/energiewende/waermestrategie/strategie.html
- BMNT und BMVIT. (2018). *#mission2030: Die österreichische Klima- und Energiestrategie, Wien*.
- DI Christina Connert, D. H.-J. M. (2024). *Lokale Energieerzeugung der Heizwerke der Stadt Feldkirch*.
- DI Hans-Jörg Mathis. (2024). *Ausbaustrategie der Fernwärme durch die Stadtwerke Feldkirch*.
- E-Control. (2019). *STROMKENNZEICHNUNGSBERICHT 2019*. https://www.e-control.at/documents/1785851/0/Stromkennzeichnungsbericht_FINAL.pdf/66d28c2c-1896-17ce-1dca-99c98886122b?t=1569481732421
- e-Control Anlagenregister. (2024). *PV- Anlagen Feldkirchs- PV Leistung*.
- Feldkirch, S. (2024a). *Kleine Kraftwerke - große Leistung- Stromerzeugung*. <https://www.stadtwerke-feldkirch.at/unsere-bereiche/energie/stromerzeugung>
- Feldkirch, S. (2024b). *Stromerzeugung Biogasanlage Allgäuer*. <https://www.stadtwerke-feldkirch.at/unsere-bereiche/energie/stromerzeugung/biogasanlage-allgaeuer>
- Hainoun, A., & Loibl, W. (2021). Analyses of the long-term energy demand of the Vienna city and modelling related key food-water-energy nexus-effects. In Sustainable Energy-Water-Environment Nexus in Deserts. <https://www.springer.com/gp/book/9783030760809>
- Klima- und Energiefonds. (2022). *Vorderland-Feldkirch*. <https://www.klimaundenergiemodellregionen.at/modellregionen/liste-der-regionen/getregion/512>
- Kommission, E. (2020). *MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN Eine Renovierungswelle für Europa – umweltfreundlichere Gebäude, mehr Arbeitsplätze und bessere Lebensbedingu*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0662>
- Rabmer GreenTech GmbH. (2023). *Potenzialanalyse „ Nutzung Abwasserwärme für Heizung / Kühlung – Stadt Feldkirch “ Abschlussbericht*.
- Stadt Feldkirch; telesis Entwicklungs- & Management GmbH; Gemeindeentwicklung Vorarlberg. (2019). *EMP-Feldkirch 2012 – 2018*. https://www.feldkirch.at/fileadmin/user_upload/document/Stadt/Umwelt__Energie__Klima/Energiemasterplan_Re-Evaluierung.pdf
- Stadt Feldkirch. (2022). *Klimaziele der Stadt Feldkirch*. [https://www.feldkirch.at/leben/klima/klimaschutz#:~:text=Angelehnt an übergeordnete Klimaziele der,Monitorings des Energiemasterplans zu verfolgen.](https://www.feldkirch.at/leben/klima/klimaschutz#:~:text=Angelehnt%20an%20übergeordnete%20Klimaziele%20der,Monitorings%20des%20Energiemasterplans%20zu%20verfolgen.)
- Stadt Wien- MA20. (2024). *Treibhausgasemissionen pro Kopf Wien*.

<https://www.data.gv.at/katalog/en/dataset/treibhausgasemissionen-pro-kopf#resources>

Städtebund, Ö. (2023). *Österreichs städte in zahlen 2023*. https://www.staedtebund.gv.at/ePaper-oestiz/ausgaben-pdf/OESTIZ_2023.pdf

Telesis Entwicklungs- und Management GmbH. (2024). *Berechnung PV- und Solarthermie - Potentialanalyse*.

Umweltbundesamt GmbH. (2020). AUSTRIA'S NATIONAL INVENTORY REPORT 2019. In *UNFCCC-Submission (Issue 13/2018)*.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-05-24_climate-change_13-2018_nir_2018_en.pdf

Vorarlberger Energienetze GmbH. (2024). *PV- Anlagen Feldkirchs- PV Energie*.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: MAED-City-Konzept zur Modellierung des Endenergiebedarfs der Stadt Feldkirch nach Sektoren, Nutzkategorien und Energieträgern (Hainoun & Loibl, 2021).	12
Abbildung 2: Vorgangsweise bei der Abwicklung des Projekts Klimafahrplan Feldkirch.....	13
Abbildung 3: Hauptgruppen zu den demografischen, sozioökonomischen und technologischen Parametern, die gemäß des Endnutzungsansatzes den Energiebedarf steuern.	14
Abbildung 4: Flussdiagramm der Szenarienentwicklung zur Projektion des Endenergiebedarfs und CO ₂ -Emissionen entsprechend AIT Models MAED-City.....	15
Abbildung 5: Energieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren-Stadt Feldkirch im Basisjahr 2018	17
Abbildung 6: CO ₂ - Emissionen nach Energieträger und Sektoren- Stadt Feldkirch im Jahr 2018.....	19
Abbildung 7: Methodischer Ansatz eines partizipativen Prozesses zur Entwicklung zukünftige Energieszenarien und Formulierung einer Klimaneutralitätsstrategie der Stadt Feldkirch.....	22
Abbildung 8: Zukünftige Entwicklung des Endenergiebedarfs nach Energieträger (links) und nach Verbrauchssektoren (rechts) der Stadt Feldkirch im BAU-Szenario	27
Abbildung 9: Zuk. Entw. der CO ₂ -Emissionen nach Energieträger Feldkirchs im BAU- Szenario	27
Abbildung 10: Projektion des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (links) und der Verbrauchssektoren der Stadt Feldkirch (rechts) im KNS-Szenario	28
Abbildung 11: Dekarbonisierungspfad des Energiesystems der Stadt Feldkirch entsprechend dem KNS-Szenario	29
Abbildung 12: Dekarbonisierungspotential ausgewählter Umsetzungsmaßnahmen im Gebäudesektor	32
Abbildung 13: Dekarbonisierungspotential ausgewählter Umsetzungsmaßnahmen im Personenmobilitätssektor	34
Abbildung 14: Theoretisches Energiepotenzial der PV- und Solarthermieranlagen auf den Dächern der Stadt Feldkirch (Telesis Entwicklungs- und Management GmbH, 2024)	35
Abbildung 15: Produzierte Energiemenge lokaler nachhaltiger Energiesysteme (PV, Solarthermie und Fernwärme) entsprechend der technisch umsetzbaren Potenziale in Feldkirch bis 2040	36

Abbildung 16: Nachhaltige Entwicklung der formulierten Energiestrategie zur Dekarbonisierung Feldkirchs über den Zeitraum 2018-2040, reflektiert durch Energieeffizienz, Anteil erneuerbarer Energien, Elektrifizierung und pro Kopf Werte für EEB, EL und CO₂-Emission. 38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Haupttrends und Treiber zukünftiger Entwicklungsszenarien der Stadt Feldkirch.....	16
Tabelle 2: Beispielhafter Auszug des Feedbacks der lokalen Stakeholder Feldkirchs aus der Ideenwerksatt.....	23
Tabelle 3: Auswahl zu den Ergebnissen der Stakeholder- Befragung Feldkirchs und ihre Verwertung in der KNS-Szenarienenwicklung	24
Tabelle 4: Ausgewählte wichtige Eingangsparameter für die BAU- und KNS-Szenarien von der Stadt Feldkirch	25
Tabelle 5: Zusammenfassung von Schlüsselindikatoren zur Verfolgung der entwickelten Szenarien- Ergebnisse hinsichtlich der Klimaneutralität Feldkirchs bis 2040	39

Abkürzungsverzeichnis

El. Strom	Elektrischer Strom
KNS	Klimaneutralitätsszenario
EEB.	Endenergiebedarf
EL	Elektrischer Strombedarf
EE	Erneuerbare Energien
BAU	Business-as-usual
GWh	Gigawattstunden
t CO ₂	Tonne CO ₂ - Emissionen

11 Anhang

- Im Anhang sollen ergänzende Informationen (Daten, Grafiken, etc.) angeführt werden, die im Sinne der Vollständigkeit des Berichts und der Darstellung der Projektergebnisse erforderlich sind, aber wegen ihres Umfangs nicht innerhalb des Berichts dargestellt werden, zum Beispiel Leitfäden oder Schulungsunterlagen.
- Im Ergebnisbericht nur Dokumente und Informationsanführen, die gemeinsam mit dem Bericht auf der Programm-Website zum Download zur Verfügung gestellt werden können bzw. die an anderen Orten zur Einsicht zur Verfügung stehen.

Anhang 1: Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018) - Teil 1

GWh	Fossile Energieträger								
Energieverbrauchssektoren	Erdgas	Benzin	Diesel	Flüssiggas (LNG/ LPG)	Heizöl	Kohle	Brennbare Abfälle	andere fossile Energieträger	Fossile Energieträger
Land - und Forstwirtschaft	0,29	0,00	1,08	0,00	0,05	0,01	0	0,00	1,43
Baugewerbe	0,00	0,00	10,65	0,00	2,23	0,00	0,00	0,00	12,88
verarbeitende Industrie (MAN)	26,92	0,00	3,82	0,00	7,12	0,00	0,00	0,00	37,86
Industrie- und Gewerbe (gesamt)	27,21	0,00	15,55	0,00	9,41	0,00	0,00	0,00	52,17
Mobilität- Güterverkehr	0,00	0,00	21,33	0,01	0,00	0,00	0	0,00	21,33
Mobilität- Personenverkehr (Pendler- und Binnenverkehr)	0,00	65,57	62,73	0,00	0,00	0,00	0	0,00	128,30
Haushalt	103,94	0,00	0,00	0,00	96,70	0,28	0	0,00	200,92
Dienstleistungen	32,25	0,00	1,78	0,00	43,03	0,00	0,00	0,00	77,06
Summe	163,4	65,57	101,39	0,00	149,13	0,29	0,00	0,00	479,78
Anteil am Endenergieverbrauch	24%	10%	15%	0%	22%	0%	0%	0%	70%

Anhang 1: Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018) -Teil 2

GWh	Kommerzielle Energieträger		
	Nah-/ Fernwärme	El. Strom inkl. WP	Summe- Kommerzielle Energieträger
Energieverbrauchssektoren			
Land - und Forstwirtschaft	0	0,80	0,80
Baugewerbe	0	2,13	2,13
verarbeitende Industrie (MAN)	0,19	20,67	20,86
Industrie- und Gewerbe (gesamt)	0,19	22,80	22,99
Mobilität- Güterverkehr	0	0,11	0,11
Mobilität- Personenverkehr (Pendler- und Binnenverkehr)	0	8,66	8,66
Haushalt	0,35	72,47	72,82
Dienstleistungen	0,26	62,16	62,42
Summe	0,80	167,01	167,81
<i>Anteil am Endenergieverbrauch</i>	<i>0,1%</i>	<i>24,3%</i>	<i>24,4%</i>

Anhang 1: Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018) -Teil 3

GWh Energieverbrauchssektoren	Erneuerbare Energieträger					Summe- Erneuerbare Energieträger
	Solarthermische Anlagen	Feste, flüssige und gasf. biogene Energieträger für Wärmezwecke (Pellets,..)	Stückholz	Brennbare biogene Abfälle	H ₂	
Land - und Forstwirtschaft	0	0,26	0,91	0	0	1,16
Baugewerbe	0	1,09	0	0	0	1,09
verarbeitende Industrie (MAN)	0	7,11	0,01	0	0	7,12
Industrie- und Gewerbe (gesamt)	0	8,20	0,01	0	0	8,21
Mobilität- Güterverkehr	0	0	0	0	0	0,0
Mobilität- Personenverkehr (Pendler- und Binnenverkehr)	0	0,25	0	0	0	0,25
Haushalt	5,92	2,12	16,36	0	0	24,40
Dienstleistungen	2,78	2,41	0,11	0	0	5,30
Summe	8,70	13,24	17,39	0	0	39,33
<i>Anteil am Endenergieverbrauch</i>	<i>1%</i>	<i>2%</i>	<i>3%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>6%</i>

Anhang 1: Energiebilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018) -Teil 4

GWh	Summe Energieträger			
	Summe- Fossile Energieträger	Summe- Kommerzielle Energieträger	Summe- Erneuerbare Energieträger	Summe- (alle Energieträger)
Energieverbrauchssektoren				
Land - und Forstwirtschaft	1,43	0,80	1,16	3,40
Baugewerbe	12,88	2,13	1,09	16,10
verarbeitende Industrie (MAN)	37,86	20,86	7,12	65,84
Industrie- und Gewerbe (gesamt)	50,74	22,99	8,21	81,94
Mobilität- Güterverkehr	21,33	0,11	0,0	21,45
Mobilität- Personenverkehr (Pendler- und Binnenverkehr)	128,30	8,66	0,25	137,21
Haushalt	200,92	72,82	24,40	298,14
Dienstleistungen	77,06	62,42	5,30	144,79
Summe	479,78	167,81	39,33	686,92
<i>Anteil am Endenergieverbrauch</i>	70%	24%	6%	100%

Anhang 2: CO₂-Bilanz nach Sektoren und Energieträgern-Stadt Feldkirch (2018)

CO ₂ -Bilanz der Stadt Feldkirch – 2018 (tCO ₂)											
Energieverbrauchssektoren	Fossile Energieträger							Energieträger mit fossilem Anteil		Summe – t CO ₂	Anteil an CO ₂ -Emissionen
	Erdgas	Heizöl	Kohle	Flüssiggas (LNG/LPG)	Andere foss. Energieträger	Diesel	Benzin	Nah-/Fernwärme	Strom		
Land - und Forstwirtschaft	58	14	3	0	0	288	0	0	69	431	0,3%
Baugewerbe	0	603	0	0	0	2.824	3	0	182	3.609	2,7%
verarbeitende Industrie (MAN)	5.397	1.924	0	0	0	1.013	0	13	1.766	10.113	7,7%
Industrie- und Gewerbe (gesamt)	5.397	2.526	0	0	0	3.837	0	13	1.948	13.722	10,4%
Mobilität- Güterverkehr	0	0	0	0	0	5.660	0	0	10	5.670	4,3%
Mobilität- Personenverkehr	0	0	0	0	0	16.643	17.421	0	740	34.804	26,4%
Haushalt	20.839	26.108	94	0	0	0	0	24	6.193	53.258	40,4%
Dienstleistungen	6.466	11.619	1	0	0	471	0	19	5.312	23.887	18,1%
Summe – t CO₂- äqu.	32.760	40.266	98	0	0	26.900	17.421	56	14.271	131.771	100%
Anteil an CO₂-Emissionen	24,9%	30,6%	0,1%	0%	0%	20,4%	13,2%	0,0%	18%	100%	

