

Monitoring und Evaluierung von städtischen Energieflüssen

B. Lepuschitz, R. Obernosterer,
H. Daxbeck, N. Kisliakova,
N. Hörzinger, C. Ploiner, A. Sahin

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

17/2021

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Monitoring und Evaluierung von städtischen Energieflüssen

DI Barbara Lepuschitz, DI Richard Obernosterer,
Mag. Hans Daxbeck, DI Nathalia Kisliakova
Ressourcen Management Agentur (RMA)

Christoph Ploiner, MSc., DI Altan Sahin
Österreichische Energieagentur

Wien, Februar 2021

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm Stadt der Zukunft des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm Haus der Zukunft auf und hat die Intention Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung von allen betroffenen Bereichen wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMK publiziert und elektronisch über die Plattform www.NachhaltigWirtschaften.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und AnwenderInnen eine interessante Lektüre.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	9
2	Abstract	11
3	Ausgangslage	13
	3.1. Motivation für das Projekt/Forschungsfrage	13
	3.2. Status quo/Ausgangssituation	13
	3.3. Zielsetzung des Projekts	14
	3.4. Stand des Wissens aus eigenen Vorarbeiten	15
	3.5. Stand des Wissens aus nationalen und internationalen Projekten	16
4	Projekthalt	18
	4.1. Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen der städtischen Energiebilanzen	18
	4.1.1. Systematik der regionalen Energiebilanzen	18
	4.1.2. Zeitliche Systemgrenze	21
	4.1.3. Örtliche Systemgrenze	21
	4.1.1. Einheiten	22
	4.1.2. Datengrundlagen allgemein	22
	4.1.3. Ziele und Lösungswege für die städtischen Bilanzen	22
	4.1.4. Treibhausgase	23
	4.2. Methodik zur Regionalisierung der Energiebilanz	24
	4.2.1. Energetischer Endverbrauch	25
	4.2.2. Transportverluste	30
	4.2.3. Verbrauch des Sektors Energie	30
	4.2.4. Umwandlungseinsatz und Umwandlungsausstoß	30
	4.2.5. Bruttoinlandsverbrauch	30
	4.2.6. Netto-Handelssaldo	31
	4.2.7. Inländische Erzeugung von Rohenergie	31
	4.2.8. Nicht enthaltene Bilanzaggregate	31
	4.3. Methodik zur Ermittlung von Maßnahmeneffekten	32
	4.3.1. Reduktion des Energieverbrauchs (Effizienz und Suffizienz)	33
	4.3.2. Verschiebung der Energieträgerverteilung (Fuel Shift)	33
	4.3.3. Veränderung der Verkehrsträgerverteilung (Modal Shift)	33
	4.3.4. Energieversorgung	34
	4.3.5. Gemeindeeigentum	34
5	Ergebnisse	35
	5.1. Unterstützende Instrumente zur Erarbeitung von Maßnahmen in der Gemeinde	35
6	Schlussfolgerungen	36
	6.1. Anwendbarkeit der bundesweiten Methodik auf Gemeinden	36

6.2. Auswahl der Methodik.....	36
6.3. Fehlende einheitliche Richtlinien.....	38
6.4. Systemgrenzen.....	38
7 Ausblick und Empfehlungen.....	39
7.1. Einheitliche Richtlinien vorgelagerter Erhebungen	39
7.2. Weitere Datenquellen.....	40
8 Verzeichnisse.....	41
9 Anhang.....	43
9.1. Anwendung von Senflusk in den Referenzstädten	43
9.1.1. Stadt A, 62.000 Einwohner	43
9.1.2. Stadt B, 45.000 Einwohner	46
9.1.3. Stadt C, 27.000 Einwohner	49
9.1.4. Stadt D, 6.700 Einwohner	51
9.1.5. Stadt E, 4.800 Einwohner	53
9.2. Data Management Plan (DMP)	56
9.3. Genereller Datenkatalog.....	57
9.4. Handlungsempfehlungen, Maßnahmenkataloge und Indikatoren	58
9.5. Anleitung zum Senflusk.....	61

1 Kurzfassung

Um die internationalen, europäischen und nationalen Klimaziele erreichen zu können, bedarf es u. a. zahlreicher Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sowie der Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien in Österreich. Die Umsetzung dieser konkreten Maßnahmen muss zu einem Großteil auf regionaler Ebene in Städten und Regionen erfolgen und bedingt fundierte Kenntnisse über das Energiesystem (Verbraucher-, Versorgungs- und Verteilungsstrukturen). Die Erfassung und Analyse regionaler Energie- und Ressourcenflüsse stellt dabei eine unerlässliche Planungsgrundlage dar.

In Österreich bilden die von der Statistik Austria erstellten und veröffentlichten Energiebilanzen die Datengrundlage für die Erfassung und Analyse von Energie- und Ressourcenflüssen, sowohl auf nationaler als auch auf Bundesländerebene. Die Energiebilanzen beinhalten jedoch aufgrund der Komplexität der Aufgabenstellung naturgemäß Datenunsicherheiten. Insbesondere für die Berechnung von Energiebilanzen für Städte oder Regionen bedarf es der Identifikation der Qualität der vorhandenen Daten und der fehlenden Datenbasis bis zur städtischen Ebene, da viele öffentlich verfügbare Daten mit direktem Bezug zu energierelevanten Themen nicht in einer ausreichend regionalen Granularität vorliegen.

Im Rahmen des Projekts sollen die Datengrundlagen der Statistik Austria für die Berechnung der nationalen Energiebilanzen einer kritischen Prüfung unterzogen werden. Auf Basis der Prüfungsergebnisse wird eine Methodik zur Regionalisierung der Energieflüsse entwickelt, die in einem Excel-Tool Anwendung finden soll. Das Excel-Tool soll für Gemeinden die Möglichkeit schaffen, autonom Energiebilanzen in Anlehnung an die Bund- und Länderbilanzen zu erstellen, um Energieflüsse zu analysieren, visualisieren und mit anderen Gemeindebilanzen vergleichen zu können.

Das Projekt startete mit einer Analyse der Dokumentation der Energiestatistiken sowie der vorgelagerten Primärerhebungen. Basierend auf den Stärken und Schwächen der Energiestatistiken und Primärerhebungen wurden erforderliche Alternativdaten recherchiert, identifiziert und analysiert. Aus dem entstandenen Set an Daten wurde eine Methodik entwickelt, die von möglichst allen Gemeinden verwendet werden kann und zusätzlich Dateneingaben zur Verbesserung der Energiebilanzen zulässt. Die Methodik orientiert sich an bestehenden Methoden zur Bildung von Energieeffizienzindikatoren sowie an Dekompositionsanalysen und koppelt Energieverbräuche an verbrauchstreibende Kennzahlen wie Bevölkerung und Wirtschaftsaktivität. Beim Excel-Tool wurde ein Fokus auf die Anwendungsfreundlichkeit gelegt, sodass die Dateneingabe und Bilanzausgabe sehr einfach gehalten wurden und die Zwischenberechnungen zur Ermittlung der resultierenden Bilanz in einem separaten Tabellenblatt erfolgen. Das Excel-Tool wurde getestet, indem die verfügbaren Daten der teilnehmenden Gemeinden eingetragen wurden. Die Ergebnisse der Tests wurden mit den teilnehmenden Gemeinden diskutiert.

In diesem Projekt wurde ein Set an Instrumenten erarbeitet, das von Gemeinden für die Analyse, die Planung, die Umsetzung und das Monitoring von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieflüsse in der Gemeinde herangezogen werden kann:

- Der generelle Datenkatalog ist eine Liste an erforderlichen Daten sowie deren aktuellen Fundorten zur Erstellung regionaler Energieflüsse.
- Die entwickelte Methodik zur Regionalisierung dient hauptsächlich der Dokumentation des entwickelten Planungsinstruments „Senflusk“.
- Das Planungsinstrument Senflusk kann von Gemeinden autonom ausgefüllt werden und bietet unterschiedliche Komplexitäts- und Genauigkeitsstufen. Die primären Funktionen sind die Erstellung einer Energiebilanz zur Visualisierung der wesentlichen Energieflüsse in der Gemeinde sowie die Abschätzung von Maßnahmeneffekten auf zukünftige Energieflüsse.
- Die entwickelte Liste an Handlungsempfehlungen soll Gemeinden bei der Identifikation neuer Maßnahmen unterstützen.

Mangels Daten zu den Energieflüssen bei vielen Energieträgern, Verbrauchsanlagen und Umwandlungsanlagen und aufgrund des unverhältnismäßigen hohen Aufwands bei der Erhebung exakter Werte wurde entschieden, methodisch eine Mischung aus dem Top-down- und Bottom-up-Ansatz umzusetzen. Je nachdem welche Methode verstärkt zum Einsatz kommt, ergeben sich daraus folgende Vor- und Nachteile für das Planungsinstrument:

Merkmale des Top-down-Ansatzes:

- + Geringer Aufwand bei der Erhebung und Eingabe von Daten
- + Verbesserte Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Städten
- Ungenaue Abbildung der regionalen Situation
- Geringe Eignung für individuelle Planungen

Merkmale des Bottom-up-Ansatzes:

- + Verbesserte Abbildung der regionalen Situation
- + Hohe Eignung für individuelle Planungen
- Erhöhter Aufwand bei der Erhebung und Eingabe von Daten
- Erforderliches Fachwissen für die Sachbearbeitung
- Erforderliche einheitliche methodische Vorgehensweise bei der Erhebung von Daten, um Vergleichbarkeit zwischen Regionen zu gewährleisten

Ein Großteil der für die Erstellung der regionalen Energiebilanz relevanten Eingangsdaten entstammen öffentlich verfügbaren Statistiken bzw. standardisierten Erhebungen. Allerdings erfordert die Verbesserung der Energiebilanz zusätzliche Informationen, die teilweise extra erhoben werden müssen. Für diese Erhebungen gibt es aktuell keine einheitlichen Vorgaben.

Einige Datenquellen stehen nicht öffentlich zur Verfügung, bieten allerdings zusätzliche Möglichkeiten zur Verbesserung der regionalen Energieflüsse. In weiterführenden Untersuchungen könnte geklärt werden, welche Barrieren einer Verwendung entgegenstehen, wie diese Barrieren überwunden werden können und welche standardisierten Datenverkehrsbestimmungen geschaffen werden können, damit der Aufwand für Datenaufbereitung und Datenverarbeitung aller betroffenen Stellen möglichst gering ist.

2 Abstract

In order to achieve the international, European and national climate targets, numerous measures are required to increase energy efficiency and the share of renewable energies. The implementation of these measures has to take place to a large extent at the regional level in cities and regions and requires in-depth knowledge of the energy system (supply, distribution and consumption). The assessment and analysis of regional energy and resource flows is an essential basis for planning.

In Austria, the energy balances compiled and published by Statistics Austria provide the data basis for analysing energy and resource flows, both at the national and at the provincial level. However, energy balances contain data uncertainties due to the complexity of the compilation. Especially for the calculation of energy balances for cities or regions, it is necessary to identify the quality of existing data as well as missing data down to the city level, since many public data are not available in the necessary regional granularity.

As the first task of the project, the database of Statistics Austria for the calculation of national energy balances will be subjected to a critical review. Based on the results of the review, a methodology for breaking down energy flows to the regional level will be developed, which will afterwards be applied in an Excel tool. The Excel tool is intended to offer municipalities the possibility to create energy balances autonomously in line with the national energy balance in order to analyse and visualise energy flows and to be able to compare them with other municipal energy balances.

The project started with an analysis of the documentation of the energy statistics as well as the primary surveys. Based on their strengths and weaknesses, necessary alternative data were researched, identified and analysed. From the generated set of data, a methodology was developed that is useful to various municipalities and, on the other hand, allows additional data inputs to improve energy balances. The methodology draws on existing methods for the calculation of energy efficiency indicators as well as decomposition analyses and correlates energy consumption with consumption-driving indicators such as population and economic activity. The Excel tool focuses on user-friendliness. For this reason, data input and balance sheet output are kept very simple and intermediate calculations to determine the resulting balance sheet are carried out in a separate worksheet. Validation and verification in this analysis were performed by entering the available data from the participating municipalities and discussing the results with the municipalities.

As a result of this project, a set of tools was developed that can be used by municipalities for the analysis, planning, implementation and monitoring of measures to improve energy flows in the municipality. The following tools were developed:

- A general data catalogue that contains a list of required data and their current locations for the creation of regional energy flows
- A method for breaking down energy flows to the regional level
- The Excel-based tool "Senflusk", which can be completed autonomously by municipalities and used at different levels of complexity and accuracy. Primary functions are the creation of an energy balance to visualise the main energy flows in the municipality and the estimation of the effects of measures on future energy flows.
- A list of recommendations to support municipalities in identifying new measures

Due to the lack of data on energy flows for some energy sources, consumption plants and conversion plants, and the excessive effort required to collect regional data, it was decided to implement methodically a mixture of top-down and bottom-up approaches. Depending on which method is used, the approach results in the following advantages and disadvantages for “Senflusk”:

Characteristics of the top-down approach:

- + Little effort to collect and enter data
- + Improved comparability with other municipalities
- Inaccurate representation of the regional situation
- Low suitability for individual planning

Characteristics of the bottom-up approach:

- + Improved mapping of the regional situation
- + Suitability for individual planning
- Increased effort for collecting and entering data
- Expertise required for data handling
- Consistent methodological approach required to collect data and ensure comparability between regions

A large part of the input data for the regional energy balance comes from publicly available statistics or standardised data sources. However, the improvement of the energy balance requires additional information, some of which must be collected separately. There are currently no standardised specifications for these assessments.

Some data sources are not publicly available, but offer additional possibilities for improving regional energy flows. Further research could clarify which barriers stand in the way of use, how these barriers can be overcome and which standardised data traffic regulations can be created so that the effort for data preparation and data processing of all stakeholders concerned is as low as possible.

3 Ausgangslage

3.1. Motivation für das Projekt/Forschungsfrage

Um die internationalen, europäischen und nationalen Klimaziele erreichen zu können, bedarf es u. a. zahlreicher Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sowie der Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien in Österreich. Die Umsetzung dieser konkreten Maßnahmen muss zu einem Großteil auf regionaler Ebene in Städten und Regionen erfolgen und bedingt fundierte Kenntnisse über das Energiesystem (Verbraucher-, Versorgungs- und Verteilungsstrukturen). Die Erfassung und Analyse regionaler Energie- und Ressourcenflüsse stellt dabei eine unerlässliche Planungsgrundlage dar. In vielen Fällen liegen wenige Informationen zu Energie- und Ressourcenflüssen vor oder die vorhandenen Abschätzungen greifen nicht auf das Wissen der regionalen Verwaltung zu. Ein Planungsinstrument, in dem einerseits Abschätzungen zu den Energieflüssen getroffen werden können, allerdings auch genauere Daten eingespielt werden können, soll Abhilfe schaffen. Ein solches Planungsinstrument sollte neben der Darstellung der Energieflüsse auch die Möglichkeit bieten, erste Einschätzungen zu Maßnahmeneffekten abzubilden, um die Entwicklung von geeigneten Maßnahmenbündeln zu ermöglichen.

3.2. Status quo/Ausgangssituation

In Österreich stellen die von der Statistik Austria erstellten und veröffentlichten Energiebilanzen die Datengrundlage für die Erfassung und Analyse von Energie- und Ressourcenflüssen dar, sowohl auf nationaler als auch auf Bundesländerebene. Die Energiebilanzen beinhalten jedoch aufgrund der Komplexität der Aufgabenstellung naturgemäß Datenunsicherheiten. Insbesondere für die Berechnung von Energiebilanzen für Städte oder Regionen bedarf es der Identifikation der Qualität der vorhandenen Daten und der fehlenden Datenbasis bis zur städtischen Ebene, da viele öffentlich verfügbare Daten mit direktem Bezug zu energierelevanten Themen nicht in einer ausreichend regionalen Granularität vorliegen.

Diese Unsicherheiten werden in Österreich auf nationaler Ebene sehr gut beherrscht. Es zählt zu jenen Ländern, bei denen die Datengenauigkeit durch die Erhebungsintervalle, -methoden und -verarbeitungen sowie die dafür eingesetzten Ressourcen in Relation zu weniger wohlhabenden Staaten vergleichsweise hoch sind. Beispiele für hochqualitative Datenquellen sind bspw. der ca. zweijährig durchgeführte Mikrozensus der Haushalte, die Gütereinsatzstatistik und die laufenden Eintragungen in das Adress-, Gebäude- und Wohnungsregister (AGWR).

Für die mögliche Herleitung städtischer Energiebilanzen spielen jedoch vor allem die Bundesländer-Energiebilanzen als Datenbasis eine wichtige Rolle. Die Statistik Austria geht bei der Regionalisierung der Energiebilanz für die Bundesländer so vor, dass Daten, zu denen keine Angaben aus Erhebungen vorliegen, modellhaft aufgeteilt werden (z. B. der Kraftstoffeinsatz mittels Kfz-Zulassungen). Des Weiteren werden Bundesländerangaben in die Energiebilanzen übernommen und sektoral vorliegende Daten werden entsprechend einem Betriebs- oder Mitarbeiterschlüssel regionalisiert.

Diese sind aber von verschiedenen Datenunsicherheiten, die auch für die nationale Energiebilanz von Bedeutung sind, besonders betroffen. Diese Unsicherheiten werden nachfolgend kurz zusammengefasst:

- In den Energiebilanzen werden bei der jährlichen Veröffentlichung der neuen Bilanz häufig auch Anpassungen an den Werten in den letzten jeweils noch erfassten Bilanzen vorgenommen. Von Zeit zu Zeit werden die Zahlen älterer Erfassungsjahre (auch auf Bundesländerebene) eingefroren und ab da nicht mehr nachträglich angepasst. Aufgrund der noch tieferen Gliederung der Bundesländer-Energiebilanzen werden eher Unsicherheiten sichtbar, beispielsweise in Form von ausgeprägten Veränderungen in den ausgewiesenen Werten. Die veröffentlichten Daten unterliegen dadurch einer gewissen Dynamik, bis sie veröffentlicht werden.
- Die Landesregierungen verfügen in manchen Bereichen (z. B. durch eigene Datenbestände oder auch Beteiligung an Landesenergieversorgern) über Zugang zu besseren Daten, als dies die Statistik Austria im Rahmen ihrer gesetzlich bestehenden Möglichkeiten, z. B. direkt über entsprechende Verordnungen oder indirekt über entsprechende (unternehmerische) Meldungspflichten in einer Vielzahl von Gesetzesmaterien, hat. Daher kommt es zeitweise zu Abstimmungen zwischen Bundesländern und Statistik Austria, um die Bundesländer-Energiebilanzen zu konkretisieren. Die oben genannten nachträglichen Anpassungen basieren teilweise auf diesen Verfahren.
- Die tiefere Untergliederung des energetischen Endverbrauchs in den Nutzenergieanalysen der Statistik Austria, die ebenfalls in einer nationalen und jeweils einer Bundesländerversion vorliegen, ist Ursache für weitere Unsicherheiten. Historisch wurde die Untergliederung in Nutzenergiekategorien auf Basis von ExpertInnenschätzungen durchgeführt. In den letzten Jahren konnten die Datengrundlagen für die Aufgliederung in Nutzenergiekategorien in vielen Bereichen durch Bottom-up-Ansätze deutlich verbessert werden. Bei der Modellierung von Energieflüssen für Städte und Gemeinden müssen die auf den Nutzenergiekategorien basierenden Unsicherheiten daher entsprechend berücksichtigt werden.

3.3. Zielsetzung des Projekts

Im Rahmen des Projekts sollen die Datengrundlagen der Statistik Austria für die Berechnung der nationalen Energiebilanzen einer kritischen Prüfung unterzogen werden. Dabei werden Datenqualität und Spezifikation der zugrundeliegenden Datensätze erhoben und die Auswirkungen von Unschärfen, Aggregation, Datenlücken und Annahmen auf das Endergebnis transparent dargestellt. Anschließend soll die Anwendung der Methodik auf Ebene der Stadt geprüft werden. Es soll ein Excel-Tool für Städte in Anlehnung an die Bund- und Länderbilanzen entwickelt werden, das den Städten erlaubt, ihre Energieflüsse zu ermitteln, darzustellen und untereinander zu vergleichen. Diese Berechnungsmethodik wird in einem ersten Schritt möglichst einfach sein, sodass die Städte die Möglichkeit haben, sie selbstständig zu erstellen. Zur Verbesserung der Genauigkeit der regionalen Energiebilanzen soll ein ergänzender Bottom-up-Ansatz dienen. Schließlich wird noch die Möglichkeit geschaffen, Szenarien mithilfe von Indikatoren und Handlungsempfehlungen zur Erreichung der Klima- und Energieziele abzubilden. In einem nächsten Schritt wird die Methodik in ein Excel-Tool implementiert und an fünf Referenzstädten getestet, welche sich grundlegend voneinander unterscheiden.

3.4. Stand des Wissens aus eigenen Vorarbeiten

Die Österreichische Energieagentur (AEA) hat sich in einer Vielzahl ihrer vergangenen Projekte bereits mit der Entwicklung von Entscheidungshilfen für österreichische Städte auseinandergesetzt. Ziel des Projektes Eco.District.Heat war es, ein Instrument zu entwickeln, mit dem das Themengebiet leitungsgebundene Wärme- (und Kälte-)Versorgung in städtischen Energiekonzepten in Abstimmung mit energieraumplanerischen Fragestellungen aus ganzheitlicher Perspektive bearbeitet werden kann. Aus einer Analyse und Synthese der systemischen Zugänge mit den Ergebnissen der ökologischen und ökonomischen Bewertung wurden Optionen für die energieorientierte Stadtplanung und Stadtgestaltung aufgezeigt und im Baukastensystem als Entscheidungshilfe für städtische Energieraumplanung aufbereitet. Die AEA erstellt des Weiteren jährlich ein Energieflussbild für ganz Österreich, das in der Broschüre „Energie in Österreich“ veröffentlicht wird. Es stellt in Form eines Sankey-Diagramms den Endenergieverbrauch Österreichs, inkl. des Aufkommens, der Umwandlung und der Verwendung, aufbauend auf der Energiebilanz für das entsprechende Jahr dar. Die Ausarbeitung der Energieflüsse setzt umfassende Kenntnisse in der Arbeit mit Energiebilanzen voraus und verdeutlicht die Erfahrung der AEA in diesem Themenfeld. Im Rahmen des Projektes TABULA wurde durch die Österreichische Energieagentur ein webbasiertes Tool entwickelt, das die Energiebilanzierung von Gebäuden online ermöglichte, indem Gebäudetypologien verglichen und – mit statistischen Werten hinterlegt – für Energieeinsparprognosen und CO₂-Einsparpotenzialanalysen herangezogen werden konnten.

Der Auftragnehmer RMA hat bereits in vorangehenden Arbeiten ein Excel-basierendes Tool entwickelt, das in der Vergangenheit bereits mehrmals für die Berechnung von aktuellen Energieflüssen sowie von Zukunftsszenarien von Städten und Regionen vor allem im Bundesland Kärnten zum Einsatz kam. Dieses Tool nutzt sowohl Top-down- als auch Bottom-up-Berechnungsansätze. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik sowie die Ergebnisse der Berechnungen der jeweiligen Städte bzw. Regionen können den folgenden Berichten entnommen werden:

- Obernosterer R., Karitnig A., Lepuschitz B.: Energie-Ist-Analyse und Potentialanalyse für die Klima- und Energie-Modellregion Althofen Umgebung, Villach 2018.
Diese Inhalte sind in Hofer C.: Umsetzungskonzept der Klima- und Energie-Modellregion „Althofen Umgebung“, Althofen 2018 eingebettet und online abrufbar:
<https://www.klimaundenergiemodellregionen.at/assets/Uploads/Berichte/B671817-konzept.pdf>
- Obernosterer R. et al.: Fachliche Unterstützung bei der Datenauswertung zur Erstellung des Umsetzungskonzepts der Klima- und Energie-Modellregion Carnica-Rosental, Villach 2016.
- Obernosterer R. et al.: Smart Region Villach, Endbericht 1: Grundlagenerhebung, im Auftrag der Stadt-Umland Regional Kooperation Villach, Villach 2015.
- Obernosterer R. et al.: Altervis – Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien, LBS 11 – Szenarien für den Masterplan, Endbericht, Villach 2013.
https://www.klimaundenergiemodellregionen.at/assets/Uploads/bilder/doku/B370017_konzept.pdf; letzter Zugriff Februar 2021.
- Vision-Projektkonsortium: Vision 2050 – Villach strives for innovative energy concepts, Publizierbarer Endbericht, Smart Energy Demo – FIT for SET 1. Ausschreibung, Villach 2012.

<https://docplayer.org/38391410-Vision-2050-villach-strives-for-innovative-energy-concepts.html>; letzter Zugriff Februar 2021.

- Vision-Projektconsortium: Vision Step I – Realising Villach’s Smart City Vision – Step I, Publizierbarer Endbericht, Smart Energy Demo – FIT for SET 2. Ausschreibung, Villach 2016.

3.5. Stand des Wissens aus nationalen und internationalen Projekten

Im Zuge des Projekts wurde eine umfangreiche Internetrecherche durchgeführt. Mehr als 120 Arbeiten bereits durchgeführter Energiebilanzen auf Gemeindeebene wurden durchleuchtet, wovon 54 einer näheren Betrachtung unterzogen wurden. Davon wiederum erwiesen sich 18 Arbeiten hinsichtlich einer Berücksichtigung im vorliegenden Projekt als besonders relevant (Stand: August 2020).

Thematisch orientierte sich die Recherche nach:

- mathematischen Modellen
- methodischen Entwicklungen und Leitfäden
- Richtlinien und Normen zur städtischen Energiebilanzierung
- (EU-)Forschungsprojekten sowie nach Projekten der angewandten nationalen Forschung in Österreich und in Deutschland

Die genannten ausgewählten 54 Arbeiten wurden als Übersichtsverzeichnis in einer Excel-Liste organisiert, mit Angaben über Link, Titel, Jahr, AutorInnen (als Institution), Kurzzinhalt, Bemerkungen sowie einem internen Relevanzranking.

Im Anfangsstadium wurde auch englischsprachige Literatur eruiert. Da es sich jedoch relativ schnell zeigte, dass die Forschung in diesem thematischen Bereich in der EU und konkret in Österreich (z. B. im Programm „Stadt der Zukunft“) und Deutschland (v. a. universitäre Forschung) am weitesten vorangeschritten ist, wurde die Suche nach geeigneten Arbeiten nur mehr auf Deutsch fortgesetzt.

Auf Ebene der Recherche selbst lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Die Energieeffizienz von Gebäuden (Sanierung sowie Neubauten) sowie des städtischen Verkehrs stellen seit Jahren einen Schwerpunkt der Forschung dar. Daher stehen sie auch im Mittelpunkt einer Vielzahl von Energieeffizienzmaßnahmen und -programmen.
- Auf Bilanzenebene werden vorwiegend Länder und Regionen (z. B. Klima- und Energie-Modellregionen) als Gegenstand der Bilanzierung herangezogen.
- Im Sinne von Bilanzierungsmodellen im Kontext des Klimawandels bzw. der Energienutzung werden Städte generell im Hinblick entweder auf atmosphärische Bedingungen (Luftströmungen, Luftfeuchtigkeit etc.) oder auf die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie betrachtet.
- Mathematische Modelle zur Analyse und Entwicklung von Prognoseszenarien konkret im Bereich des Gegenstands des vorliegenden Projekts existieren noch sehr begrenzt, was den Innovationsgehalt des Letzteren erneut bestätigt.
- Regeln für städtische Energiebilanzen werden zwar bei einigen Projekten und Initiativen (z. B. Konvent der Bürgermeister) beschrieben, diese erlauben aber in einzelnen Sektoren

unterschiedliche Methodiken (Systemgrenzen etc.), sodass Vergleichbarkeit wiederum kaum gegeben ist.

Die Erhebungen zum Stand des Wissens haben gezeigt, dass bisher erstellte und veröffentlichte Energiebilanzen von Städten und Regionen keiner einheitlichen Methodik folgen und daher nicht vergleichbar sind. Einzelne Förderprogramme verlangen zwar die Vorlage von Energiebilanzen von den Förderwerbern (z. B. Klima- und Energie-Modellregionen), geben aber kaum bis keine Regeln für deren Berechnung vor. Andere wiederum haben Regelwerke (wie z. B. Konvent der Bürgermeister), erlauben in diesen jedoch mehrere Systemgrenzen, Datenqualität etc., sodass auch hier eine Vergleichbarkeit der vorgelegten Bilanzen nur bedingt gegeben ist.

4 Projektinhalt

4.1. Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen der städtischen Energiebilanzen

4.1.1. Systematik der regionalen Energiebilanzen

Die städtischen Energiebilanzen orientieren sich weitgehend an den jährlich von der Statistik Austria veröffentlichten Energiebilanzen (EB) für Österreich und die Bundesländer. In Tabelle 1 sind die Bilanzaggregate und deren Unterleitung kurz dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung und Analyse der Systematik und Datengrundlagen dieser finden Sie im Anhang 0. Im Vergleich zu den Energiebilanzen für Österreich und die Bundesländer wird bei den regionalen Energiebilanzen von folgenden Bilanzaggregaten abgesehen:

- Lagerbestandsänderung
- Produktübertragungen
- Nichtenergetischer Endverbrauch

Die Lagerbestandsänderungen beinhalten Energiemengen, die über ein Kalenderjahr hinaus eingelagert oder entnommen werden. Österreichweit sind Lagerbestände für die Feststellung der Versorgungssicherheit relevant. Auf regionaler Ebene hingegen ist der Mehrwert für die Planung von Maßnahmen nicht gegeben und würde einem entsprechenden Aufwand in der Datenerhebung gegenüberstehen.

Die Produktübertragung ist für einzelne Erdölprodukte in Raffinerieprozessen relevant. Die Granularität der Energieträger sieht jedoch auf regionaler Ebene die Verwendung der übergeordneten Energieträgergruppe Öl vor. Da die Summe aller Erdölprodukte sich auf null ergänzen, ist dieses Bilanzaggregat für regionale Energiebilanzen nicht erforderlich.

Der nichtenergetische Endverbrauch beschreibt jene Energiemengen, die als Materialien in Produkten eingesetzt werden, wie beispielsweise Erdölprodukte in Kunststoffen. Diese Energieeinsätze sind sehr spezifisch und können durch Maßnahmen im Normalfall nicht beeinflusst werden. Aufgrund des geringen Mehrwerts in regionalen Energiebilanzen sowie des zusätzlichen Erhebungsaufwands wurde dieses Bilanzaggregat daher ebenfalls in der regionalen Energiebilanz nicht ausgeführt. Durch Weglassen der nichtenergetischen Endverbräuche entspricht der Bruttoinlandsverbrauch in der regionalen Energiebilanz dem Primärenergieverbrauch.

Tabelle 1: Bilanzaggregate der Energiebilanzen

Mathematischer Zusammenhang der Bilanzaggregate		Beschreibung der Bilanzaggregate	weitere Unterteilung	
Aufkommen		Primärproduktion	Inländische Erzeugung von Rohenergie; beeinflusst den Grad der Eigenversorgung einer Volkswirtschaft maßgeblich	keine
	+	Import	Einfuhr aus dem Ausland oder einem anderen Bundesland	keine
	±	Lagerstandänderung	Anfangsbestand abzüglich Endbestand; positive Werte bedeuten einen Lagerabbau, negative Werte bedeuten einen Lageraufbau	keine
	±	Produktübertragungen	Recycling bzw. Umwidmung von Zwischenprodukten in der Mineralölverarbeitung; die Summe aller Produktübertragungen in einer Energiebilanz ist null	keine
	-	Export	Ausfuhr in das Ausland oder ein anderes Bundesland	keine
	=	Bruttoinlandsverbrauch	zentrales Bilanzaggregat; gibt die im Inland verfügbare Energiemenge an; die Berechnung des Bruttoinlandsverbrauch ist aufkommenseitig und einsatzseitig möglich; der Bruttoinlandsverbrauch kann negative Werte annehmen, z. B. bei Mineralölprodukten in Niederösterreich, da sich durch die Raffinerie in Schwechat hohe Exporte in andere Bundesländer ergeben	keine
Einsatz		Umwandlungseinsatz	Einsatz eines Energieträgers zur Erzeugung von Sekundärenergieträgern in einem Umwandlungsprozess, z. B. Heizöl aus Erdöl; oder elektrische Energie und Fernwärme aus Naturgas in einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK)	Weiter unterteilt nach Umwandlungsprozesse in Holzkohlenproduktion, Kraftwerke, KWK-Anlagen, Heizwerke sowie jeweils in EVU (Energieversorgungsunternehmen) und UEA (Unternehmen mit Energieanlagen)
	-	Umwandlungsausstoß	Erzeugte Sekundärenergieträger mithilfe eines Umwandlungsprozesses, z. B. Koks aus Kokschole (siehe Umwandlungseinsatz)	Weiter unterteilt nach Umwandlungsprozesse in Kraftwerke, KWK-Anlagen, Heizwerke sowie jeweils in EVU (Energieversorgungsunternehmen) und UEA (Unternehmen mit Energieanlagen) sowie diverse Energieträger
	+	Verbrauch Sektor Energie	Verbrauch bei den Energiesektoren (z. B. Raffinerie, Strom-, Gas- und Wärmeversorgung); etwa der Bedarf an elektrischer Energie für den Betrieb eines Kraftwerkes	Weiter unterteilt in Gewinnung von Erdöl und Erdgas, Kohlenbergbau, Mineralölverarbeitung, Kokerei, Hochofen, Energieversorgung (Elektrizität, Erdgas, Fernwärme)
	+	Transportverluste/ Messdifferenzen	Verluste bei der Verteilung der Energieträger bis zum Ort der Endverwendung	keine
	+	Nichtenergetischer Verbrauch	Verbrauch für stoffliche Zwecke, z. B. Naturgas zur Produktion von Düngemittel	keine
	+	Energetischer Endverbrauch	zentrales Bilanzaggregat; gibt die dem Verbraucher zur Verfügung stehende Energiemenge an, die in unterschiedlichen Nutzenergiekategorien eingesetzt werden kann	Weiter unterteilt in Sektoren lt. IEA-Gliederung (Internat. Energieagentur) (siehe Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Wirtschaftssektoren der IEA und der ÖNACE 2008), sowie nicht zuordenbar
Quelle: Statistik Austria: "Standard-Dokumentation-Metainformationen zu den Energiebilanzen für Österreich und die Bundesländer", 2016				

Die Bund- und Länderbilanzen unterscheiden in über 25 Rohenergieträger und über 15 abgeleitete Energieträger (siehe Tabelle 2). Für eine regionale Energiebilanz ist dies nicht zweckmäßig, da die Ungenauigkeit bei einzelnen Energieträgern insbesondere auf regionale Ebene stark steigt (Ploiner, Sahin, & Tretter, 2019, S. 38). Daher beschränken wir die Auswertung auf die sieben übergeordneten Energiegruppen (Kohle, Öl, Gas, Abfälle, Erneuerbare, Fernwärme, elektrische Energie bzw. Strom), die auch in den EB Anwendung finden. Da sowohl Strom bzw. elektrische Energie als auch Fernwärme im Sinne der EB keine Rohenergieträger sind, scheinen diese unter „Inländische Erzeugung von Rohenergie“ (Primärproduktion) nicht auf. Die im Endverbrauch eingesetzte elektrische Energie und Fernwärme scheinen entweder im Umwandlungsausstoß oder im Außenhandelsaldo aus. Der Außenhandelsaldo (Import – Export) beschreibt jene Energiemengen, die nicht innerhalb der Gemeindegrenzen bereitgestellt werden können.

Tabelle 2: Energieträgerklassifikation der Energiebilanz

Energieträgerklassifikation der Energiebilanz	
Rohenergieträger:	Abgeleitete Energieträger:
Fossile Energieträger:	Elektrische Energie
Steinkohle	Fernwärme
Braunkohle	Braunkohlenbriketts
Brenntorf	Koks
Erdöl	Sonstiger Raffinerieeinsatz
Erdgas	Benzin
	Leucht- und Flugpetroleum
	Dieselmotorkraftstoff
Erneuerbare Energieträger:	Gasöl für Heizzwecke
Scheitholz	Heizöl
Hackschnitzel ¹ , Sägenebenprodukte ¹	Flüssiggas
Waldhackgut ¹ , Rinde ¹ , Stroh ¹	Sonstige Produkte der Erdölverarbeitung
Ablauge der Papierindustrie ¹	Raffinerierestgas
Biogas ¹ , Klärgas ¹ , Deponiegas ¹	Mischgas
Klärschlamm ¹ , Rapsmethylester ¹	Gichtgas
Tiermehl und -fett ¹	Kokereigas
Energie aus Wärmepumpen ²	
Geothermische Energie ²	
Solarwärme ² , Solarstrom ⁴	
Windkraft ⁴	
Wasserkraft	
Müll ³ , Sonstige Abfälle ³	
¹ Ausgewiesen unter Biogenen Brenn- und Treibstoffen	
² Ausgewiesen unter Umgebungswärme	
³ Ausgewiesen unter Brennbaren Abfällen	
⁴ Ausgewiesen unter Wind und Photovoltaik	
Quelle: Statistik Austria, Österreich-Energiebilanzen, Klassifikation	

Für die Städte sind zwei Fragen in Bezug auf die Energiebilanz und in weiterer Folge auf die Erreichung der Klima- und Energieziele vorherrschend:

1. Wie hoch ist der derzeitige energetische Endverbrauch in der Stadt und wie kann dieser in Zukunft gesenkt werden?
2. Wie viel erneuerbare Energie wird in der Stadt derzeit erzeugt und wie kann diese erhöht werden?

Daher liegt der Fokus bei der Datenerhebung und Berechnung auf den Bilanzaggregaten „energetischer Endverbrauch“ und „Umwandlungsausstoß“ bei Fernwärme und Strom sowie „Erzeugung von Rohenergie“ bei Abfällen und Erneuerbaren und „Netto-Handelssaldo“ bei den nicht erneuerbaren Energieträgern.

4.1.2. Zeitliche Systemgrenze

Analog zur Bundes- und Bundesländer-Energiebilanz ist der Bilanzierungszeitraum ein einzelnes Kalenderjahr.

Das Tool wird standardmäßig für das Kalenderjahr 2017 ausgearbeitet. Alle bereits im Tool hinterlegten Daten und Statistiken beziehen sich darauf. Das Bilanzjahr kann beliebig verändert werden; wichtig ist dabei, dass alle Eingabewerte sowie alle hinterlegten Statistiken aktualisiert werden. Wie bei einer Aktualisierung des Bilanzjahres vorzugehen ist, wird in der Anleitung in Anhang 9.5 beschrieben.

Für die Validierung der Daten wird das Referenzjahr 2017 gewählt, weil für dieses im Bearbeitungsjahr 2020 die wesentlichsten Daten v. a. von der Statistik Austria bereits zur Verfügung stehen. Als Zieljahr für die Szenarien wird das Jahr 2030 gewählt. Das Zieljahr kann im Tool individuell angepasst werden.

Weitere Referenzjahre, wie im Antrag angeführt – nämlich 2005 und 2015/2016 –, wurden im Laufe der Bearbeitung als nicht notwendig erachtet, weil die EU-Ziele für das Jahr 2030 definiert sind. An diesen sollen sich auch die Kommunen orientieren. Relativzahlen in Relation zum Ausgangsjahr 2005 (wie in den EU-Zielen angegeben) sind für die städtischen Bilanzen, die in Absolutzahlen ausgewertet werden, nicht relevant.

4.1.3. Örtliche Systemgrenze

Im Projekt wurde als örtliche Systemgrenze die österreichische Verwaltungseinheit Gemeinde herangezogen. Darunter fallen unter anderem auch Statutarstädte (z. B. Villach), wo die Stadt- und Gemeindegrenze dem politischen Bezirk entspricht.

Die Bundes- und Länderbilanzen verfolgen das Prinzip der harten territorialen Abgrenzung; das bedeutet, dass der Energieverbrauch abhängig vom jeweiligen Standort der Gemeinde zugerechnet wird. In der regionalen Bilanz wird dieses Prinzip weitestgehend angewandt.

Lediglich beim Energieverbrauch im Verkehr wird von diesem Prinzip abgewichen, um die Effekte von Maßnahmen im Personenverkehr (z. B. Ausbau öffentlicher Verkehr) ganzheitlich darstellen zu können.

4.1.1. Einheiten

Die Berechnungen werden analog zu den Bundes- und Bundesländer-Energiebilanzen in Terajoule (TJ) ausgeführt.

Die Eingabedaten variieren und sind vorzugsweise mit Megawattstunden (MWh) ausgeführt, weil diese Einheit beispielsweise auf Energieabrechnungen gebräuchlicher ist. Hinzu kommt, dass die Energiemengen mangels Kommastellendarstellung teilweise nicht mehr abbildbar sind, wenn die betrachtete Gemeinde klein ist.

Aufgrund von Rückmeldungen der Gemeinden zur Praktikabilität wird in den resultierenden Bilanzen die Einheit Gigawattstunden (GWh) verwendet. Aufgrund der oben beschriebenen Gebräuchlichkeit können die Ergebnisse besser an die Öffentlichkeit kommuniziert werden.

4.1.2. Datengrundlagen allgemein

Während auf Bundes- und Länderebene diverse Daten frei zur Verfügung stehen, ist der Zugang zu spezifischen Daten auf städtischer Ebene schwierig und nicht einheitlich für alle Bezirke und Gemeinden. Für die Erstellung von städtischen Energiebilanzen stehen daher zwei prinzipielle methodische Ansätze zur Verfügung:

- Top-down: Ausgangslage sind frei zur Verfügung stehende Bundes- und Länderdaten, die mit geeigneten Indikatoren (z. B. Einwohner, Beschäftigungszahlen etc.) auf die Gemeinde heruntergerechnet werden.
- Bottom-up: Ausgangslage sind spezifische Daten, die entweder auf Gemeindeebene zur Verfügung stehen (Gemeindestatistiken, Registerdaten, Daten regionaler Energieversorger etc.) oder von den Gemeinden gesondert erhoben werden. Teilweise müssen diese spezifischen Daten in Energiemengen umgerechnet und auf die Gemeindeebene hochgerechnet werden.

Die ausschließliche Verwendung des Top-down-Ansatzes hat den Vorteil der relativ raschen Erstellung und Vergleichbarkeit der städtischen Bilanzen untereinander. Der Nachteil dieses Ansatzes ist jedoch, dass die spezifischen Gegebenheiten der einzelnen Städte nicht ausreichend abgebildet werden können und daher das Planungsinstrument unter Verwendung des Top-down-Ansatzes zur Erreichung der Klima- und Energieziele nur bedingt einsetzbar sind.

Die ausschließliche Verwendung des Bottom-up-Ansatzes wiederum führt in vielen Fällen zu einem erheblichen Aufwand. Die Vergleichbarkeit der Gemeinden untereinander ist jedoch ohne einheitliche methodische Vorgaben praktisch unmöglich. Die spezifischen Rahmenbedingungen der einzelnen Regionen wären jedoch wesentlich besser abgebildet, wodurch der Ansatz für das individuelle Planungsinstrument geeigneter ist.

4.1.3. Ziele und Lösungswege für die städtischen Bilanzen

Bei der Erstellung einer regionalen Energiebilanz ist eine Kombination des Bottom-up-Ansatzes mit dem Top-down-Ansatz der effektivste Weg, um die Vorteile beider Ansätze hervorzuheben und die Nachteile möglichst zu verringern. Es ist daher für jedes Bilanzaggregat und jeden Verbrauchssektor eine Analyse hinsichtlich der Eignung der jeweiligen Ansätze anzustellen. Da selbst durch

Verschmäkung der beiden Ansätze nicht alle Ungenauigkeiten verhindert werden können, sind die offenbleibenden Erhebungslücken zu identifizieren und in der Methodik offenzulegen.

Die Erkenntnisse werden in ein Excel-Tool eingepflegt, das den Städten zur Berechnung von Energieflüssen zur Verfügung steht. Die Stärken und Schwächen des Tools werden beschrieben und weiterer Forschungs- und Handlungsbedarf zur Verbesserung aufgezeigt.

Als ein Lösungsweg wird im Zuge dieses Projekts vorgeschlagen, die städtischen Bilanzen in mehreren Spezifikationsstufen zu erstellen, wobei sich die Spezifikationsstufen vor allem in der Anzahl an möglichen Eingaben und Datenverfügbarkeit unterscheiden. Das im Rahmen dieses Forschungsprojekts entwickelte Excel-Tool wird zwei Spezifikationsstufen zulassen.

Stufe 1 – Vereinfachte Energiebilanz:

- Gemeindeenergiebilanz mit öffentlich verfügbaren statistischen Daten
- Frei zugängliche Daten, die möglichst direkt eingetragen werden können oder nur einfache Rechenschritte erfordern und bei denen der Zeitaufwand dafür vergleichsweise gering ist
- Diese sollte jede Stadt in einem ersten Schritt erstellen.
- Sie wird v. a. über Top-down-Berechnungen ermittelt und bildet die regionalen Besonderheiten aufgrund der derzeitigen Datengrundlage nur in geringem Maße ab. Andererseits ermöglicht diese Bilanz aber eine Vergleichbarkeit der STA(D)T-Bilanzen der Städte untereinander, wenn auch mit stark eingeschränkter Aussagekraft.
- Die Disaggregation erfolgt anhand von Bevölkerungszahlen, Haushalten (Anzahl/Größe), Beschäftigten etc.

Stufe 2 – Detail-Energiebilanz:

- Städtische Energiebilanz, die das Einpflegen von weiteren Daten und Quellen ermöglicht
- Diese kann jede Stadt alternativ in einem zweiten Schritt erstellen.
- Die Erhebung der Daten ist zeitlich aufwendiger und erfordert meist Fachwissen. Den Städten werden diverse Möglichkeiten angeboten, weiter in die Tiefe zu gehen. Die Verfügbarkeit der Daten kann je nach Bundesland, Region, Stadtterritorium (Bezirk oder Gemeinde) etc. variieren. Auch Optionen für die eigene Erhebung von Daten sind enthalten.
- Diese Bilanz wird die regionalen Besonderheiten genauer abbilden. Jedoch ist hier die Vergleichbarkeit verschiedener Städte nur eingeschränkt möglich, da zwar die Methodik über das Excel-Tool vorgegeben ist, die Datenerhebung, -grundlage und -qualität aber unterschiedlich sein werden.

4.1.4. Treibhausgase

Das entwickelte Planungsinstrument wirft als Ergebnis vorrangig Energiemengen aus. Zur Umrechnung der Energiemengen in Treibhausgase bietet das österreichische Umweltbundesamt einen Treibhausgasemissionsrechner für Energieträger¹ an, der regelmäßig aktualisiert wird und online verfügbar ist.

¹ Berechnung von Treibhausgas-(THG-)Emissionen verschiedener Energieträger;
<https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html>, zuletzt abgerufen am 22.2.2021

4.2. Methodik zur Regionalisierung der Energiebilanz

In diesem Kapitel sind die zugrundeliegenden methodischen Ansätze zur Ermittlung der regionalen Energieflüsse im Detail beschrieben. Das Kapitel ist grob in die Bilanzaggregate unterteilt, wobei der energetische Endverbrauch zudem in die fünf Sektoren Haushalte, Landwirtschaft, Industrie, Dienstleistungen und Verkehr untergliedert ist.

Aufgrund unterschiedlicher Datenverfügbarkeiten in verschiedenen Regionen ist bei den methodischen Ansätzen vieler Bilanzaggregate zwischen Stufe 1, dem vereinfachten Ansatz, und Stufe 2, dem detaillierten Ansatz, zu unterscheiden. Während Stufe 1 (im Instrument „Vereinfachte Energiebilanz“) hauptsächlich mit öffentlich frei verfügbaren Daten (z. B. Statistiken) arbeitet, erfordert Stufe 2 („Detail-Energiebilanz“) zusätzliche Dateneingaben, die neben einem zeitlich höheren Erhebungs- und Eingabeaufwand auch mehr Fachwissen voraussetzen. Im methodischen Ansatz wird daher auch indiziert, welche Detaileingaben sinnvoll sind und zu einer deutlichen Verbesserung der resultierenden Energiebilanz führen können.

Aktuell unterscheidet die österreichische Energiebilanz (Statistik Austria, 2019a) bei Energieträgern in 7 Gruppen, 28 Überbegriffe sowie 48 Detail-Energieträger.² Die Energiebilanz selbst ist für alle drei Betrachtungsebenen ausgeführt. Wie zu Beginn des Projekts analysiert wurde (Ploiner, Sahin, & Tretter, 2019), würde die Verwendung aller Energieträger zu hohen Ungenauigkeiten bei der Zuteilung auf die regionale Ebene führen. Zur Reduktion von Ungenauigkeiten sowie zur Erhöhung der Bedienbarkeit des Planungsinstruments konzentriert sich die Methode auf die höchste Energieträger-Aggregationsebene und verwendet daher ausschließlich die sieben Energieträgergruppen. In der nachfolgenden Tabelle ist die Zuteilung der Energieträger zur jeweiligen Energieträgergruppe zu entnehmen:

Tabelle 3: Enthaltene Energieträger in den verwendeten Energieträgergruppen (Statistik Austria, 2019a)

Gruppe	Überbegriffe
Kohle	<ul style="list-style-type: none">• Steinkohle• Braunkohle• Briketts• Brenntorf• Koks• Gichtgas• Kokereigas
Öl	<ul style="list-style-type: none">• Erdöl (Rohöl)• Benzin• Diesel• Petroleum (inkl. Kerosin)• Gasöl für Heizzwecke (z. B. Heizöl extraleicht)• Heizöl• Flüssiggas• Raffinerieeinsatz

² Eine tabellarische Auflistung aller verwendeten Energieträger findet sich im Tabellenblatt „Klassifikation“ direkt in den im Excel-Format veröffentlichten Energiebilanzen.

Gruppe	Überbegriffe
	<ul style="list-style-type: none"> • Raffinerierestgas • Sonstige Produkte der Erdölverarbeitung
Gas	<ul style="list-style-type: none"> • Erdgas • Mischgas • Gas
Abfälle	<ul style="list-style-type: none"> • Brennbare Abfälle
Erneuerbare	<ul style="list-style-type: none"> • Scheitholz • Biogene Brenn- und Treibstoffe • Umgebungswärme (inkl. Solarthermie, Geothermie) • Wasserkraft • Windkraft und Photovoltaik
Fernwärme	<ul style="list-style-type: none"> • Fernwärme
Elektrische Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Energie

Wenn in den nachfolgenden Kapiteln von einem Herunterbrechen gesprochen wird, dann ist gemeint, dass der gewünschte Indikator (z. B. Endenergieverbrauch für Raumwärme) mit dem Verhältnis der regionalen Kennzahl zur höher aggregierten Kennzahl multipliziert wird. Beispielsweise wird der österreichweite Endenergieverbrauch für Warmwasser in privaten Haushalten mit der Bevölkerung in der Region multipliziert und durch die österreichweite Bevölkerung dividiert, um den regionalen Endenergieverbrauch für Warmwasser zu erhalten.

4.2.1. Energetischer Endverbrauch

Sektor Haushalte

Für eine möglichst genaue Darstellung des Endenergieverbrauchs in diesem Sektor wird der Energieverbrauch in den vier Nutzungskategorien Raumwärme, Warmwasser, Kochen und sonstiger Haushaltsstrom betrachtet. Hierfür wird die Nutzenergieanalyse für Österreich und die Bundesländer (Statistik Austria, 2019b) herangezogen, in der der Endenergieverbrauch neben der Energieträgeraufteilung und sektoralen Aufteilung auch nach Nutzungskategorien getrennt verfügbar ist.

In Stufe 1 wird der Bundesland-Energieverbrauch auf die Region heruntergebrochen. Für Raumwärme und Warmwasser wird der Energieverbrauch mit dem Verhältnis der regionalen Bevölkerung zur Bevölkerung im Bundesland multipliziert. Analog dazu erfolgt die Ermittlung der Energieverbräuche für Kochen und den sonstigen Haushaltsstrom über die Anzahl der Haushalte.

Auch wenn durch diesen Ansatz eine erste Näherung zum Gesamtverbrauch an Endenergie getroffen werden kann, so hat dieser Schritt den Nachteil, dass die Energieträgerverteilung des Bundeslandes direkt übernommen wird. Die Verfügbarkeit der Energieträger schwankt jedoch standortabhängig. So könnte es sein, dass ein Gebiet kein Erdgasversorgungsnetz hat oder nicht für die Nutzung bestimmter erneuerbarer Anlagen (z. B. Wärmepumpe) geeignet ist.

Stufe 2 berücksichtigt daher zusätzliche Eingaben zur Energieträgerverteilung und zur Gebäudestruktur. Bei der Energieträgerverteilung können entweder Verteilungen in Prozent oder tatsächliche Energiemengen (z. B. Energielieferungen) eingetragen werden. Die Eingaben werden letztendlich in Kombination mit den in Stufe 1 ermittelten Gesamtverbräuchen den jeweiligen Energieträgern zugerechnet.

Zur Ermittlung des Raumwärmeverbrauchs steht in Stufe 2 analog zu Stufe 1 die Möglichkeit der Eingabe von Gebäudestrukturen zur Verfügung. Mithilfe von Nutzflächen aus dem Adress-, Gebäude- und Wohnungsregister kann der Energiebedarf für Raumwärme ermittelt werden. Nach Umrechnung der Nutzflächen auf Bruttogrundflächen mit einem Umrechnungsfaktor von 1,25 ergibt sich der Gesamtenergiebedarf für Raumwärme in Wohngebäuden mithilfe von standardisierten Heizwärmebedarfen, die sich in der nachfolgenden Tabelle finden.

Tabelle 4: Spezifischer Heizwärmebedarf (kWh/m²a) von Wohngebäuden verschiedener Bauklassen (Österreichische Energieagentur, 2018)³

[kWh/m ² a]	Anzahl an Wohnungen					
Bauperiode	1	2	3–5	6–10	11–20	ab 21
vor 1919	139	139	88	88	88	88
1919–1944	139	139	88	88	88	88
1945–1960	139	139	88	88	88	88
1961–1970	111	111	71	71	71	71
1971–1980	111	111	71	71	71	71
1981–1990	111	111	71	71	71	71
1991–2000	78	78	55	55	55	55
ab 2001	59	59	41	41	41	41

Der entstandene Gesamtenergiebedarf wiederum ist auf die Energieträger zu verteilen und mit saisonalen Wirkungsgraden je Energieträger auf einen Energieverbrauch umzurechnen. Die saisonalen Wirkungsgrade gehen in Form von Aufwandszahlen als Multiplikatoren in die Gleichung ein, sind standardmäßig vorgegeben und finden sich in der nachfolgenden Tabelle wieder.

Tabelle 5: Aufwandszahlen zur Bereitstellung von Raumwärme in Wohngebäuden (Österreichische Energieagentur, 2018)⁴

Energieträger	Aufwandszahl
Strom	1,015
Fernwärme	1,125
Kohle	1,480
Öl	1,295
Gas	1,230
Erneuerbare	1,420

Die thermische Verwertung von Abfällen in Haushalten ist methodisch nicht vorgesehen. Anlagen zur Müllverbrennung benötigen komplexe Rauchgasreinigungsanlagen und sind daher ausschließlich in großen Anwendungsbereichen (z. B. Ersatzbrennstoffe in Industrieöfen) bzw. der Abfallaufbereitungswirtschaft zugelassen. Auch wenn nicht verhindert werden kann, dass Abfälle bei privaten Haushalten verbrannt werden, so sind diese auch mangels Datenverfügbarkeit nicht von der Energiebilanz erfasst.

³ In der Studie der Österreichischen Energieagentur (Österreichische Energieagentur, 2018) wurden die von der Statistik Austria verwendeten Defaultwerte für die Plausibilitätsprüfung neu bewertet. Die in der Studie berechneten äquivalenten Heizwärmebedarfe wurden den Bauperioden und Gebäudekategorien zugeordnet.

⁴ Die Aufwandszahlen ergeben sich aus dem Mittelwert (zwischen Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus) der angegebenen Aufschläge zum Heiztechnikenergiebedarf.

Sektor Landwirtschaft, Industrie und Dienstleistungen

Der Energieverbrauch der Wirtschaft (ohne Verkehr) wird über die Beschäftigung und unter Verwendung der Intermediärverbräuche der Gesamtenergiebilanz (Statistik Austria, 2020) ermittelt.

Der Intermediärverbrauch liegt auf der Aggregationsebene Wirtschaftsabteilung⁵ vor, d. h. auf einer detaillierteren Ebene als der Endenergieverbrauch. Der Endenergieverbrauch wird im Verhältnis zum Intermediärverbrauch mit den korrelierenden IEA-Sektoren⁶ gewichtet auf die Wirtschaftsabteilungen aufgeteilt.

Ähnlich verhält es sich bei der Beschäftigung. Während österreichweit die Beschäftigung auf Wirtschaftsabteilungen veröffentlicht wird, stehen z. B. auf Gemeindeebene nur Daten für die höher aggregierten Wirtschaftsabschnitte zur Verfügung. Da in den Wirtschaftsabschnitten jedoch viele wirtschaftliche Tätigkeiten mit sehr unterschiedlichen Energieintensitäten zusammengefasst werden, wird die Beschäftigung über die österreichweite Verteilung in den jeweiligen Abschnitten gewichtet verteilt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die gewichtete Aufteilung anhand eines Beispiels für den Wirtschaftsabschnitt Herstellung von Waren:

Tabelle 6: Beispiel zur gewichteten Verteilung der Beschäftigung

	Beschäftigung Österreich 2017	Beispiel regionale Bevölkerung 2017
Wirtschaftsabschnitt		
Herstellung von Waren	638.612	4.241
Wirtschaftsabteilung		
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	76.979	511
Getränkeherstellung	9.087	60
Tabakverarbeitung	-	-
Herstellung von Textilien	8.151	54
Herstellung von Kleidung	5.184	34
Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	3.953	26
Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korb- und Korkwaren	33.289	221
Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	16.766	111
Herstellung von Druckerzeugnissen	11.249	75
Kokerei und Raffinerie	1.268	8
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	17.970	119
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	14.888	99
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	30.168	200
Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	31.026	206
Metallerzeugung und -bearbeitung	36.705	244
Herstellung von Metallerzeugnissen	77.612	515
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	23.003	153
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	47.079	313
Maschinenbau	81.901	544

⁵ Gemäß ÖNACE-Klassifikation (Statistik Austria, 2008)

⁶ Wirtschaftsklassifikation gemäß internationalen Vorgaben zur Energiestatistik (United Nations, 2018)

	Beschäftigung Österreich 2017	Beispiel regionale Bevölkerung 2017
Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	33.822	225
Sonstiger Fahrzeugbau	8.041	53
Herstellung von Möbeln	27.218	181
Herstellung von sonstigen Waren	18.014	120
Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	25.239	168

Im Planungsinstrument Senflusk kann die gewichtete Verteilung der regionalen Beschäftigung noch weiter verfeinert werden, indem einzelne Wirtschaftsabteilungen deaktiviert werden. Durch Deaktivierung einzelner Wirtschaftsabteilungen verteilt sich die Beschäftigung verhältnismäßig über alle übrig bleibenden aktiven Wirtschaftsabteilungen im jeweiligen Wirtschaftsabschnitt. Diese Verfeinerung ist dann sinnvoll, wenn für die Region bekannt ist, dass einzelne Wirtschaftsabteilungen (z. B. Papierindustrie) nicht ansässig sind.

Aus dem österreichweiten Energieverbrauch und der österreichweiten Beschäftigung wird ein Indikator zum Endenergieverbrauch je Wirtschaftsabteilung und je Energieträger gebildet, die beschäftigungsspezifische Energieintensität. Multipliziert mit der regionalen Beschäftigung ergibt sich der regionale Endenergieverbrauch für alle Abteilungen und Energieträger in der Wirtschaft für Stufe 1.

In Stufe 2 kann durch Hinzunahme weiterer Informationen zum Energieträgermix (z. B. Stromlieferungen an Nichthaushalte) die Energieträgerverteilung in der Wirtschaft geändert werden. Hierfür werden die Energieträgerverteilungen in den einzelnen Wirtschaftsabschnitten mit dem Verhältnis des in Stufe 1 entstandenen Energieträgermix zum vorgegebenen Energieträgermix gesetzt und anschließend um den entstandenen Mehrverbrauch im jeweiligen Wirtschaftsabschnitt korrigiert.

Die Korrektur führt zu einer geringfügigen Abweichung des finalen Energieträgermix zum Ziel-Energieträgermix, ist jedoch erforderlich, weil es sonst zu einer Verschiebung der Energieverbräuche zwischen den Wirtschaftsabteilungen kommt.

Im Sektor Landwirtschaft wird in Stufe 2 der Endenergieverbrauch identisch zur Stufe 1 ermittelt. Dabei wird der österreichweite Endenergieverbrauch anstelle über die Bevölkerung über die landwirtschaftliche Nutzfläche heruntergebrochen.

Im Sektor Dienstleistungen wird in Stufe 2 zusätzlich die Information zu den Energieverbräuchen der öffentlichen Einrichtungen berücksichtigt, die sich im Eigentum des regionalen Verwaltungsapparats befinden. Der Endenergieverbrauch der Dienstleistungen wird lediglich dann angepasst, wenn der Energieverbrauch aus Stufe 1 überschritten wird. Der Energieverbrauch wird in der Bilanz als eigene Position ausgewiesen.

Sektor Verkehr

Abweichend von der bundesweiten Energiebilanz wird der Endenergieverbrauch im Verkehr großteils nach dem Verursacherprinzip aufgeteilt. Mangels verfügbarer Daten zur abgegebenen Treibstoffmenge innerhalb der Region, wird der Energieverbrauch für den landgebundenen Personenverkehr unabhängig von Tankstellen-Standorten auf die Bevölkerung bezogen. Dieser

Ansatz ist für die Bewertung regionaler Verkehrskonzepte geeigneter, da dadurch das Mobilitätsverhalten und Pendelbewegungen besser abgebildet werden können.

Der regionale Endenergieverbrauch der Eisenbahn⁷ wird in Stufe 1 ermittelt, indem der durch den Personenverkehr verursachte Energieverbrauch in Österreich über die Bevölkerung auf die Gemeindeebene heruntergebrochen wird. Die Aufteilung auf Personen- und Güterverkehr erfolgt über das Verhältnis der Bruttotonnenkilometer⁸ des Güterverkehrs im Verhältnis zum gesamten Schienenverkehr. Der Güterverkehr wiederum wird über die Beschäftigung heruntergebrochen.

Beim Endenergieverbrauch des sonstigen Landverkehrs wird in Personenverkehr und den sonstigen Verkehr unterschieden. Der Personenverkehr besteht aus dem Traktionsenergieverbrauch der Haushalte und der öffentlichen und privaten Dienstleistungen und wird in Stufe 1 über die Bevölkerung auf die Gemeindeebene heruntergebrochen. Der restliche Traktionsenergieverbrauch wird mithilfe der Beschäftigung heruntergebrochen, wobei die Verteilung der wirtschaftlichen Sektoren sowohl die Höhe des Endenergieverbrauchs als auch die Energieträgerverteilung beeinflusst.

Beim Transport in Rohrfernleitungen resultiert der Stromverbrauch aus dem relativen Anteil des österreichweiten Stromverbrauchs in Rohrfernleitungen im Verhältnis zum österreichweiten Endenergieverbrauch von Fernwärme multipliziert mit dem resultierenden regionalen Endenergieverbrauch von Fernwärme. Analog dazu wird der Gasverbrauch in Rohrfernleitungen mit dem regionalen Endenergieverbrauch von Gas multipliziert.

Die Binnenschifffahrt sowie der Flugverkehr werden in Stufe 1 über die Beschäftigung auf die Gemeindeebene heruntergebrochen. Beide Endenergieverbräuche können manuell für die Erstellung der vereinfachten und detaillierten Bilanz deaktiviert werden, falls in einer Gemeinde keine diesbezüglichen Kapazitäten vorhanden sind.

In Stufe 2 wird der Endenergieverbrauch des Personenverkehrs aus dem Produkt der gesamten Personenverkehrsleistung, der Verkehrsträgerverteilung, der Energieträgerverteilung der jeweiligen Verkehrsträger sowie des verkehrsleistungsspezifischen Energieverbrauchs berechnet. Die Personenverkehrsleistung ergibt sich aus einer durchschnittlichen Verkehrsleistung in Kilometern pro Jahr und Person multipliziert mit der Bevölkerungszahl. Standardmäßig wird ein österreichweiter Mittelwert⁹ herangezogen.

Die Verkehrsträgerverteilung (Modal Split) ist als prozentuelle Verteilung im Tool einzugeben und sollte aufgrund des Verursacherprinzips nicht ausschließlich den Binnenverkehr, sondern den gesamten verursachten Individualverkehr über die Regionsgrenzen hinaus berücksichtigen (Pendelverkehr).

⁷ Schienegebundene Fahrzeuge, mit Ausnahme von Straßenbahn und U-Bahn

⁸ Transportleistung unter Berücksichtigung des Eigengewichts der Fahrzeuge sowie der transportierten Güter und Personen; Informationen aus dem Geschäftsbericht der Schienen-Control GmbH (Schienen-Control GmbH, 2018)

⁹ Quotient aus der Gesamtverkehrsleistung Österreichs (European Union, 2019) und der österreichischen Bevölkerung

4.2.2. Transportverluste

Der relative Anteil der Transportverluste im Verhältnis zum Endenergieverbrauch der jeweiligen Energieträger im jeweiligen Bundesland werden mit dem resultierenden regionalen Endenergieverbrauch der Gemeinde multipliziert. Dieser Ansatz gewährleistet eine dynamische Berücksichtigung aller im Endverbrauch enthaltenen Anpassungen.

4.2.3. Verbrauch des Sektors Energie

Der Energieverbrauch im Sektor Energie wird analog zur restlichen Wirtschaft in Stufe 1 über die Beschäftigung auf die Gemeindeebene heruntergebrochen und in Stufe 2 einer Energieträgerumverteilung unterzogen. Details zu dieser Vorgehensweise finden sich in Subkapitel „Sektor Landwirtschaft, Industrie und Dienstleistungen“ von Kapitel 4.2.1.

4.2.4. Umwandlungseinsatz und Umwandlungsausstoß

Ausgehend von der Energiebilanz des jeweiligen Bundeslands werden die Umwandlungsausstöße in Stufe 1 über die Bevölkerung heruntergebrochen. Die einzelnen Umwandlungstechnologien können manuell deaktiviert werden, sodass diese nicht in die Bilanz aufgenommen werden. Die heruntergebrochenen Umwandlungsausstöße werden mithilfe von Umwandlungswirkungsgraden dem korrelierenden Energieträger beim Umwandlungseinsatz hinzuaddiert. Die Umwandlungswirkungsgrade entstammen dem Tabellenblatt „Wirkungsgrade“ der Bundesländer-Energiebilanz.

Für Stufe 2 werden direkte Eingaben zu installierten Leistungen und Vollastbetrieb in Stunden pro Jahr verwendet, um die Umwandlungsausstöße zu ermitteln. Für die Vollastbetriebsstunden wurden im Instrument bereits österreichweite Durchschnittswerte erfasst, welche durch genauere Angaben ersetzt werden können.

Zur korrekten Darstellung der erzeugten Strom- und Fernwärmemengen ist es daher essenziell, dass ein über das Jahr gewichteter Mittelwert für die Leistung und Regelarbeit eingetragen wird. Der Umwandlungseinsatz wiederum wird analog zu Stufe 1 über die Umwandlungswirkungsgrade ermittelt.

Stufe 1 dient lediglich der Darstellung von Energieumwandlungsanlagen, wenn absolut keine Informationen zu Umwandlungstechnologien bekannt sind. Es wird dringend empfohlen, die Informationen für Stufe 2 zu ergänzen, da ein Herunterbrechen der Energieflüsse aus Kraftwerken und Heizwerken z. B. in Gemeinden zu unreal kleinen Anlagen führen würde.

4.2.5. Bruttoinlandsverbrauch

Der Bruttoinlandsverbrauch errechnet sich aus der Summe des Endenergieverbrauchs, den Transportverlusten, dem Verbrauch des Sektors Energie und dem Umwandlungseinsatz abzüglich des Umwandlungsausstoßes. Aufgrund der Nichtberücksichtigung des nichtenergetischen (stofflichen) Endverbrauchs entspricht der Bruttoinlandsverbrauch dem Primärenergieverbrauch. Ein negativer Verbrauch kann entstehen, wenn in einer Region mehr Strom oder Fernwärme erzeugt als verbraucht wird.

4.2.6. Netto-Handelssaldo

In der bundesweiten Energiebilanz sind Importe und Exporte als separate Bilanzaggregate ausgeführt und beziehen sich auf den tatsächlichen grenzüberschreitenden Handel mit Energiemengen. Diese Abgrenzung ist auf regionaler Ebene nicht möglich, da der Großteil der Energieversorger bundesweit aktiv sind und eine Zuordnung zu Konzernzentralen für die Verwendbarkeit von Energieplanungskonzepten nicht zweckmäßig ist. Die Methodik sieht daher die rein bilanzielle Darstellung der Energieflüsse über die Regionsgrenzen in einem zusammengeführten Bilanzaggregat mit dem Namen Netto-Handelssaldo vor.

Das Netto-Handelssaldo entspricht jenen physikalischen Energieflüssen, die in die Region importiert oder aus der Region exportiert werden, unabhängig davon, ob die Energieflüsse in andere österreichische Regionen oder ins Ausland erfolgen.

4.2.7. Inländische Erzeugung von Rohenergie

Bei den meisten **erneuerbaren** Anlagen wird die Energie direkt am Standort der Umwelt entnommen, daher werden diese Energiemengen der inländischen Erzeugung von Rohenergie zugerechnet. Für Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik entspricht die inländische Erzeugung direkt der erzeugten Strommenge. Bei geothermischen Anlagen und thermischen Solaranlagen entsprechen die erzeugten Fernwärme- und Strommengen der inländischen Erzeugung von Rohenergie. Biogene Energieträger hingegen können transportiert und andersorts eingesetzt werden. Für sie erfolgt daher eine Annäherung mithilfe der forstwirtschaftlichen Flächen, indem die bundesweite Erzeugung von biogenen Energieträgern über das forstwirtschaftliche Flächenverhältnis der Region heruntergebrochen wird.

Die inländische Erzeugung von Energie aus Abfall entspricht den Umwandlungseinsätzen von Energieumwandlungsanlagen, die mit Abfall betrieben werden.

Die restlichen Energieträger Kohle, Öl und Gas werden vom jeweiligen Wert des Bundeslands über die Bevölkerungszahl auf die Gemeinde heruntergebrochen.

4.2.8. Nicht enthaltene Bilanzaggregate

In der bundesweiten Energiebilanz werden neben den oben angeführten Bilanzaggregaten noch weitere Bilanzaggregate verwendet, die aus Sicht der Zweckmäßigkeit in der Methodik nicht berücksichtigt werden.

Die **Lagerbestandsänderung** weist jene Energiemengen auf, die über ein Kalenderjahr hinausgehend gespeichert oder aus langjährigen Speicherungen entnommen werden. Auch wenn diese Energieflüsse für die Republik Österreich für die Versorgungssicherheit durchaus relevant sind, so ist die Notwendigkeit der Darstellung auf regionaler Ebene nicht gegeben, da sich aus langjährigen Speicherungen von Energieträgern keine Maßnahmen ableiten lassen. Der notwendige Ausgleich saisonaler Schwankungen erneuerbarer Energieträger kann in der Betrachtung eines gesamten Kalenderjahres nicht abgebildet werden, weil sowohl Ladung als auch Entladung sich innerhalb eines Kalenderjahres ausgleichen.

Das Bilanzaggregat Recycling bzw. **Produktübertragung** dient ausschließlich der Zuteilung umgewandelter Erdölprodukte in der Raffinerie. Die Summe aller Produktübertragungen ergibt gemäß Dokumentation der österreichischen Energiebilanz (Statistik Austria, 2016) immer null. Wie im übergeordneten Kapitel 4.2 beschrieben wird in der vorliegenden Methodik die höchste Energieträger-Aggregationsebene „Energieträgergruppen“ verwendet, wodurch die Darstellung des Bilanzaggregats Produktübertragung obsolet wird.

Der **nichtenergetische Endverbrauch** ist die stoffliche Nutzung von Energieträgern und bindet die chemischen Grundstoffe eines Energieträgers in einem Produkt. Die nennenswertesten Beispiele sind Kohle und Erdölprodukte, die bei der Herstellung von Stahl und Kunststoffen in den jeweiligen Produkten gebunden werden. Diese Energiemengen sind direkt abhängig von der Produktionsmenge und können auch nicht eingespart werden, da diese ein molekularer Bestandteil der Produkte sind. Da diese Energiemengen nicht für Maßnahmen in den Regionen relevant sind, wird der nichtenergetische Endverbrauch in dieser Methode nicht als Bilanzaggregat geführt.

4.3. Methodik zur Ermittlung von Maßnahmeneffekten

Um Maßnahmeneffekte auf den künftigen Energieverbrauch ermitteln und darstellen zu können, ist die Erstellung eines Referenzszenarios erforderlich, in dem die Entwicklung der Energieflüsse ohne aktive Maßnahmensetzung fortgeschrieben wird. Ein solches Referenzszenario wird als Business-as-usual (BAU) bezeichnet. Ein BAU-Szenario sollte Annahmen zur Entwicklung der relevantesten Verbrauchstreiber, einen autonomen Trend von Maßnahmen, enthalten sowie fremdgesteuerte Maßnahmen (z. B. Bundesförderungen) berücksichtigen.

Das Maßnahmenzenario sollte jene Maßnahmen enthalten, deren Umsetzung von der regionalen Verwaltung geplant werden. Eine beispielhafte Liste solcher Maßnahmen wurde im Zuge des Projekts „EM Städte“ in Form eines Katalogs an Handlungsempfehlungen für Gemeinden entwickelt und befindet sich im Anhang zum Projektendbericht.

Die Szenarien basieren auf den Ergebnissen der Stufe-2-Bilanz. Wurden keine Detailinformationen für die Erstellung der Stufe-2-Bilanz eingetragen, so entsprechen die Ergebnisse der Stufe-2-Bilanz jener der Stufe-1-Bilanz.

In der vorliegenden Methodik werden Bevölkerung und Beschäftigung als die relevantesten Verbrauchstreiber für das BAU-Szenario herangezogen. Der Bevölkerungs- und Beschäftigungsstand in einem Zieljahr wird mit einer jährlichen relativen Veränderung bestimmt, die entweder aus dem Hauptszenario der Bevölkerungsprognose und Erwerbsprognosen der Statistik Austria entnommen oder aus dem Trend der letzten Jahre abgeleitet werden kann.

Neben den beiden relevanten Verbrauchstreibern sind methodisch fünf verschiedene Szenarioeinflussbereiche vorgesehen:

- Reduktion des Energieverbrauchs (Effizienz und Suffizienz)
- Verschiebung der Energieträgerverteilung (Fuel Shift)
- Veränderung der Verkehrsträgerverteilung (Modal Shift)
- Energieversorgung
- Regionale Verwaltung

4.3.1. Reduktion des Energieverbrauchs (Effizienz und Suffizienz)

Der absolute Einspareffekt errechnet sich aus einem relativen Einspareffekt einer einzelnen Umsetzung, einer Umsetzungsrate (der relative Anteil der betroffenen Zielobjekte an deren Grundgesamtheit pro Jahr) sowie der Bezugsgröße. Die Bezugsgröße stellt den Energieverbrauch der von der Maßnahme betroffenen Sektoren und Energieträger im Referenzjahr dar.

Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs berücksichtigen einen jährlichen Einspareffekt multipliziert mit der Anzahl der Umsetzungsjahre innerhalb eines Umsetzungszeitraums bis maximal zum vorgegeben Zieljahr. Ein kumulierter Einspareffekt wird nicht ausgegeben. Des Weiteren wird die Lebensdauer der Maßnahme insofern berücksichtigt, als dass Maßnahmen nur dann dem Zieljahr als Einsparungen angerechnet werden, wenn diese im Zieljahr noch ihre Wirksamkeit entfalten.

Im Bereich der Energieeffizienz gibt es autonome Trends (Marktdurchschnitt) und bundesweite Maßnahmen (Energieeffizienzgesetz), die im BAU-Szenario abgebildet werden können. Maßnahmen des BAU-Szenarios sind sowohl im BAU-Szenario als auch im Maßnahmenzenario enthalten. Alle anderen Maßnahmen werden ausschließlich dem Maßnahmenzenario zugerechnet.

Für die Berechnung des BAU-Energieverbrauchs neu errichteter Wohngebäude bis zum Zieljahr kann ein durchschnittlicher Heizwärmebedarf des Bundeslands herangezogen werden. In einem Maßnahmenzenario wird anstelle des Durchschnittswerts im Bundesland jener der Gemeinde verwendet, sofern sich dieser vom Bundesland unterscheidet. Im BAU-Szenario wird die neu errichtete Wohnfläche direkt proportional zur Bevölkerung des Zieljahres hochgerechnet. Im Maßnahmenzenario kann die Wohnnutzfläche pro Kopf manuell angepasst werden.

4.3.2. Verschiebung der Energieträgerverteilung (Fuel Shift)

Im BAU-Szenario wird die Energieträgerverteilung aus dem Basisjahr beibehalten; das bedeutet, dass auch die Erhöhung des Energieverbrauchs durch Bevölkerungswachstum oder Wirtschaftswachstum derselben Energieträgerverteilung unterstellt wird.

Im Maßnahmenzenario können Energieträgermixveränderungen für die Haushalte und für die Wirtschaft manuell angepasst werden. Anders als bei der Wirtschaft kann bei den Haushalten zusätzlich die Energieträgerverteilung zukünftiger Gebäude direkt vorgegeben werden, was beispielsweise die Berücksichtigung von Fernwärmevorranggebieten zulässt.

Die Veränderung der Energieträgerverteilung in der Wirtschaft hat keine Auswirkung auf den gesamten Endenergieverbrauch, sondern sorgt lediglich für eine Umverteilung der Endenergieverbräuche zwischen den Energieträgern.

4.3.3. Veränderung der Verkehrsträgerverteilung (Modal Shift)

Im BAU-Szenario werden die Endenergieverbräuche des Personenverkehrs mit der Bevölkerung im Zieljahr hochgerechnet. Die restlichen Endenergieverbräuche (Güterverkehr, Tanktourismus) werden über die Beschäftigung im Zieljahr hochgerechnet.

Im Maßnahmenzenario können für den Personenverkehr im Zieljahr die Verkehrsträgerverteilung, Energieträgerverteilung je Verkehrsträger sowie die Veränderung der Energieeffizienz der jeweiligen

Verkehrsträger manuell adaptiert werden. Die angepassten Verkehrsträgerdaten werden mithilfe der Personenverkehrsleistung auf den Endenergieverbrauch je Energieträger umgerechnet. Sofern die Personenverkehrsleistung je Einwohner im Eingabeblatt nicht manuell angepasst wird, wird von derselben Personenverkehrsleistung wie im Basisjahr ausgegangen.

Der Gesamtenergieverbrauch des Güterverkehrs und des Tanktourismus berücksichtigt manuelle Einträge in der Eingabe zur Reduktion des Energieverbrauchs (siehe Kapitel 4.3.1).

4.3.4. Energieversorgung

Sowohl für das BAU-Szenario als auch für das Maßnahmenszenario können hinzukommende Umwandlungsanlagen oder der Rückbau von Umwandlungsanlagen bis zum Zieljahr eingetragen werden. Aus eingetragenen Leistungen und Volllaststunden ergeben sich Umwandlungsausstöße für Strom und Wärme, die den bestehenden Energiemengen aus dem Basisjahr je nach Vorzeichen entweder hinzugerechnet oder von ihnen abgezogen werden. Über eine Berechnungsfunktion wird sichergestellt, dass der Umwandlungsausstoß keinen negativen Wert annimmt. Die Umwandlungseinsätze wiederum berechnen sich aus den Umwandlungsausstößen und einem durchschnittlichen Umwandlungswirkungsgrad der jeweiligen Technologie.

Erfolgen keine Einträge, so entsprechen Umwandlungseinsatz und Umwandlungsausstoß im Zieljahr jenen des Basisjahres.

4.3.5. Gemeindeeigentum

In gemeindeeigenen Objekten können Energieverbrauchsveränderungen bis zum Zieljahr direkt in den Szenarien beeinflusst werden. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, hinzukommende Gebäude entweder im BAU-Szenario oder lediglich im Maßnahmenszenario zu berücksichtigen. In der resultierenden Bilanz werden diese Energieverbräuche als Teilmenge des Dienstleistungssektors ausgewiesen.

5 Ergebnisse

5.1. Unterstützende Instrumente zur Erarbeitung von Maßnahmen in der Gemeinde

Für die Erreichung nationaler und internationaler Klimaziele sind konkrete Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Verringerung des Ressourcenverbrauchs sowie zur Erhöhung des erneuerbaren Anteils in der Energieversorgung gefordert. Stadtverwaltungen können notwendige Maßnahmen direkt initiieren oder indirekt beeinflussen. Als Grundlage für eine entsprechende zielgerichtete Planung dienen fundierte Kenntnisse über die Verbraucher-, Versorgungs- und Verteilungsstrukturen des regionalen Energiesystems.

In diesem Projekt aus dem Programm „Stadt der Zukunft“ wurde ein Set an Instrumenten erarbeitet, das von Gemeinden für die Analyse, die Planung, die Umsetzung und das Monitoring von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieflüsse in der Gemeinde herangezogen werden können:

- Genereller Datenkatalog
- Methodik zur Regionalisierung von Energiebilanzen
- Planungsinstrument zur Erstellung regionaler Energiebilanzen und zur Einschätzung von Maßnahmeneffekten
- Handlungsempfehlungen

Der generelle Datenkatalog ist eine Liste an Daten sowie deren aktuellen Fundorten, die zur Erstellung regionaler Energieflüsse herangezogen werden können. Die Liste dient einerseits als Hilfestellung für Gemeinden, die das im Projekt entwickelte Planungsinstrument sorgfältig ausfüllen möchten. Andererseits enthält die Liste auch Informationen über die Qualität der jeweiligen Datensätze, um Einschätzungen zur Qualität und Aussagekraft der erstellten Energiebilanzen treffen zu können.

Die entwickelte Methodik zur Regionalisierung dient hauptsächlich der Dokumentation des entwickelten Planungsinstruments Senflusk. Die gewählte Vorgehensweise kann teilweise auch analog für die Einschätzung von Maßnahmeneffekten herangezogen werden.

Das Planungsinstrument Senflusk kann von Gemeinden autonom ausgefüllt werden und bietet unterschiedliche Komplexitäts- und Genauigkeitsstufen. Die primären Funktionen sind die Erstellung einer Energiebilanz zur Visualisierung der wesentlichen Energieflüsse in der Gemeinde sowie die Abschätzung von Maßnahmeneffekten auf zukünftige Energieflüsse. Im Wesentlichen unterscheidet sich Senflusk von anderen Bilanzierungstools (z. B. Energiemosaik), dass neben dem einfachen statistischen Herunterbrechen von Energieindikatoren auch zusätzliche Informationen aus der Gemeinde herangezogen werden können, um die Bilanzergebnisse deutlich zu verbessern.

Die entwickelte Liste an Handlungsempfehlungen soll Gemeinden bei der Identifikation neuer Maßnahmen unterstützen. Die im Zuge einer umfassenden Recherche zusammengetragene Liste an verschiedenen Maßnahmen enthält rund 240 Handlungsempfehlungen und soll den Gemeinden einen Überblick über bereits umgesetzte Maßnahmen geben.

6 Schlussfolgerungen

6.1. Anwendbarkeit der bundesweiten Methodik auf Gemeinden

Die meisten Primärerhebungen für die bundesweite Energiebilanz liefern einen guten Input zur Erstellung eines qualitativ hochwertigen Gesamtbilds der Energieflüsse in Österreich. Für die Regionalisierung eignen sich diese Primärerhebungen jedoch nur bedingt, da aufkommensseitig einzelne große Energieversorger relevant sind und die verbrauchsseitig erhobenen Daten nicht sinnvoll einzelnen Gemeinden zugeordnet werden können. Beispielsweise wird bei größeren Unternehmen der Energieverbrauch in den meisten Fällen der Zentrale zugerechnet, wodurch der Energieverbrauch einerseits sehr genau erhoben wird, jedoch andererseits nicht den konkreten Standorten zugerechnet wird. Im Fall von privaten Haushalten verliert die Stichprobengröße immer weiter an Aussagekraft, je kleiner das betrachtete Gebiet ist, weil die Anzahl der abgefragten Energieträger verhältnismäßig hoch ist (Ploiner, Sahin, & Tretter, 2019).

Die Durchführung eigener Erhebungen im selben Umfang in den Gemeinden ist nicht empfehlenswert, da der Aufwand solcher Erhebungen unverhältnismäßig hoch ist und sie bei manchen Unternehmen oder Personen zu Doppelerhebungen führt.

6.2. Auswahl der Methodik

Mangels Daten zu den Energieflüssen bei vielen Energieträgern, Verbrauchsanlagen und Umwandlungsanlagen sowie aufgrund des unverhältnismäßigen hohen Aufwands bei der Erhebung exakter Werte wurde entschieden, methodisch eine Mischung aus dem Top-down- und Bottom-up-Ansatz umzusetzen. Je nachdem welche Methode verstärkt zum Einsatz kommt, ergeben sich daraus folgende Vor- und Nachteile für das Planungsinstrument:

Merkmale des Top-down-Ansatzes:

- + Geringer Aufwand bei der Erhebung und Eingabe von Daten
- + Verbesserte Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Städten
- Ungenaue Abbildung der regionalen Situation
- Geringe Eignung für individuelle Planungen

Merkmale des Bottom-up-Ansatzes:

- + Verbesserte Abbildung der regionalen Situation
- + Hohe Eignung für individuelle Planungen
- Erhöhter Aufwand bei der Erhebung und Eingabe von Daten
- Erforderliches Fachwissen für die Sachbearbeitung
- Erforderliche einheitliche methodische Vorgehensweise bei der Erhebung von Daten, um Vergleichbarkeit zwischen Regionen zu gewährleisten

Die prinzipielle Herangehensweise ist es, möglichst auf öffentlich verfügbare Statistiken und Datenquellen zuzugreifen, um mit deren Hilfe den Energiefluss auf regionaler Ebene abzuschätzen.

Ausgehend von dieser ersten Abschätzung sollen weitere Eingaben zugelassen werden, die zu einer Verbesserung der ersten Ergebnisse führen.

Aus diesen Gründen wurde das Planungsinstrument Senflusk in zwei Detaillierungsebenen ausgeführt. Stufe 1 verwendet ausschließlich den Top-down-Ansatz und bildet Indikatoren mithilfe der drei Energiestatistiken Energiebilanz, Gesamtenergierechnung und Nutzenergieanalyse sowie unter Verwendung weiterer Statistiken zur Bevölkerung und Beschäftigung. Diese Indikatoren werden anschließend verwendet, um die regionalen Energieflüsse und Energieträgerverteilungen abzuschätzen. Stufe 2 ersetzt den Top-down-Ansatz durch den Bottom-up-Ansatz, sofern weitere Detaildaten verfügbar sind und im Planungsinstrument eingetragen werden.

In homogeneren Bereichen, wie z. B. dem Endenergieverbrauch in privaten Haushalten, sind die Näherungen durch den Top-down-Ansatz annehmbar. In anderen Bereichen wiederum ist der Top-down-Ansatz sehr ungenau. Unter diese Bereiche fallen beispielsweise die Energieträgerverteilung, der Verkehrssektor und der Energieumwandlungssektor.

Bei der Auswahl der erforderlichen Daten für die Erweiterung auf den Bottom-up-Ansatz wurde auf die Verfügbarkeit von Daten geachtet und diese mit den teilnehmenden Gemeinden abgestimmt. Folgende Verbesserungen für die Ermittlung der Energieflüsse wurden berücksichtigt:

- Für die Raumheizung wird eine Methodik mit Registerdaten angeboten, bei der der regionale Gebäudebestand der Hauptwohnsitze nach Bauperiode und Gebäudegröße berücksichtigt werden kann.
- Der Energieträgermix für Haushalte und die Wirtschaft kann entweder relativ zum Gesamtverbrauch oder in absoluten Zahlen (z. B. Daten von Netzbetreibern) eingetragen werden.
- Bei Energieumwandlungstechnologien können für die verschiedenen Technologien und zwei Typen von Anlagenbetreibern die installierten Leistungen und Volllaststunden eingetragen werden. Durch diese Eingaben werden die Energieflüsse in den Energieumwandlungstechnologien wesentlich verbessert.
- Die Eingabe der Energieverbräuche der gemeindeeigenen Objekte zeigt vor allem das Verhältnis der Gemeindegebäude zu den restlichen Energieverbrauchern.
- Bei der Eingabe zum Verkehr wurde der Modal Split herangezogen, da dieser in einigen Gemeinden regelmäßig erhoben wird und eine genauere Berechnung der Energieverbräuche zulässt.

Auch bei der Anwendung des Bottom-up-Ansatzes werden Ungenauigkeiten nicht gänzlich ausgeräumt. Im Zuge der Vereinfachung werden u. a. folgende Ungenauigkeiten in Kauf genommen:

- Die erhobenen Nutzflächen müssen in Bruttogrundflächen umgerechnet werden, um mit dem spezifischen Heizwärmebedarf multipliziert werden zu können. Hierfür wurde ein statischer Faktor von 1,25 angewendet.
- Bei der Ermittlung der Raumheizung werden die Nebenwohnsitze nicht berücksichtigt. Eine Berücksichtigung würde den Erhebungs- und Dateneingabeaufwand im Planungsinstrument wesentlich erhöhen.

Für einige Bottom-up-Angaben (z. B. transportleistungsspezifischer Energieverbrauch) wurden im Planungsinstrument österreichweite Standardwerte vorgegeben, die optimaler Weise von regionalen Echtdaten überschrieben werden.

6.3. Fehlende einheitliche Richtlinien

Einzelne Förderprogramme verlangen zwar die Vorlage von Energiebilanzen von den Förderwerbern (z. B. Klima- und Energie-Modellregionen), geben aber kaum bis keine Regeln für deren Berechnung vor. Andere wiederum (wie z. B. Konvent der Bürgermeister) haben Regelwerke, erlauben in diesen jedoch mehrere Systemgrenzen, Datenqualitäten etc., sodass auch hier eine Vergleichbarkeit der vorgelegten Bilanzen nur bedingt gegeben ist. Um eine Vergleichbarkeit von Städten untereinander zu ermöglichen, bedarf es einheitlicher Richtlinien. In diesen müssen Ziel und Untersuchungsrahmen der städtischen Energiebilanzen genau definiert werden.

Für die teilnehmenden Referenzstädte hat die Vergleichbarkeit mit anderen Gemeinden nur teilweise Relevanz. Für die Mehrheit steht die Anwendung des Tools als Planungsinstrument im Vordergrund.

6.4. Systemgrenzen

Führt das Prinzip der harten territorialen Abgrenzung schon bei Bund- und Länder-Bilanzen zu Diskussionen (z. B. Stichwort Tanktourismus), so müssen diese auf regionaler Ebene noch intensiver geführt werden und es müssen einheitliche Lösungen gefunden werden.

Ein veranschaulichendes Beispiel für die Aussagekraft harter territorialer Abgrenzungen ist die einzige Raffinerie in Österreich. Wird die regionale Zurechnung der Raffinerie zu einer Gemeinde analog zur Bundesländerzuordnung durchgeführt, so findet sich der gesamte Umwandlungsprozess der Raffinerie in der Gemeinde Schwechat wieder. Aus Sicht der Bilanz ist diese Vorgehensweise fehlerfrei. Für die Gemeinde Schwechat ist dieser Umwandlungsprozess allerdings ein Durchlaufposten und kann von ihr schwer beeinflusst werden.

Ähnlich verhält es sich bei Gemeinden, deren Kraftwerke und Müllverbrennungsanlagen, um nur einige zu nennen, sich außerhalb der Gemeindegrenzen befinden. Denn obwohl diese Umwandlungstechnologien eventuell von den Stadtwerken betrieben werden, die sich im Eigentum der Gemeinde befinden, so werden bei der Bilanzierung erzeugte Strom- und Fernwärmemengen lediglich als Energieimporte und nicht als Kraftwerke in der jeweiligen Gemeinde dargestellt. Auf der anderen Seite gibt es auch Gemeinden in Österreich, die über große Kraftwerke auf erneuerbarer Basis verfügen (z. B. Wasserkraftwerke an der Donau). Einige Gemeinden würden nach dem Prinzip der harten territorialen Abgrenzung rein rechnerisch ihren gesamten Strombedarf über erneuerbare Energieträger abdecken und müssten daher keine Maßnahmen im Bereich Strom setzen – eine Botschaft, die durch städtische Bilanzen nicht transportiert werden sollte.

Es sollten daher zu Planungszwecken Abweichungen zum Prinzip der harten territorialen Abgrenzung zugelassen werden. Richtlinien und Regeln für diese möglichen Abweichungen sollten diskutiert und vereinheitlicht werden. So sollte zumindest eine Beschreibung der vorgenommenen Abweichungen durch den Ersteller der Bilanz verlangt werden.

7 Ausblick und Empfehlungen

7.1. Einheitliche Richtlinien vorgelagerter Erhebungen

Ein Großteil der für die Erstellung der regionalen Energiebilanz relevanten Eingangsdaten entstammen öffentlich verfügbaren Statistiken bzw. standardisierten Erhebungen. Allerdings erfordert die Verbesserung der Energiebilanz zusätzliche Informationen, die teilweise extra erhoben werden müssen. Für diese Erhebungen gibt es aktuell keine einheitlichen Vorgaben. Auch bei der Abschätzung von Maßnahmeneffekten sind Vorgaben Mangelware. Daher wird die Entwicklung einheitlicher Methoden für die Erhebung der folgenden Kennzahlen als Inputparameter empfohlen:

- Verkehrsträgerverteilung
- Energieträgermix
- Maßnahmen

Die Verkehrsträgerverteilung (Modal Split) wird in der Detailberechnung herangezogen, um den Endenergieverbrauch mithilfe der Verkehrsleistungen zu ermitteln. Die in diesem Projekt entwickelte Methode zur Ermittlung des Energieverbrauchs erfordert einen Modal Split, in dem alle innerösterreichischen Wege (Freizeit und Arbeit) der in der Region beheimateten Bevölkerung nach Personenkilometern aufgeteilt sind. Der Güterverkehr wurden mangels verfügbarer Daten im Planungsinstrument bisher nicht berücksichtigt. Wenn allerdings auch für den Güterverkehr in Zukunft eine Erhebung zur Verfügung steht, dann kann dieser im Planungsinstrument besser abgebildet werden. Es wird daher empfohlen, einen Forschungsschwerpunkt auf die Erstellung von Mobilitätshebungen zu legen, die auch für kleinere Gemeinden finanziell tragbar und dennoch aussagekräftig sind. Maßnahmen in der Mobilität haben, bezogen auf den Endenergieverbrauch, den größten Hebel zur Erreichung der Klimaziele und können von der Gemeinde durch Verkehrsplanung wesentlich beeinflusst werden.

Der Energieträgermix in den Haushalten und der Wirtschaft ist eine wichtige Eingabe, um den energetischen Endverbrauch in der Region möglichst genau abzubilden. Vor allem die Anteile der Energieträger können zwischen den Regionen stark variieren (z. B. erhöhte Fernwärmeversorgung im urbanen Raum). Im einfachsten Fall können die örtlichen Netzbetreiber und Energieversorgungsunternehmen um Daten zu leitungsgebundenen Energieträgern angefragt werden. Im Falle unvollständiger Datensätze bedarf es allerdings einheitlicher Methoden zur Hochrechnung, damit die in das Planungsinstrument einzupflegenden Daten zu möglichst genauen Abbildern zum Energieverbrauch führen.

Im Planungsinstrument wird zwischen einem BAU-Szenario und einem Maßnahmenzenario unterschieden. Im Prinzip sind jegliche Maßnahmen, die nicht von der Gemeinde umgesetzt werden unter dem BAU-Szenario einzutragen, weil diese ohne Zutun der Gemeinde Effekte auf die zukünftige Entwicklung der Energieflüsse haben. Die Herausforderung für Gemeinden besteht allerdings direkt in der Eingabe dieser BAU-Maßnahmen. Auf Bundes- und Länderebene werden diverse politische Instrumente und Maßnahmen in allen Verbrauchsbereichen und Sektoren gesetzt, sodass eine Abschätzung der Effekte auf die Entwicklung der zukünftigen Energieflüsse durch jede einzelne Gemeinde unverhältnismäßig ressourcenintensiv wäre. Eine einheitliche Vorgabe für die Eingabe

diverser BAU-Maßnahmen wäre für die Gemeinden sinnvoll, da eine zentrale Erarbeitung von allen Gemeinden verwendet werden kann.

Das Verhältnis von Aufwand und Nutzen für die Städte sollte immer begleitend betrachtet und beurteilt werden. Dieses wird von Stadt zu Stadt sehr individuell beurteilt werden.

7.2. Weitere Datenquellen

Einige Datenquellen stehen nicht öffentlich zur Verfügung, bieten allerdings zusätzliche Möglichkeiten zur Verbesserung der regionalen Energieflüsse. In weiterführenden Untersuchungen könnte geklärt werden, welche Barrieren einer Verwendung entgegenstehen, wie diese Barrieren überwunden werden können und welche standardisierten Datenverkehrsbestimmungen geschaffen werden können, damit der Aufwand für Datenaufbereitung und Datenverarbeitung aller betroffenen Stellen möglichst gering ist.

Folgenden Datenquellen sind prädestiniert für eine Verwendung zur Erstellung regionaler Bilanzen:

- Strom- und Erdgasdaten zur Erzeugung sowie der Abgabe
- Fernwärmeerzeugung und -abgabe
- Heizungsdaten

Netzbetreiber verfügen über eine zählpunktgenaue Auflistung bei Strom und Erdgas von Energielieferungen aus dem Netz bzw. in das Netz. Die Summe der Zählpunkte in einer Gemeinde könnten für eine exakte Abbildung der Energieverbräuche und Umwandlungsanlagen herangezogen werden. Lediglich in einer der fünf Referenzstädte konnten Daten des Netzbetreibers zur Verbesserung der Bilanz herangezogen werden. Da diese Daten allerdings vertraulich zu behandeln sind, können diese nur für gemeindeinterne Zwecke und nicht zur Veröffentlichung oder dem Vergleich mit anderen Gemeinden herangezogen werden.

Ähnlich verhält es sich bei Nah- und Fernwärmenetzen. Diese Daten liegen bei den Energieversorgern auf und unterliegen oftmals Geheimhaltungspflicht oder Datenschutzbestimmungen.

Rauchfangkehrarbeiten sind gesetzlich in den jeweiligen Bundesländern vorgeschrieben und in unterschiedlicher Qualität zu dokumentieren. In einigen Bundesländern wurden sogenannte Heizungsdatenbanken¹⁰ eingerichtet, die Informationen zu den Heizanlagen enthalten. Informationen zu den technischen Daten (z. B. Wärmenennleistung) könnten sehr aufschlussreich für den Energieverbrauch sowie die Energieträgerverteilung sein. Es wird daher eine Untersuchung empfohlen, in der recherchiert werden soll, welche Daten in den einzelnen Bundesländern tatsächlich erhoben werden, welche Barrieren eine Weiterverwendung verhindern und wie ein standardisierter Datenverkehr aussehen könnte.

Vonseiten der Gemeinden besteht allgemein der Wunsch, dass vor allem Daten, die von ihnen zu statistischen Zwecken gemeldet werden, ihnen wiederum als kostenlose Auswertungen zur Verfügung gestellt werden.

¹⁰ z. B. Salzburger Heizungsdatenbank der Firma gizmocraft, design and technology GmbH

8 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 9-1: Energieimport und -export in Stadt A nach Energieträgern in GWh	44
Abbildung 9-2: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt A.....	45
Abbildung 9-3: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt A in GWh	45
Abbildung 9-4: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt A.....	46
Abbildung 9-5: Energieimport und -export in Stadt B nach Energieträgern in GWh	47
Abbildung 9-6: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt B.....	47
Abbildung 9-7: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt B in GWh	48
Abbildung 9-8: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt B.....	48
Abbildung 9-9: Energieimport und -export in Stadt C nach Energieträgern in GWh	49
Abbildung 9-10: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt C.....	50
Abbildung 9-11: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt C in GWh	50
Abbildung 9-12: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt C.....	51
Abbildung 9-13: Energieimport und -export in Stadt D nach Energieträgern in GWh.....	52
Abbildung 9-14: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt D	52
Abbildung 9-15: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt D in GWh	52
Abbildung 9-16: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt D.....	53
Abbildung 9-17: Energieimport und -export in Stadt E nach Energieträgern in GWh	54
Abbildung 9-18: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt E.....	54
Abbildung 9-19: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt E in GWh	55
Abbildung 9-20: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt E	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bilanzaggregate der Energiebilanzen	19
Tabelle 2: Energieträgerklassifikation der Energiebilanz	20
Tabelle 3: Enthaltene Energieträger in den verwendeten Energieträgergruppen (Statistik Austria, 2019a).....	24
Tabelle 4: Spezifischer Heizwärmebedarf (kWh/m ² a] von Wohngebäuden verschiedener Bauklassen (Österreichische Energieagentur, 2018)	26
Tabelle 5: Aufwandszahlen zur Bereitstellung von Raumwärme in Wohngebäuden (Österreichische Energieagentur, 2018).....	26
Tabelle 6: Beispiel zur gewichteten Verteilung der Beschäftigung.....	27
Tabelle 7: Handlungsfelder und Themenfelder des Maßnahmenkatalogs	58
Tabelle 8: Aus den Handlungsempfehlungen abgeleitete Indikatoren.....	59

Literaturverzeichnis

Österreichische Energieagentur. (2018). *Energieeinsatz der Haushalte - Analyse des Mikrozensus-Zusatzprogramms*. Wien.

Ploiner, C., Sahin, A., & Tretter, H. (2019). *Monitoring und Evaluierung von städtischen Energieflüssen - Teilbericht Arbeitspaket 2: Prüfung und Beurteilung der Datengrundlagen der nationalen Energiebilanzen*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.

Statistik Austria. (2016). *Dokumentation der Energiebilanz*.

Statistik Austria. (2019a). *Energiebilanz 1970-2018*. Wien: Statistik Austria.

Statistik Austria. (2019b). *Nutzenergieanalyse 1993-2018*.

Statistik Austria. (2020). *Energiegesamtrechnung*. Wien: Statistik Austria.

Abkürzungsverzeichnis

AGWR	Adress-, Gebäude- und Wohnungsregister der Statistik Austria
BAU	Business-as-usual
BGBI.	Bundesgesetzblatt
bzw.	beziehungsweise
EB	Energiebilanz
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GWh	Gigawattstunden
HW	Heizwerk
KW	Kraftwerk
KWK	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
MW	Megawatt
TJ	Terajoule
UEA	Unternehmenseigene Anlagen
u. a.	unter anderem

9 Anhang

- Im Anhang sollen ergänzende Informationen und Produkte 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 Produkte anführen, 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.

9.1. Anwendung von Senflusk in den Referenzstädten

Das entwickelte Planungsinstrument Senflusk wurde anhand von Stadtgemeinden getestet, ausgewertet und analysiert. Sowohl das Planungsinstrument als auch die Ergebnisse wurden im Rahmen von Online-Workshops mit Vertretern der Stadtgemeinden diskutiert und weiterentwickelt.

Die fünf ausgewählten Referenzstädte weisen unterschiedliche Charakteristiken hinsichtlich Bevölkerungsdichte, Wirtschaft und Infrastruktur in drei unterschiedlichen Bundesländern auf, wodurch Stärken und Schwächen des Planungsinstruments identifiziert werden können. Die Bevölkerung der ausgewählten Referenzstädte reicht von 4.700 bis 62.000.

9.1.1. Stadt A, 62.000 Einwohner

Die dargestellten Ergebnisse beruhen hauptsächlich auf statistischen Werten. Dadurch wird die tatsächliche regionale Energiesituation nur begrenzt abgebildet. Für Städte, die schon zahlreiche Maßnahmen gesetzt haben, sind die Ergebnisse auf Basis dieser Methode entsprechend nur eine grobe Näherung. In einem derzeit in der Ansuchungsphase befindlichen Projektes soll beispielsweise der Ausbau des Fernwärmenetzes mit ihrem hohen Anteil aus erneuerbaren Energieträgern und Abwärme, der hohe Anteil an Solarthermie bzw. die starke Zunahme der PV-Anlagen oder der Ausbau des öffentlichen Verkehrs (Takt, ECitybus) und der Radinfrastruktur in der Energiebilanzierung berücksichtigt werden. Diese Problematik führte zu der Schlussfolgerung, dass derzeit methodisch gleichwertige und damit vergleichbare Ergebnisse für Städte nur auf einer Ebene getroffen werden können, die die regionalen Gegebenheiten nicht oder ungenügend abbildet. Es sind zwar regionale Daten vorhanden, es fehlt aber die Entscheidung nach welcher Methodik diese Daten aufbereitet werden sollen um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Stadt A hat zusätzlich zu den allgemeinen Daten der vereinfachten Energiebilanz, Angaben über den Binnen - Modalsplit gemacht. Die daraus resultierende Detail-Energiebilanz zeigt einen energetischen Endenergieverbrauch im Jahr 2017 von 2.202,9 GWh. Der Energieträgermix setzt sich zu 37 % aus Öl, zu 22 % aus erneuerbaren Energieträgern, zu 18% aus Gas, zu 12 % aus Strom, zu 8 % aus Fernwärme, zu 2 % aus Kohle und zu 1 % aus Energie aus Abfällen zusammen.

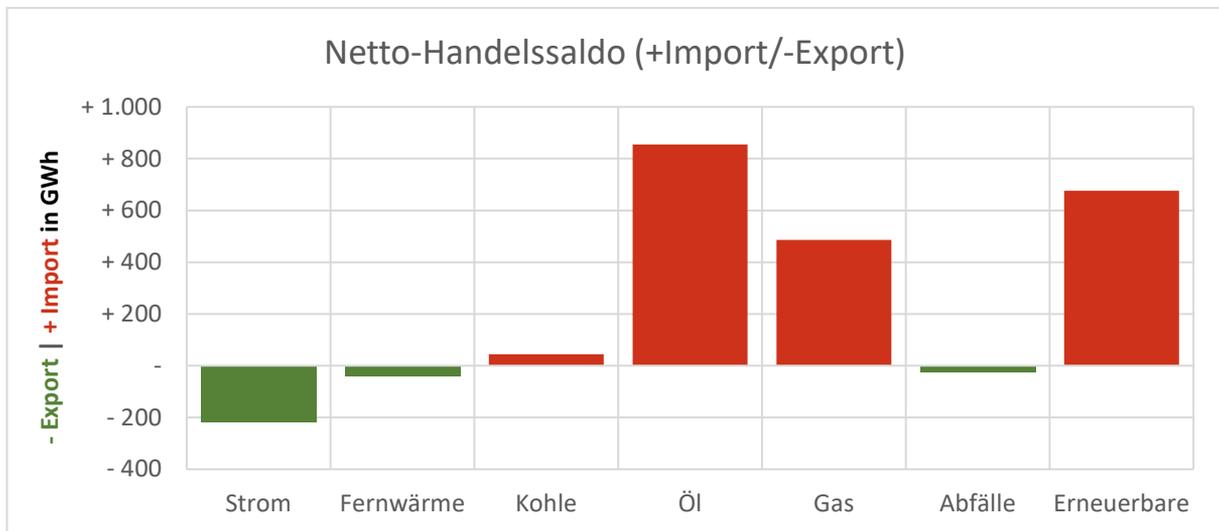


Abbildung 9-1: Energieimport und -export in Stadt A nach Energieträgern in GWh

Die Abbildung 9-1 zeigt, dass Energie importiert und exportiert wird. Die importierte Energiemenge beläuft sich auf 2061,3 GWh. Der größte Anteil der importierten Energiemenge wird aus Öl (41 %) und erneuerbaren Energieträgern (33 %) erzeugt. Der Rest entfällt zu 24 % auf Gas und zu 2 % auf Kohle. Der Energieexport beläuft sich auf insgesamt 284,4 GWh und setzt sich zu 76 % aus Strom, zu 15 % aus Fernwärme und zu 9 % aus Energie aus Abfällen zusammen. Im Gemeindegebiet werden 30% des bilanziell erfassten Energieverbrauchs auf eigener Fläche erzeugt. Diese Energiemenge wird zu 89 % aus erneuerbaren Energieträgern und zu 11 % aus Abfällen erzeugt wodurch Energie aus fossilen Energieträgern reduziert werden kann.

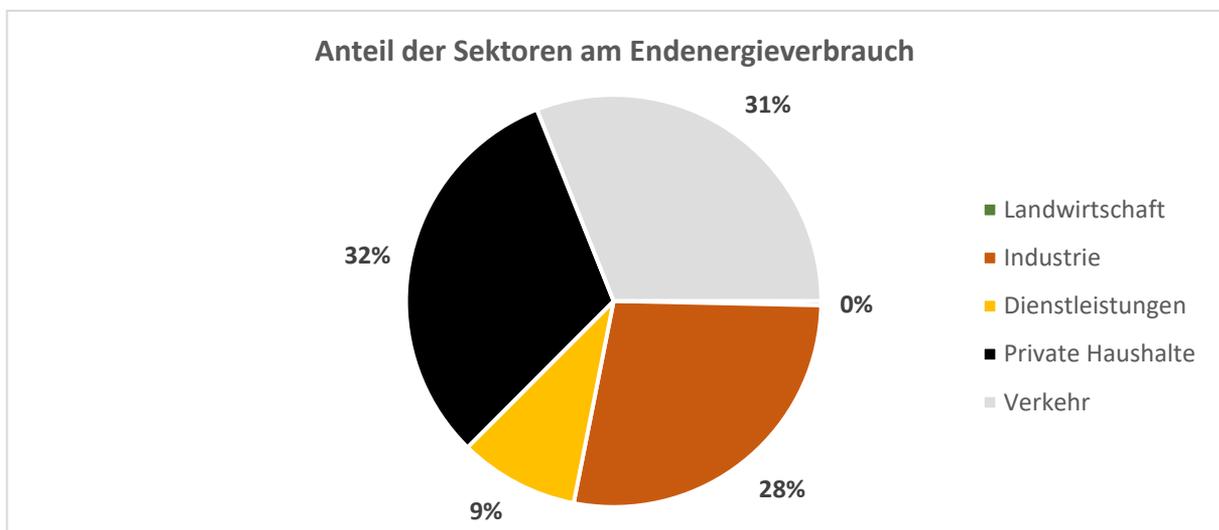


Abbildung 9-2: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt A

Wird der Endenergieverbrauch nach Sektoren aufgeteilt (Abbildung 9-2), zeigt sich, dass private Haushalte mit 31 % den größten Endenergieverbrauch aufweisen, gefolgt vom Verkehrssektor mit 31 %, der Industrie mit 28 %, dem Dienstleistungssektor mit 9 % und der Landwirtschaft mit 0,4%.

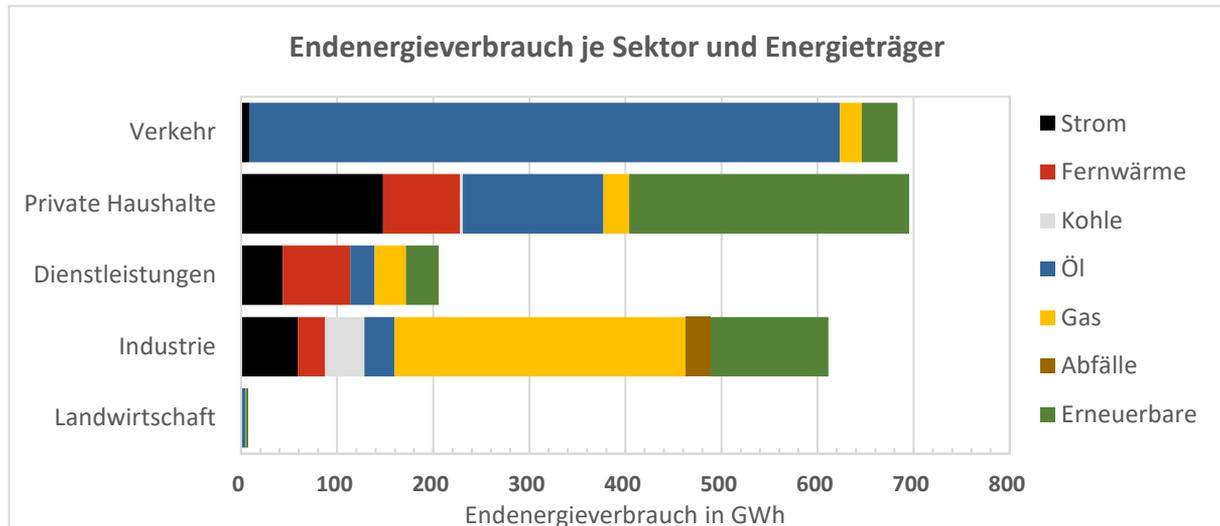


Abbildung 9-3: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt A in GWh

Der Energieträgermix der einzelnen Sektoren (Abbildung 9-3), zeigt, dass die Deckung des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors zu 90 % mit Öl, zu 5 % mit erneuerbaren Energieträgern, zu 3 % mit Gas und zu 1 % mit Strom erfolgt. Im Industriesektor werden 50 % des Endenergieverbrauchs mit Gas, 20 % mit erneuerbaren Energieträgern, 10 % mit Strom, 7 % mit Kohle, je 4,5 % mit Öl und Fernwärme und 4 % mit Energie aus Abfällen gedeckt. Der Energieträgermix der privaten Haushalte setzt sich zu 42 % aus erneuerbaren Energieträgern zusammen. Der Rest entfällt auf Strom mit einem Anteil von 21 %, Öl mit 21 %, Fernwärme mit 12 %, Gas mit 4 % und Kohle mit 0,4 %. Der Endenergieverbrauch des Dienstleistungssektors wird zu 34 % mit Fernwärme, zu 21 % mit Strom, zu 17 % mit erneuerbaren Energieträgern, zu 16 % mit Gas und zu 12 % mit Öl gedeckt. Die Landwirtschaft deckte ihren Endenergieverbrauch hauptsächlich mit Öl (57 %) und erneuerbaren Energieträgern (34 %). Der Rest erfolgt durch geringe Anteile von Gas (4 %), Strom (3 %), Fernwärme (2 %) und Kohle (0,1 %).

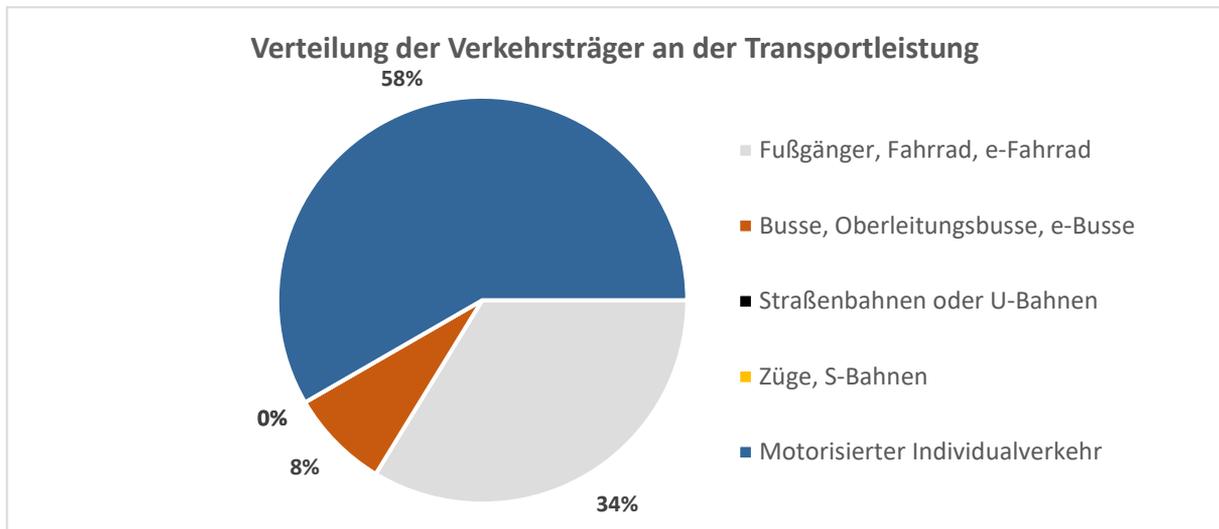


Abbildung 9-4: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt A

Die Abbildung 9-4 zeigt den Binnen - Modalsplit. 58 % der Transportleistung erfolgt durch den motorisierten Individualverkehr. 34 % erfolgen durch Zufußgehen und Radverkehr und 8 % durch Busverkehr.

9.1.2. Stadt B, 45.000 Einwohner

Stadt B verfügt über ein ausgebautes Fernwärmenetz und hat zusätzlich zu den allgemeinen Daten der vereinfachten Energiebilanz, Angaben über die wirtschaftlichen Aktivitäten, die Energieträgerverteilungen in Haushalten und der Wirtschaft, die Wohnungsnutzflächen, den Energieverbrauch des Gemeindeeigentums und den Modalsplit gemacht. Die daraus resultierende Detail-Energiebilanz zeigt einen energetischen Endenergieverbrauch im Jahr 2017 von 1.246,5 GWh. Der Energieträgermix setzt sich zu 36 % aus Öl, zu 34 % aus Gas, zu 17 % aus erneuerbaren Energieträgern, zu 9 % aus Strom, zu 4 % aus Fernwärme und zu 0,5 % aus Kohle zusammen.

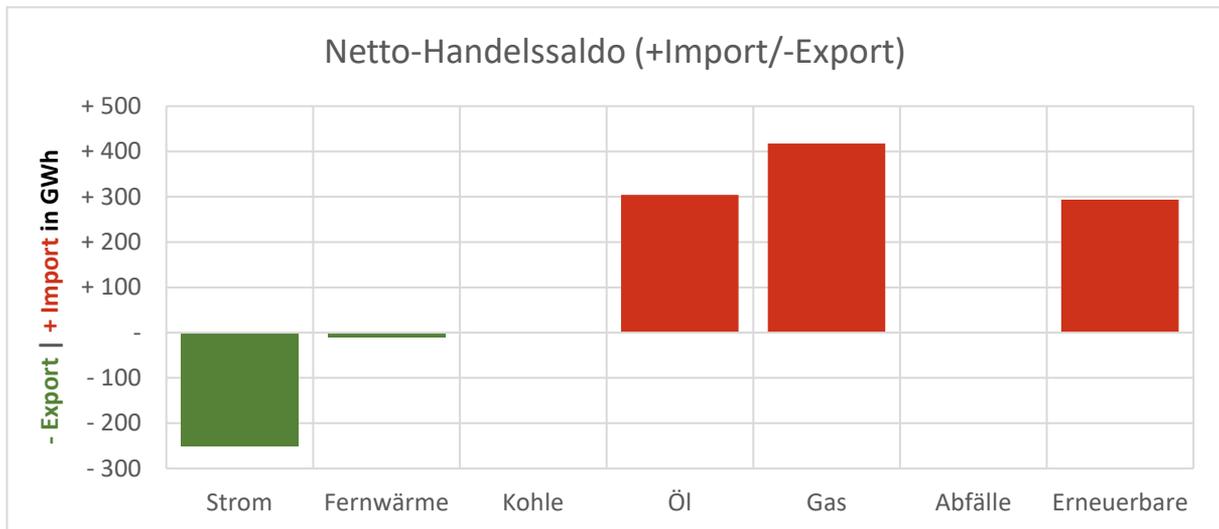


Abbildung 9-5: Energieimport und -export in Stadt B nach Energieträgern in GWh

Die Abbildung 9-5 zeigt, dass in Energie importiert und exportiert wird. Die importierte Energiemenge beläuft sich auf 1.016,2 GWh. Das entspricht 82 % des gesamten Endenergieverbrauchs von Stadt B. Der größte Anteil der importierten Energiemenge wird aus Gas (41 %) und Öl (30 %) erzeugt. Der Rest entfällt zu 29 % auf erneuerbare Energieträger und zu 0,5 % auf Kohle. Der Energieexport beläuft sich auf insgesamt 261,7 GWh und setzt sich zu 96% aus Strom und zu 4 % aus Fernwärme zusammen. Im Gemeindegebiet werden in Summe 752,3 GWh Rohenergie erzeugt, welche zu 45 % aus erneuerbaren Energieträgern, zu 28 % aus Öl, zu 23 % aus Gas und zu 4 % aus Abfällen stammt.

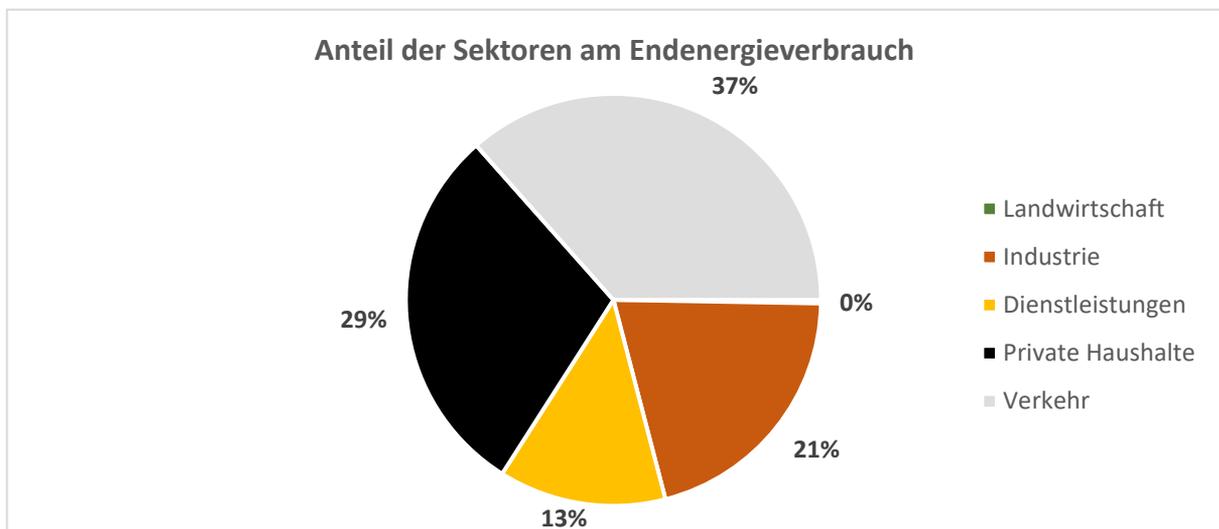


Abbildung 9-6: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt B

Wird der Endenergieverbrauch nach Sektoren aufgeteilt (Abbildung 9-6), zeigt sich, dass der Verkehrssektor mit 37 % den größten Endenergieverbrauch aufweist, gefolgt von den privaten Haushalten mit 29%, der Industrie mit 21 %, dem Dienstleistungssektor mit 13 % und der Landwirtschaft mit 0,4 %.

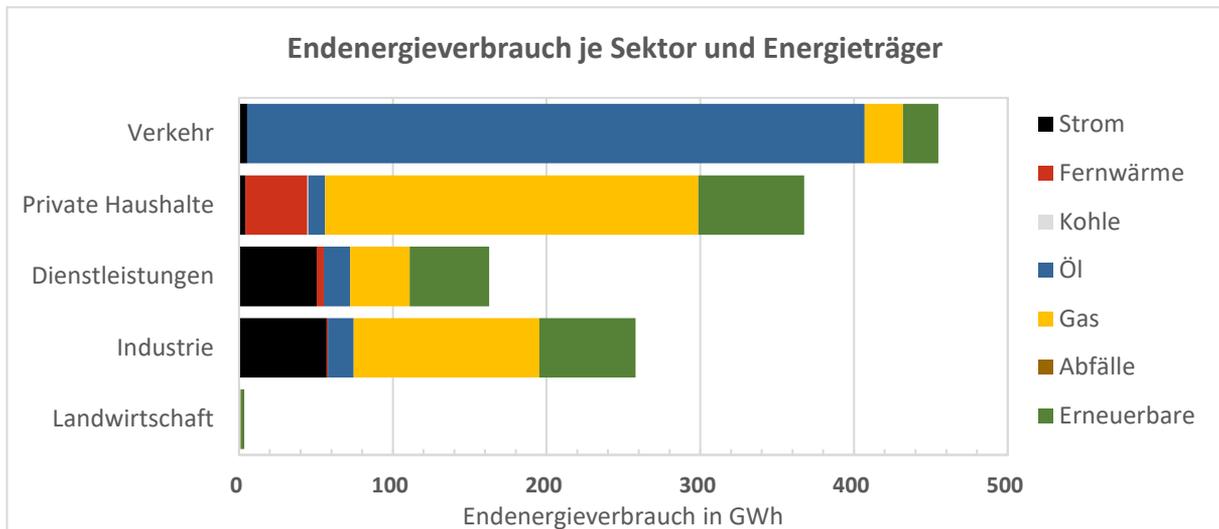


Abbildung 9-7: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt B in GWh

Betrachtet man den Energieträgermix der einzelnen Sektoren (Abbildung 9-7), wird ersichtlich, dass die Deckung des Endenergieverbrauchs des Dienstleistungssektors zu 38 % mit Strom, zu 27 % mit Fernwärme, zu 15 % mit Gas, zu 11 % mit erneuerbaren Energieträgern und zu 9 % mit Öl erfolgt. Im Verkehrssektor werden 90% des Endenergieverbrauchs mit Öl, 5% mit erneuerbaren Energieträgern, 2 % mit Strom und rund 3 % mit Gas gedeckt. Der Energieträgermix des Industriesektors setzt sich überwiegend aus Gas (37%) und Strom (37%) zusammen. Der Rest entfällt auf Erneuerbare mit einem Anteil von 14 %, Öl mit 7 % und Fernwärme mit 5 %. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte wird zu knapp 35 % mit erneuerbaren Energieträgern, zu 27 % mit Gas, zu 20 % mit Strom zu 13 % mit Öl zu 4 % mit Fernwärme und zu 1 % mit Kohle gedeckt.

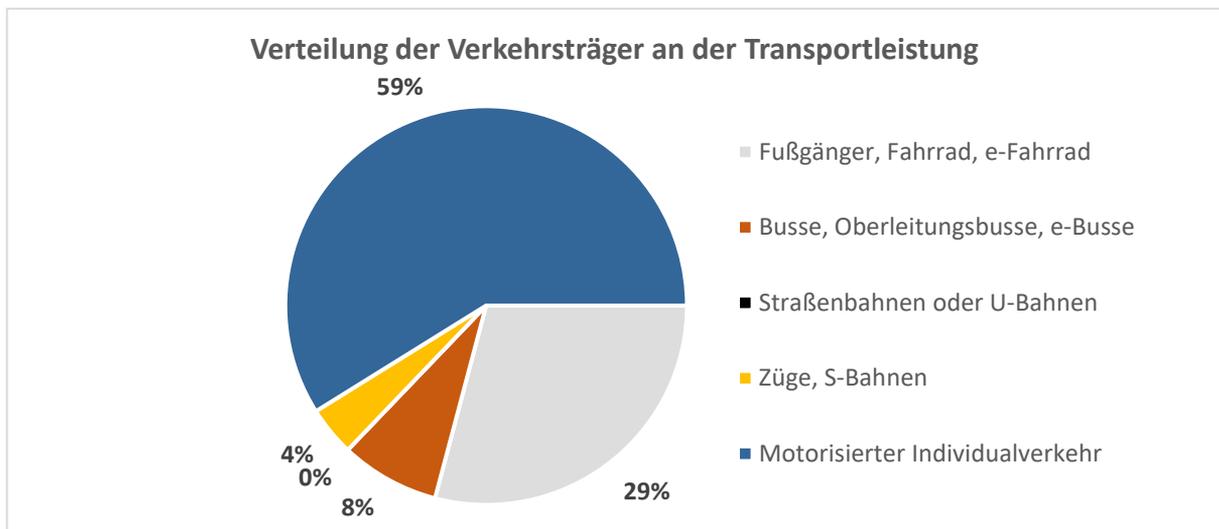


Abbildung 9-8: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt B

59 % der Transportleistung erfolgt durch den motorisierten Individualverkehr. 29 % erfolgen durch Fuß und Radverkehr, 8 % durch Busverkehr und 4 % durch Züge und S-Bahnen.

9.1.3. Stadt C, 27.000 Einwohner

Stadt C hat zusätzlich zu den allgemeinen Daten der vereinfachten Energiebilanz, Angaben über die wirtschaftlichen Aktivitäten, den Energieverbrauch des Gemeindeeigentums und den Modalsplit gemacht. Die daraus resultierende Detail-Energiebilanz zeigt einen energetischen Endenergieverbrauch im Jahr 2017 von 695.2 GWh. Der Energieträgermix setzt sich zu 34 % aus Öl, zu 29 % aus Fernwärme, zu 19 % aus Strom, zu 9 % aus Gas, zu 6 % aus erneuerbaren Energieträgern, zu 1 % aus Kohle und geringfügig aus Abfällen (0,3%) zusammen.

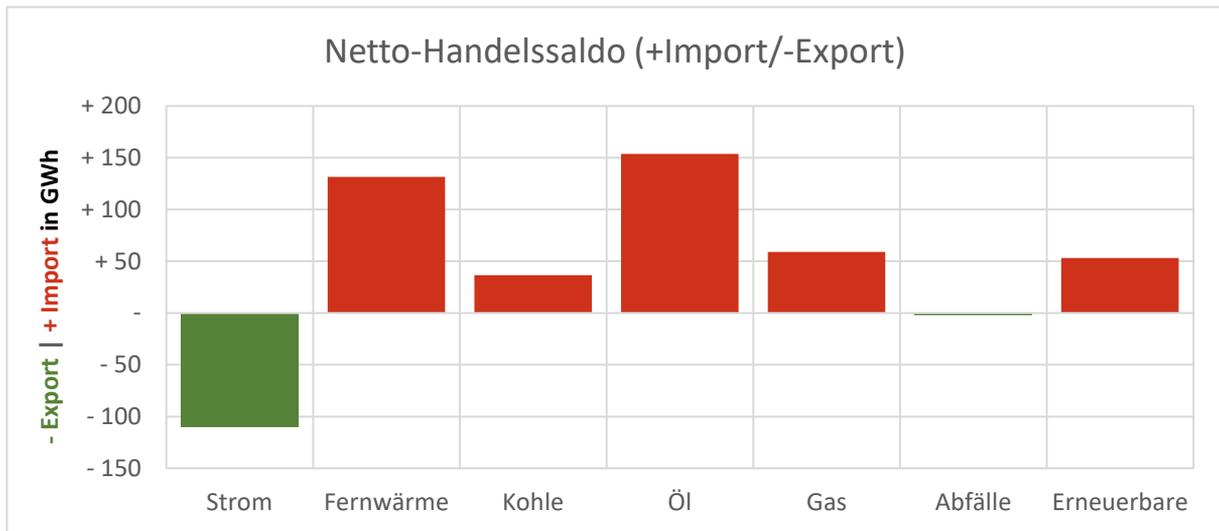


Abbildung 9-9: Energieimport und -export in Stadt C nach Energieträgern in GWh

In der Abbildung 9-9 ist ersichtlich, dass Energie sowohl importiert als auch exportiert. Die importierte Energiemenge beläuft sich auf 433,9 GWh. Das entspricht 62 % des gesamten Endenergieverbrauchs von Stadt C. Der größte Anteil der importierten Energiemenge wird aus Öl (35 %) und Fernwärme (30 %) erzeugt. Der Rest entfällt zu 14 % auf Gas, zu 12 % auf erneuerbare Energieträger und zu 8 % auf Kohle. Der Energieexport beläuft sich auf insgesamt 112 GWh und setzt sich zu 98 % aus Energie aus Strom und zu 2 % aus Energie aus Abfällen zusammen. Im Gemeindegebiet werden in Summe 537,8 GWh Rohenergie erzeugt, welche zu 52 % aus erneuerbaren Energieträgern und zu 24 % aus Öl, zu 20 % aus Gas und zu 5 % aus Abfällen stammt.

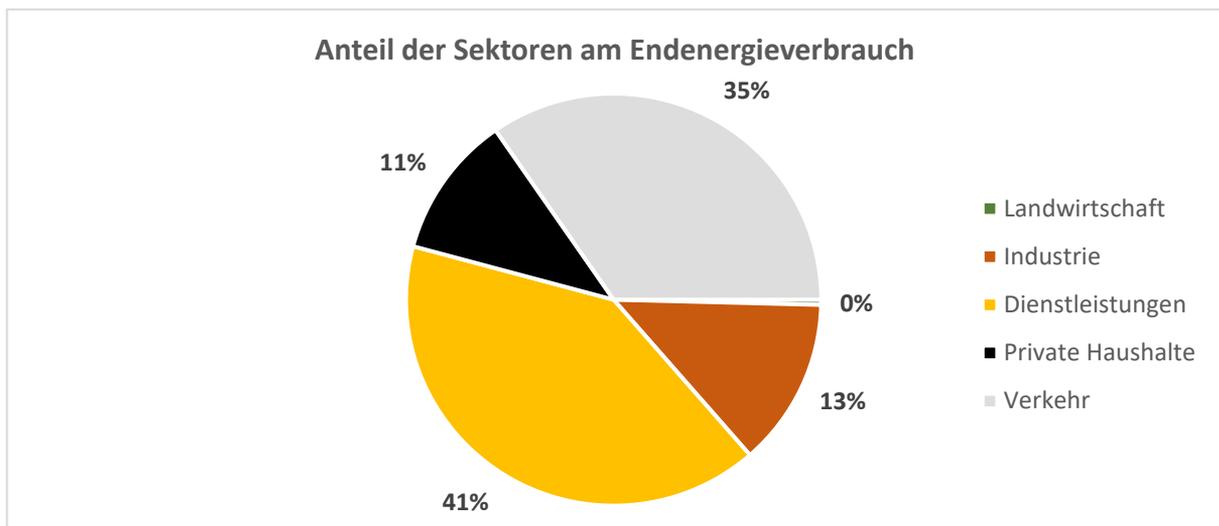


Abbildung 9-10: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt C

Wird der Endenergieverbrauch nach Sektoren aufgeteilt (Abbildung 9-10), zeigt sich, dass der Dienstleistungssektor mit 42 % den größten Endenergieverbrauch aufweist, gefolgt vom Verkehrssektor mit 33 %, dem Industriesektor mit 14 %, den privaten Haushalten mit 11 % und der Landwirtschaft mit 0,4 %.

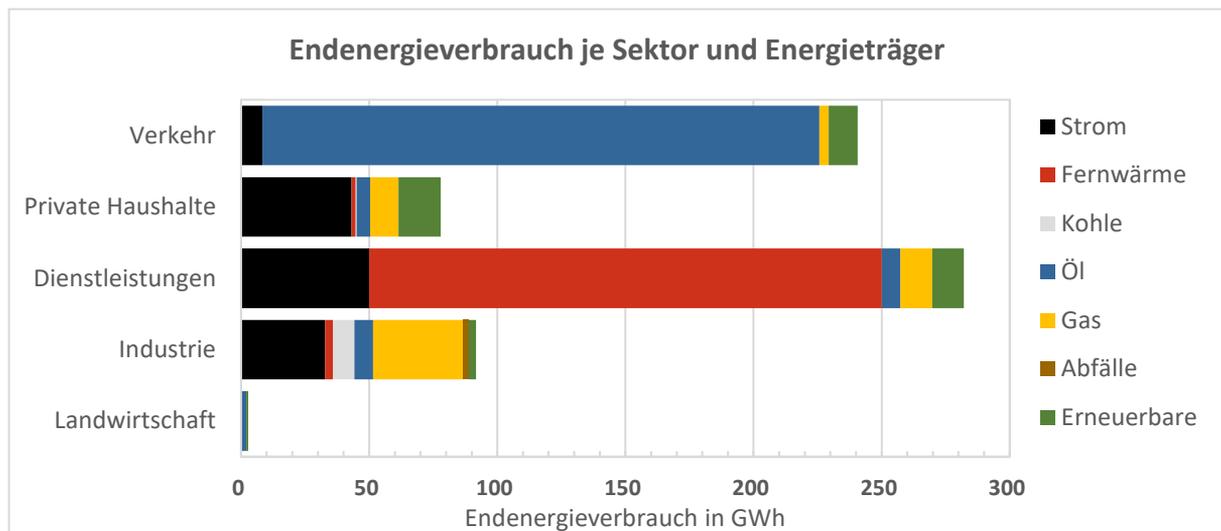


Abbildung 9-11: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt C in GWh

Betrachtet man den Energieträgermix der einzelnen Sektoren (Abbildung 9-11), wird ersichtlich, dass die Deckung des Endenergieverbrauchs des Dienstleistungssektors zu 71 % mit Fernwärme, zu 18 % mit Strom, zu je 4 % mit Gas und erneuerbaren Energieträgern und zu 3 % mit Öl erfolgt. Im Verkehrssektor werden 90 % des Endenergieverbrauchs mit Öl, 5 % mit erneuerbaren Energieträgern, 3 % mit Strom und rund 2 % mit Gas gedeckt. Der Energieträgermix des Industriesektors setzt sich überwiegend aus Gas (39 %) und Strom (36 %) zusammen. Der Rest entfällt auf Kohle mit einem Anteil von 9 %, Öl mit 8 %, Fernwärme und erneuerbare Energieträger mit je 3 % und Energie aus Abfällen mit 2 %. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte wird zu knapp 55 % mit Strom, zu 21 % mit erneuerbaren Energieträgern, zu 14 % mit Gas zu 7 % mit Öl zu 2 % mit Fernwärme und zu 0,4 % mit Kohle gedeckt.

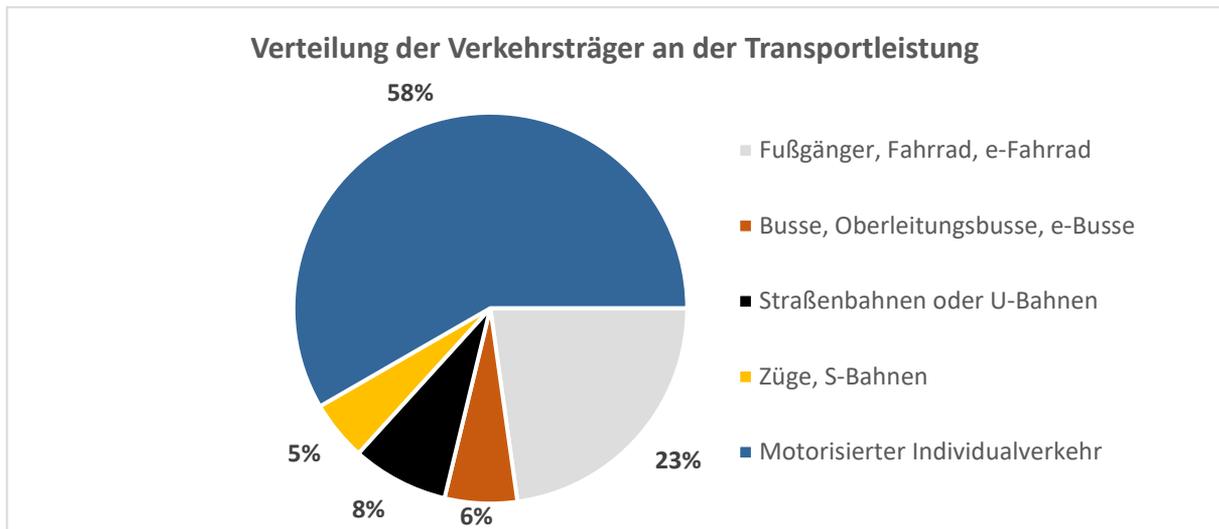


Abbildung 9-12: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt C

58 % der Transportleistung erfolgt durch den motorisierten Individualverkehr. 23 % erfolgen durch Zufußgehen und Radverkehr, zu 8 % mittels Straßenbahnen, zu 6 % mittels Bussen und zu 5 % mittels Zügen und S-Bahnen.

9.1.4. Stadt D, 6.700 Einwohner

Stadt D hat zusätzlich zu den allgemeinen Daten der vereinfachten Energiebilanz, Angaben über die wirtschaftlichen Aktivitäten, die vorhandenen Energieumwandlungstechnologien, die Energieträgerverteilungen in Haushalten und der Wirtschaft, die Wohnungsnutzflächen, den Energieverbrauch des Gemeindeeigentums und die Wohnungsnutzflächen gemacht. Aufgrund der Vertraulichkeit der Detailedaten zu den Lieferungen und Einspeisungen von Strom- und Fernwärme wird nachfolgend auf die Ergebnisse der vereinfachten Energiebilanz eingegangen. Die vereinfachte Energiebilanz zeigt einen energetischen Endenergieverbrauch im Jahr 2017 von 218 GWh. Der Endenergieverbrauch setzt sich zu 21 % aus Strom, zu 8 % aus Fernwärme, zu 34 % aus Öl, zu 20 % aus erneuerbaren Energieträgern, zu 15 % aus Gas und zu 2 % aus Kohle zusammen.

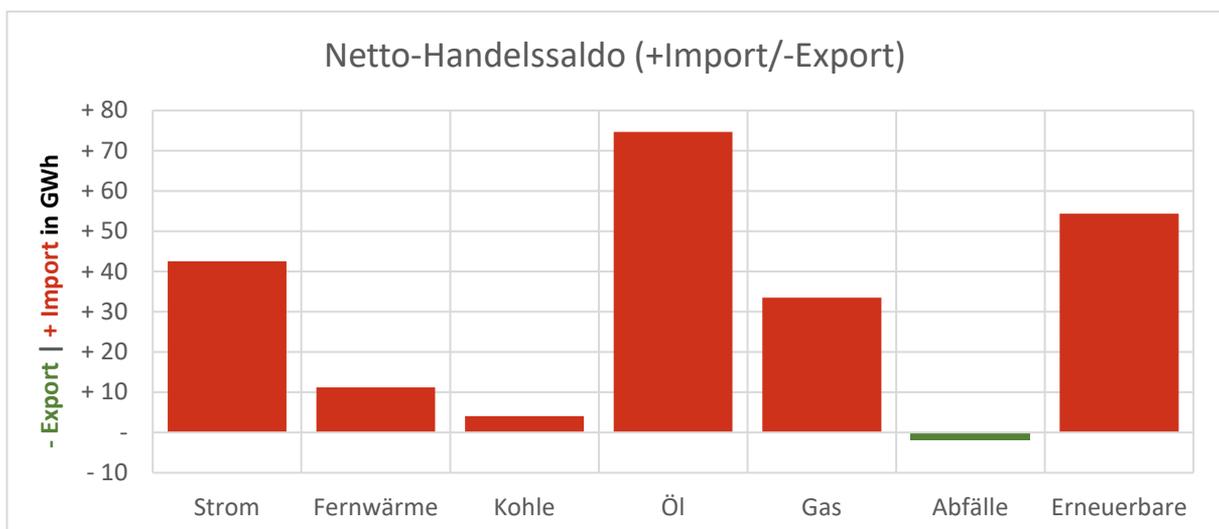


Abbildung 9-13: Energieimport und -export in Stadt D nach Energieträgern in GWh

Die Abbildung 9-13 zeigt, dass Energie importiert wird und es zu keinen Energieexporten kommt. Die importierte Energiemenge beläuft sich auf 218 GWh. Dies entspricht dem gesamten Endenergieverbrauch. Der größte Anteil der importierten Energiemenge ist Öl (34 %) und Erneuerbare (25 %) zuzurechnen. Der Rest entfällt zu 19 % auf Strom, zu 15 % auf Öl und zu 5 % auf Fernwärme. Im Gemeindegebiet werden in Summe 15 GWh Rohenergie erzeugt, welche zu 75 % aus erneuerbaren Energieträgern und zu 25% aus Abfällen stammt.

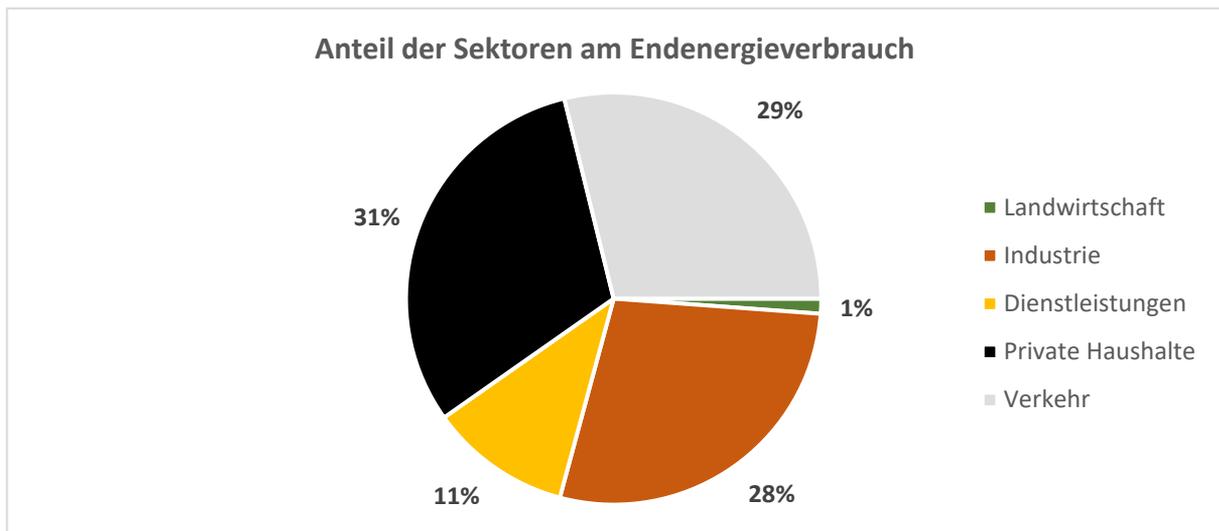


Abbildung 9-14: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt D

Wird der Endenergieverbrauch nach Sektoren aufgeteilt (Abbildung 9-14), zeigt sich, dass die privaten Haushalte mit 31 % den größten Endenergieverbrauch aufweist, gefolgt vom Verkehr mit 29 %, der Industrie mit 28 %, dem Dienstleistungssektor mit 11 % und der Landwirtschaft mit 1 %.

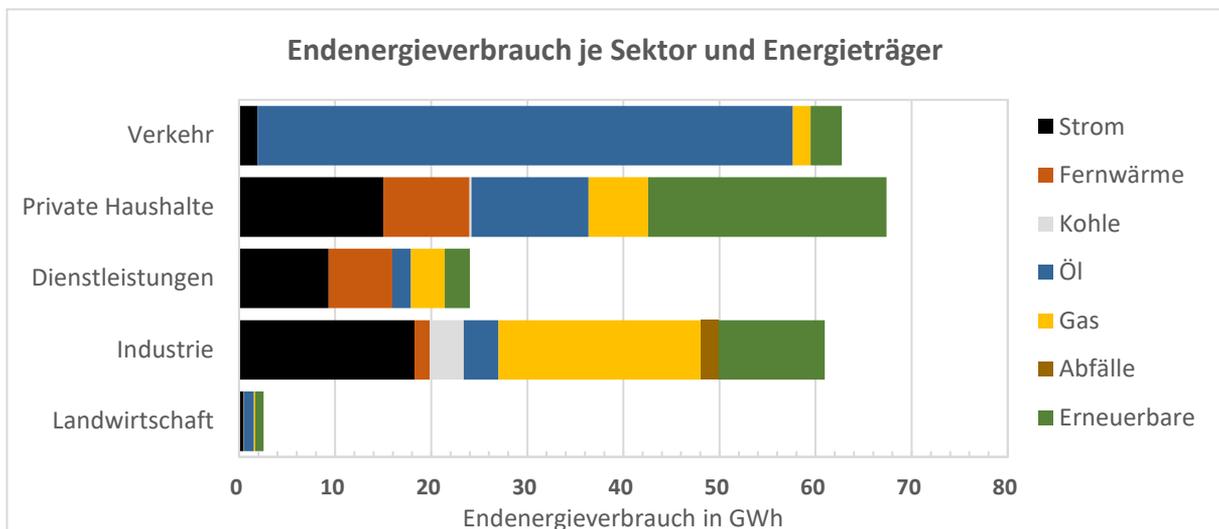


Abbildung 9-15: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt D in GWh

Betrachtet man den Energieträgermix der einzelnen Sektoren (Abbildung 9-15), wird ersichtlich, dass die Deckung des Endenergieverbrauchs des Dienstleistungssektors zu 39 % mit Strom, zu 28 % mit

Fernwärme, zu 15 % mit Gas und zu 11 % mit Erneuerbaren erfolgt. Wenig überraschend wird im Verkehrssektor 89 % des Endenergieverbrauchs mit Öl gedeckt, 5 % mit erneuerbaren Energieträgern und 3 % mit Strom. Der Energieträgermix des Industriesektors setzt sich überwiegend aus Gas (34 %) Strom (30 %) und Erneuerbare (18%) zusammen. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte wird zu knapp 37 % mit erneuerbaren Energieträgern, zu 22 % mit Strom, zu 18 % mit Öl, zu 13 % mit Fernwärme und zu 9 % mit Gas gedeckt.

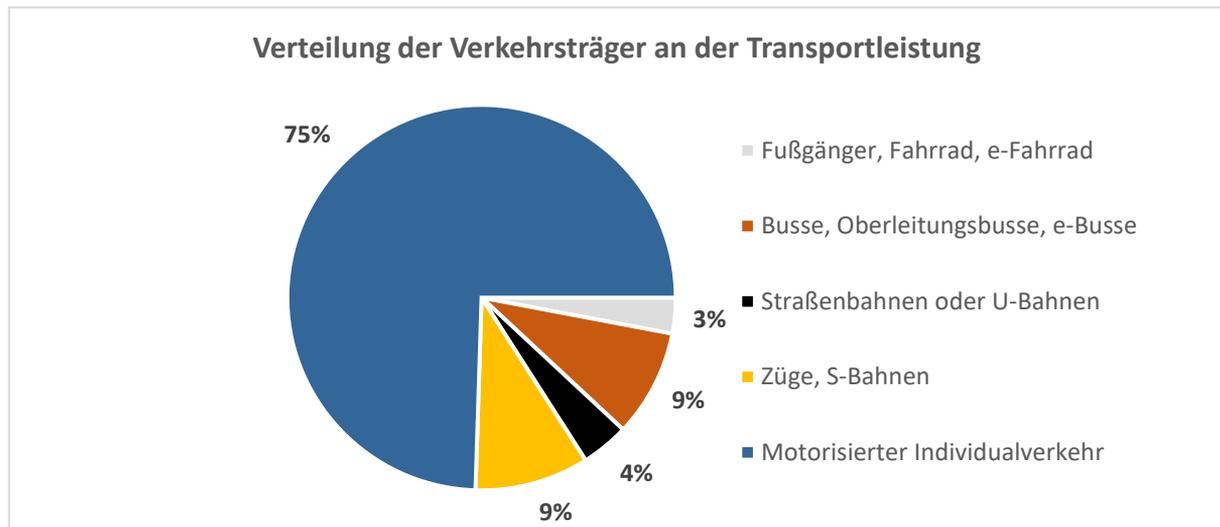


Abbildung 9-16: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt D

Die Abbildung 9-16 zeigt aufgrund der Verwendung der vereinfachten Bilanz den österreichweiten Modalsplit. 57 % der Transportleistung erfolgt durch den motorisierten Individualverkehr. 3 % erfolgen durch Zufußgehen und Radverkehr, jeweils 9 % durch Busverkehr und durch Züge sowie S-Bahnen.

9.1.5. Stadt E, 4.800 Einwohner

Stadt E hat zusätzlich zu den allgemeinen Daten der vereinfachten Energiebilanz, Angaben über die wirtschaftlichen Aktivitäten sowie den Energieverbrauch des Gemeindeeigentums gemacht. Die daraus resultierende Detail-Energiebilanz zeigt einen energetischen Endenergieverbrauch im Jahr 2017 von 171,9 GWh. Der Energieträgermix setzt sich zu 32 % aus Öl, zu 24 % aus Strom, zu 20% aus Gas, zu 17 % aus erneuerbaren Energieträgern, zu 7 % Fernwärme und zu 0,1 % aus Kohle zusammen.

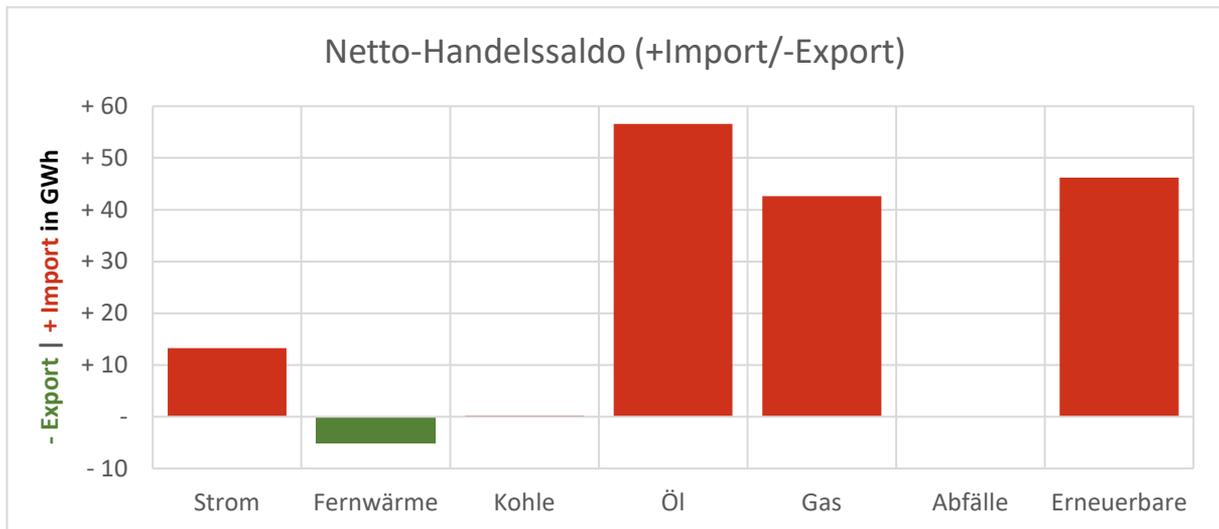


Abbildung 9-17: Energieimport und -export in Stadt E nach Energieträgern in GWh

In der Abbildung 9-17 ist ersichtlich, dass sowohl Energie importiert als auch exportiert. Die importierte Energiemenge beläuft sich auf 153,6 GWh. Das entspricht 89 % des gesamten Endenergieverbrauchs. Der größte Anteil der importierten Energiemenge wird aus Öl erzeugt (37 %). Der Rest entfällt zu 30 % auf erneuerbare Energieträger, zu 28 % auf Gas, zu 9 % auf Strom und zu 0,1% auf Kohle. Die exportierte Energiemenge beläuft sich auf 5,2 GWh und wird zu 100 % aus Fernwärme gewonnen. Im Gemeindegebiet werden in Summe 43,4 GWh Rohenergie erzeugt, welche zu 97 % aus erneuerbaren Energieträgern und zu 3% aus Abfällen stammt.

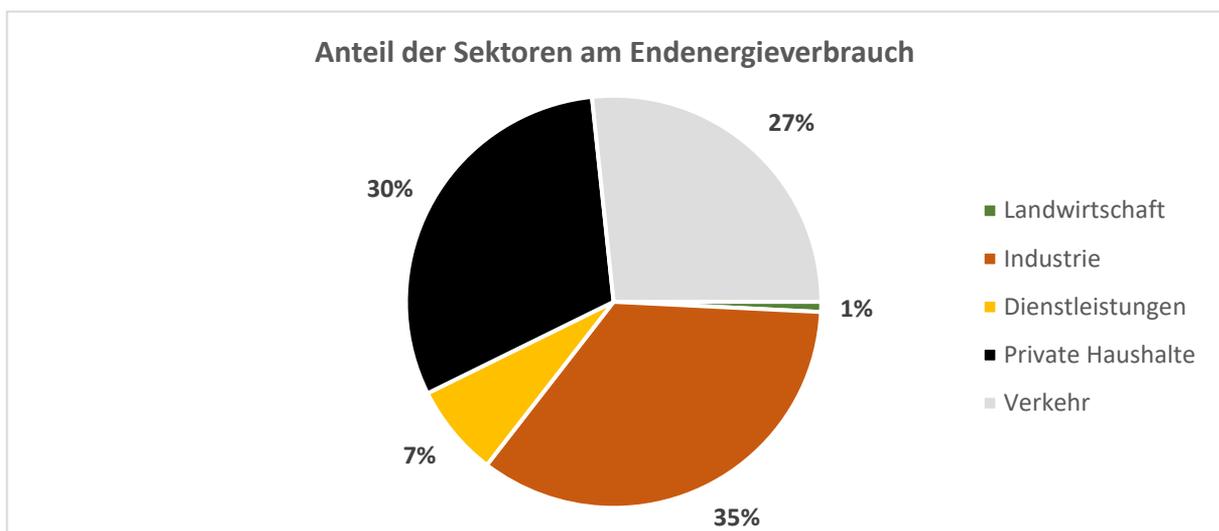


Abbildung 9-18: Prozentanteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Stadt E

Wird der Endenergieverbrauch nach Sektoren aufgeteilt (Abbildung 9-18), zeigt sich, dass der Industriesektor mit 35 % den größten Endenergieverbrauch aufweist, gefolgt von den privaten Haushalten mit 30 %, dem Verkehrssektor mit 27 %, dem Dienstleistungssektor mit 7 % und der Landwirtschaft mit 1 %.

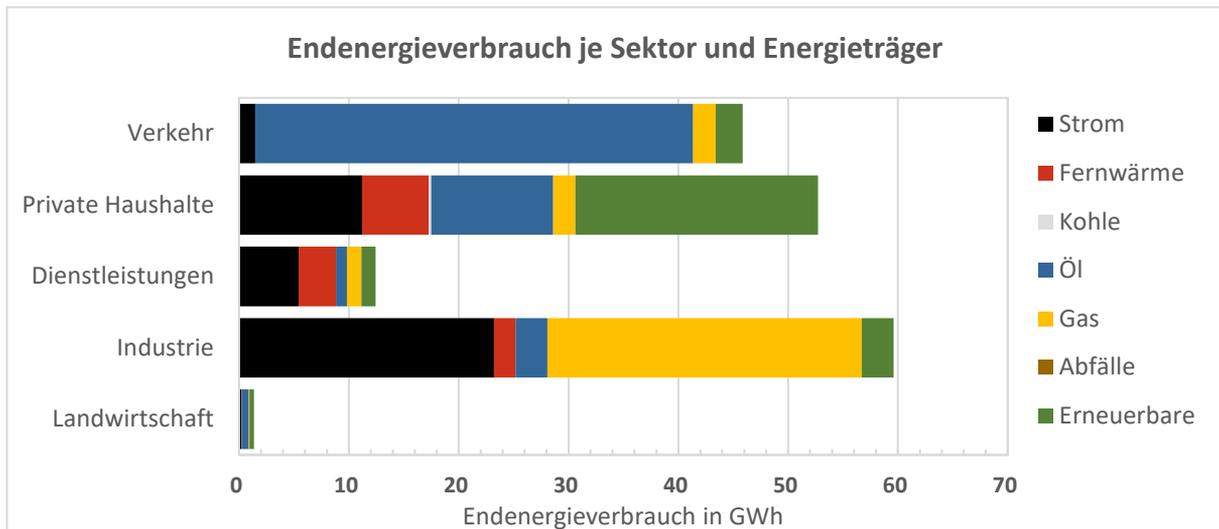


Abbildung 9-19: Endenergieverbrauch nach Energieträger je Sektor in Stadt E in GWh

Betrachtet man den Energieträgermix der einzelnen Sektoren (Abbildung 9-19), wird ersichtlich, dass die Deckung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte zu 42 % mit erneuerbaren Energieträgern, zu 21 % mit Öl, zu 21 % mit Strom, zu 12 % mit Fernwärme, zu 4 % mit Gas und geringfügig (0,4 %) mit Kohle erfolgt. Im Verkehrssektor werden 87 % des Endenergieverbrauchs mit Öl, 4 % mit Gas, 5 % mit erneuerbaren Energieträgern und 3 % mit Strom gedeckt. Der Energieträgermix des Industriesektors setzt sich überwiegend aus Gas (48 %) und Strom (39 %) zusammen. Der Rest entfällt auf Öl und erneuerbare Energieträger mit je 5 % und Fernwärme mit 3 %. Der Endenergieverbrauch des Dienstleistungssektors wird zu 44 % mit Strom, 27 % mit Fernwärme, zu 11 % mit Gas, zu 10 % mit erneuerbaren Energieträgern und zu 8 % mit Öl gedeckt.

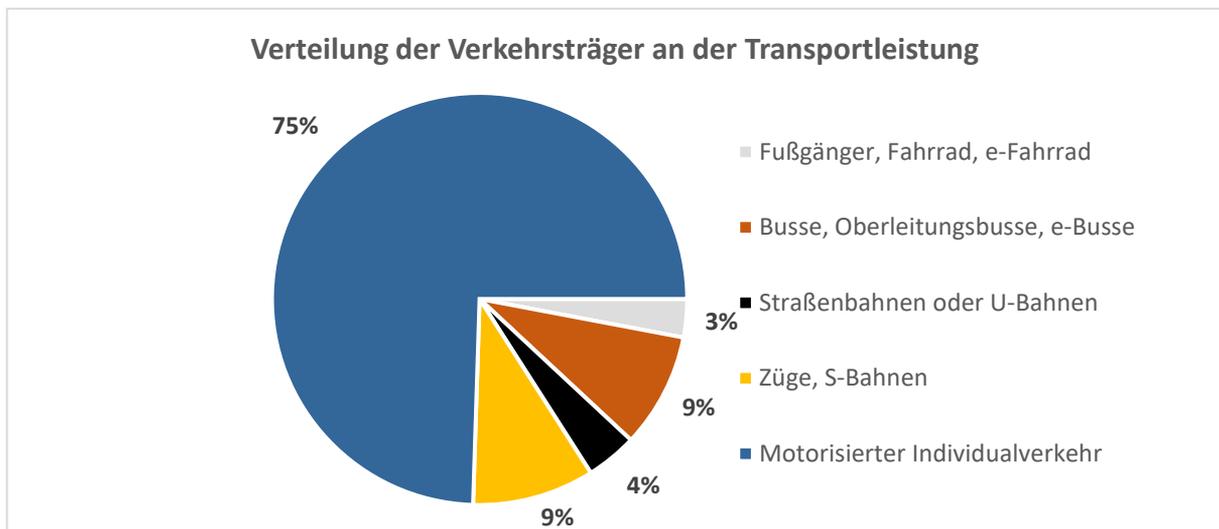


Abbildung 9-20: Prozentanteile der Verkehrsträger an der Transportleistung in Stadt E

75 % der Transportleistung erfolgt durch den motorisierten Individualverkehr. 10 % erfolgen durch den Bahnverkehr, zu 9 % durch Busverkehr und zu 3 % durch Fuß- und Radverkehr.

9.2. Data Management Plan (DMP)

Im Rahmen des Projektes wurden größtenteils nur öffentlich verfügbare Daten, wie bspw. die Energiebilanzen und Nutzenergieanalysen der Statistik Austria, verarbeitet. Die Sammlung von nicht frei verfügbaren Daten fand nur in kleinerem Ausmaß in Zusammenarbeit mit den Referenzstädten des Projektes statt. Diese stellten dem Projektteam Daten aus ihrem eigenen Bestand zur Verfügung, um mithilfe dieser eine geeignete Basis für die Erstellung der regionalen Energiebilanzen anhand des entwickelten Planungsinstruments Senflusk zu entwickeln. Diese Daten selbst werden und wurden jedoch nicht veröffentlicht und dienten nur der Zurschaustellung der Anwendung des Tools für die am Projekt mitwirkenden Gemeinden sowie der Identifikation möglicher Probleme bei der Anwendung des Tools mit realen Daten. Die Ergebnisse aus den regionalen Energiebilanzen der teilnehmenden Gemeinden werden, in Absprache mit ihnen, nur im Rahmen des Ergebnisberichts in Form von übergeordneten Bilanzaggregaten veröffentlicht. Die Dokumentation des Planungsinstruments und der zugrundeliegenden Methodik im Endbericht des Projektes enthält genauere Informationen darüber, in welcher Form die eingegebenen Daten verarbeitet werden. Die ermittelten Ergebnisse des Planungsinstruments basieren größtenteils auf den öffentlich verfügbaren statistischen Daten der Bundesländer-Energiebilanzen und -Nutzenergieanalysen, die auf Gemeindeebene heruntergebrochen wurden. Die Daten der Gemeinden dienen lediglich dazu, die ermittelten Resultate zu verfeinern. Eine weitere Verarbeitung oder Modifizierung der bereitgestellten Daten hat im Projekt nicht stattgefunden. Die von den Referenzstädten bereitgestellten Daten wurden unter Absprache mit den Gemeinden auf den Servern beider Konsortialpartner gespeichert und von diesen verarbeitet. Die Daten werden nach Projektabschluss gelöscht und stehen für keine weitere Nutzung zur Verfügung.

Des Weiteren wurde ein genereller Datenkatalog erstellt, der verschiedene Kennzahlen, die für die Erstellung von regionalen Energiebilanzen hilfreich sein können, und die dazugehörigen verfügbaren Datenquellen in Form einer tabellarischen Übersicht darstellt. Während dieses Prozesses wurden keine Daten gespeichert oder bearbeitet. Im Dokument selbst, das gemeinsam mit den anderen Projektergebnissen veröffentlicht wird, sind lediglich verschiedene Charakteristika der einzelnen Kennzahlen und Quellen beschrieben sowie Links zu den verschiedenen öffentlichen Quellen enthalten.

Unter Anbetracht dieser Umstände wurde im Laufe des Projektes kein vollumfänglicher Data Management Plan entwickelt, da es zu keiner Veröffentlichung von Daten abseits der zusammengefassten Ergebnisse des Planungsinstruments gekommen ist.

9.3. Genereller Datenkatalog

Der generelle Datenkatalog ist eine Liste an Daten sowie deren aktuellen Fundorten, die zur Erstellung regionaler Energieflüsse herangezogen werden können. Die Liste dient einerseits als Hilfestellung für Gemeinden, die das im Projekt entwickelte Planungsinstrument sorgfältig ausfüllen möchten. Andererseits enthält die Liste auch Informationen über die Qualität der jeweiligen Datensätze, um Einschätzungen zur Qualität und Aussagekraft der erstellten Energiebilanzen treffen zu können. Konkret sind folgende Informationen, soweit sie verfügbar waren, im Datenkatalog enthalten:

- Die betroffene Kennzahl
- Eine Kategorisierung, die zeigt, ob es sich lediglich um Indikatoren oder direkt zugängliche Daten handelt.
- Die Datenquelle aus der die Kennzahl entnommen werden kann
- Der Verwendungszweck der Kennzahl, mit den möglichen Kategorien Aufbringung, Umwandlung und Verbrauch
- Die regionale Gliederung, die darstellt, ob die Daten auf Gemeinde-, Bundesland, oder Landesebene vorliegen.
- Die Verfügbarkeit der Daten für das Jahr 2018
- Eine Kurzbeschreibung von möglichen Schwächen bzw. Unsicherheiten der Daten, sofern identifizierbar.
- Die Urheber der jeweiligen Datenquelle
- Eine Kurzbeschreibung der Erhebungsmethode, sofern diese nachvollziehbar war.
- Das Erhebungsintervall
- Die für die Erhebung zuständige Stelle
- Ein Link zur Datenquelle, sofern diese online verfügbar ist.
- Kurzbeschreibungen der Daten selbst, mit zusätzlichen Informationen, wie z. B. die Seitenzahl auf der die Kennzahlen im zugrundeliegenden Bericht gefunden werden können usw.

Bei den im generellen Datenkatalog herangezogenen Daten und Quellen handelt es sich um öffentliche statistische Daten und Auswertungen, jährliche Berichte öffentlicher Stellen (z. B. Ökostrombericht), öffentlich zugängliche Projektberichte sowie Daten, die prinzipiell von verschiedenen Akteuren auf Gemeindeebene direkt angefragt werden können. Der Datenkatalog wird neben dem Bericht auf www.nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz veröffentlicht.

9.4. Handlungsempfehlungen, Maßnahmenkataloge und Indikatoren

Der nationale Energie- und Klimaplan sieht bis zum Jahr 2030 die Senkung der Treibhausgasemissionen im nicht-Emissionshandels-Bereich um 36 % (gegenüber 2005), die Erhöhung des Anteils von Energie aus erneuerbaren Quellen am Bruttoendenergieverbrauch auf 46–50 %, die Deckung des Stromverbrauchs zu 100 % aus erneuerbarer Energie und die Verbesserung der Primärenergieintensität um 25–30 % vor.

Um diese Ziele zu erreichen, braucht es einen Maßnahmenmix aus unterschiedlichen Themenbereichen, denn Einzelmaßnahmen bewirken meist keine wahrnehmbaren Veränderungen in Energiebilanzen. Um geeignete Maßnahmen für Gemeinden und Städte zu identifizieren, wurden Richtlinien, Strategiepapiere, Aktionspläne, Masterpläne und Handlungsempfehlungen auf europäischer und nationaler Ebene durchforstet. Um die Summe der Maßnahmen, die im Zuge der Recherchen gesammelt wurden, sinnvoll zu strukturieren, wurde eine Einteilung in folgende Handlungsfelder und Themenbereiche vorgenommen:

Tabelle 7: Handlungsfelder und Themenfelder des Maßnahmenkatalogs

Handlungsfeld	Themenbereich	Anzahl der Handlungsempfehlungen
Energie	Energieeffizienz	43
	Erneuerbare Energie	20
	Versorgung und Infrastruktur	9
Mobilität	Öffentlicher Verkehr	42
	Elektromobilität	27
	Infrastruktur und Verkehrssystem	23
Gebäude und Raumplanung	Sanierung	9
	Neubau	12
	Raumplanung	11
Tourismus		25
Vernetzte Strategien, Maßnahmen und Projekte		16

Aufbauend auf der in Tabelle 7 abgebildeten Einteilung wurde ein Maßnahmenkatalog, der auf den Kompetenzbereich von Gemeinden und Städten zugeschnitten ist, erstellt. Der Maßnahmenkatalog wird neben dem Bericht auf www.nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz veröffentlicht. Sein Umfang spiegelt die große Anzahl der Handlungsmöglichkeiten wider, die auf europäischer und nationaler Ebene bereits vorgeschlagen und entwickelt wurden. Der Maßnahmenkatalog dient als Orientierung und Inspiration für Gemeinden und fördert die Umsetzung wirksamer Projekte auf regionaler Ebene.

Zur Erfassung der Ist-Situation sowie zur Aufdeckung von Potenzialen und Verbesserungsmöglichkeiten im Energiebereich, gibt es eine Vielzahl von Indikatoren, die eingesetzt werden können (u. a. zur Reduktion des Energieverbrauches und zur Veränderung des Energieträgermix). Es werden dabei sowohl Aspekte der Energie, die sich im direkten Verantwortungsbereich der Gemeinden befinden, abgedeckt als auch solche, auf die nur indirekt Einfluss genommen werden kann. Im Bereich der Mobilität werden Indikatoren eingesetzt, um Aussagen über den Modal Split einer Gemeinde und deren Möglichkeiten zur Förderung des Fuß-, Rad- und des öffentlichen Verkehrs treffen zu können.

Durch den Einsatz von Indikatoren wird es Gemeinden mit ähnlichen Voraussetzungen ermöglicht, sowohl Vergleiche untereinander anzustellen als auch voneinander zu lernen.

Im Folgenden wird eine Auswahl an Indikatoren der unterschiedlichen Themenbereiche aufgelistet:

Tabelle 8: Aus den Handlungsempfehlungen abgeleitete Indikatoren

Indikatoren
Energieverbrauch für Strom & Heizen der Gemeinde
Privater Energieverbrauch für Strom & Heizen
Energieverbrauch für Strom & Heizen der Industrie
Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern
Anteil der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern
Anzahl der PV- und Solaranlagen
Anteil der Gebäude mit Fernwärmeversorgung
Sanierungsrate öffentlicher Gebäude
Sanierungsrate privater Gebäude
Anzahl der gesetzten Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung für das Thema Energie
Anteil der Länge der Fahrradwege an der Gesamtlänge der Verkehrswege
Anzahl der Begegnungszonen

Indikatoren
Anteil des öffentlichen Verkehrs am Modal Split
Anzahl der gesetzten Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung für das Thema Verkehr
Anteil der Elektromobilität/Elektrofahrzeuge
Besetzungsgrad Pkw
Besetzungsgrad öffentlicher Verkehr

9.5. Anleitung zum Senflusk

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)