

JUNI 2021, WIEN



ENERGIE



RAUM



PLANUNG

# ENERGIERAUMPLANUNG - EIN ZENTRALER FAKTOR ZUM GELINGEN DER ENERGIEWENDE

Herausgegeben von

Rudolf Giffinger, Martin Berger, Kurt Weninger und Sibylla Zech



Technische  
Universität Wien  
Institut für Raumplanung  
Institute of Spatial Planning

**Herausgegeben von**

Rudolf Giffinger

Martin Berger

Kurt Weninger

Sibylla Zech

Die Beiträge kamen entweder auf Basis eines Vortrags bei der Fachkonferenz zum Thema „*Energie-raumplanung – Herausforderungen, Lösungen und Next Level*“ oder durch gezielte Einladung von Kolleginnen und Kollegen mit entsprechender Expertise zustande. Alle eingelangten Beiträge wurden einem offenen und teilweise mehrfachen Review-Prozess durch die Herausgeber/-in und weitere Expertinnen und Experten unterzogen.

Publiziert im **ReposiTUm der TU Wien**.

Open Access Publication

Creative Commons — Attribution 4.0 International — CC BY 4.0

DOI: 10.34726/808

**Layout von Text und Abbildungen**

Dipl.-Ing. Clemens Beyer

BSc Pia Carolin Rickel

Mag. Hannah Schetl

**Abbildungen Cover**

Die Abbildungen sind Public Domain Bilder der Pixabay GmbH und dürfen dementsprechend freundlicherweise ohne Genehmigung genutzt und frei bearbeitet werden.

© 2021 Institut für Raumplanung, TU Wien  
Karlgasse 11 und 13  
1040 Wien  
Österreich



# Das Energiemosaik Austria: Eine Energie- und Treibhausgasdatenbank für alle österreichischen Städte und Gemeinden

Lore Abart-Heriszt (1)

DOI: 10.34726/1025

(1) Dipl.-Ing. Dr.

Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung (IRUB),

Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur (RALI),

Universität für Bodenkultur (BOKU) Wien

## Abstract

Das **Energiemosaik Austria** ist eine Energie- und Treibhausgasdatenbank für alle österreichischen Städte und Gemeinden. Die **Datenbank** beruht auf einem flächendeckenden Modell zur Ermittlung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen, das bei der **Gesamtheit der raumgebundenen Nutzungen** (Wohnen, Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Gewerbe sowie Dienstleistungen) ansetzt und auch die damit verbundenen **Mobilitätsbedürfnisse** berücksichtigt. In der Datenbank sind demnach alle Verbraucher von Energie und alle Verursacher von Treibhausgasemissionen gleichwertig abgebildet. Die Angaben zum Energieverbrauch werden konsequent nach Verwendungszwecken und Energieträgern differenziert.

Die gemeinsame statistische Datenbasis, die standardisierte Modellierung und die einheitliche Darstellung der Ergebnisse gewährleisten die **Vergleichbarkeit** unter den rund 2.100 Gemeinden. Die **Gesamt-schau** des Energiemosaiks Austria - in allen österreichischen Gemeinden werden alle Verbraucher von Energie berücksichtigt - stellt sicher, dass sich der österreichweite Energieverbrauch in den kommunalen Datensätzen des Energiemosaiks Austria widerspiegelt. Das Energiemosaik Austria ist auf einer eigenen **Webseite** ([www.energiemosaik.at](http://www.energiemosaik.at)) verfügbar.

## Schlüsselbegriffe

*Österreichweite Datenbank, kommunaler Energieverbrauch, kommunale Treibhausgasemissionen, Webseite*

Abart-Heriszt, L. (2021): Das Energiemosaik Austria: Eine Energie- und Treibhausgasdatenbank für alle österreichischen Städte und Gemeinden. In: Giffinger, R.; Berger, M.; Weninger, K.; Zech, S. (Hrsg.): *Energieraumplanung – ein zentraler Faktor zum Gelingen der Energiewende*. Wien: reposiTUM, S.62-72.

## Inhalt

Die Entwicklung einer strategischen Datenbank als Aufgabenfeld der Energieraumplanung	64
Statistische Datenbasis	64
Strukturdaten, Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen	65
Nutzungen, Verwendungszwecke und Energieträger	65
Räumliche Parameter, Energiekennzahlen und Emissionsfaktoren	66
Modellierung des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen	67
Energieverbrauch in Österreich	69
Treibhausgasemissionen in Österreich	70
Schlussfolgerungen	71
Literatur	71

## Die Entwicklung einer strategischen Datenbank als Aufgabenfeld der Energie-raumplanung

Die Gemeinden sind wichtige Akteure im Hinblick auf die Entwicklung von Strategien zur Verringerung des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen. Als Grundlage dafür sind Kenntnisse hinsichtlich der Ausgangslage unerlässlich. Auf kommunaler Ebene standen in Österreich bislang jedoch weder statistische Daten zum Energieverbrauch zur Verfügung noch lagen Angaben zu den Treibhausgasemissionen vor. Um diese Lücke zu schließen, wurde eine Methode zur Modellierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen auf Gemeindeebene entwickelt und im Rahmen eines von der FFG (Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft) geförderten Projektes österreichweit umgesetzt (Abart-Heriszt et al. 2019a und 2019b, BMK 2020).

Mit dem sogenannten „Energiemosaik Austria“ stehen allen österreichischen Städten und Gemeinden energie- und klimarelevante Entscheidungsgrundlagen und eine Referenz für die Formulierung künftiger Strategien zur Energiewende und zum Klimaschutz zur Verfügung. Dabei gewährleisten die gemeinsame statistische Datenbasis, die standardisierte Modellierung und die einheitliche Darstellung der Ergebnisse die Vergleichbarkeit unter den Gemeinden. Das Energiemosaik erlaubt die Aggregation der gemeindespezifischen Ergebnisse und deren Abfrage auch auf übergeordneter, insbesondere regionaler Ebene (z.B. KEM-, KLAR!- und Leader-Regionen).

Das Energiemosaik Austria stellt eine kommunale Energie- und Treibhausgasdatenbank dar, die unter [www.energiemosaik.at](http://www.energiemosaik.at) mit interaktiven Karten, umfangreichen Tabellen und weiterführenden Diagrammen öffentlich zur Verfügung steht. Das Energiemosaik bietet einen umfangreichen Einblick in den Energieverbrauch und in die Treibhausgasemissionen auf der Ebene der Gemeinden und versetzt damit die Akteure in der lokalen Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft in die Lage, dem beträchtlichen Handlungsbedarf zur Verringerung des Klimawandels mit energie- und klimapolitischen Strategien zu begegnen.

Das Energiemosaik Austria unterstützt die Energiewende und den Klimaschutz insofern, als es dem wachsenden Anspruch Rechnung trägt, energie- und klimapolitische Strategien um die räumliche Dimension zu erweitern. Dieser sogenannte „spatial turn“ unterstreicht die zentrale Bedeutung von Land und Raum in der Energie- und Klimapolitik. Dabei werden die räumlichen Rahmenbedingungen, d. h. energie- und klimaoptimierte Raum- und Siedlungsstrukturen, als Schlüsselgrößen für den Umstieg auf erneuerbare Energieträger sowie für die Etablierung einer umweltfreundlichen Mobilität und damit für eine maßgebliche Verringerung der Treibhausgasemissionen erachtet.

### Statistische Datenbasis

Das Energiemosaik Austria stellt ein quantitatives Modell dar, das ausschließlich auf Daten der amtlichen Statistik beruht und unabhängig von benutzerdefinierten Eingaben oder von Messergebnissen ist. Das Energiemosaik stützt sich auf österreichweit verfügbare, konsistente Datensätze für alle Verbrauchergruppen sowie auf die Mobilitätserhebung Österreich unterwegs (vgl. Tab. 1).

Registerzählung 2011: Gebäude- und Wohnungszählung
Registerzählung 2011: Arbeitsstättenzählung
Registerzählung 2011: Personen/Pendlerzählung
Agrarstrukturerhebung 2010/Überblick: landwirtschaftliche Kulturflächen nach Flächenart
Nutzenergieanalyse 2011 (Stand 2018): Energetischer Endverbrauch nach Bundesländern
Energiegesamtrechnung Österreich 2011
Bundesforschungszentrum für Wald (BFW): Waldkarte (Stand 2019)
BMVIT 2016: Österreich unterwegs 2013/2014
BMVIT 2017: Bericht aus Energie- und Umweltforschung 39/2017
Zweiter Österreichischer Baukulturreport 2011
Umweltbundesamt: CO <sub>2</sub> -Rechner (Stand 2011)

Tab. 1: Datengrundlagen für das Energiemosaik Austria. Eigene Darstellung.

## Strukturdaten, Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen

Im Energiemosaik Austria sind umfassende Angaben zum Energieverbrauch und zu den damit verbundenen Treibhausgasemissionen der Gemeinden gemeinsam mit den zugrundeliegenden Strukturdaten abgelegt.

Die Strukturdaten umfassen umfangreiche Datensätze zur Charakterisierung der räumlichen Strukturen in den einzelnen Gemeinden. Sie geben demnach detailliert Auskunft über die wesentlichen Merkmale der raumgebundenen Nutzungen sowie der Mobilitätsbedürfnisse, die mit diesen Nutzungen verbunden sind.

Der Energieverbrauch bezieht sich auf den energetischen Endverbrauch in Megawattstunden (MWh), also auf jene Energiemenge, die bei den Verbrauchern nach Umwandlung und Transport ankommt und für den Einsatz in Anlagen der Verbraucher zur Verfügung steht. Die modellierten Werte bilden Jahreswerte ab (MWh/a) und beziehen sich vornehmlich auf den Ist-Zustand mit Datengrundlagen aus dem Jahr 2011 (ergänzt um Datensätze aus den Jahren 2010, 2013/2014, 2017 und 2019). Darüber hinaus wird eine Vision für das Jahr 2050 entwickelt, die sich mit der österreichweiten Verringerung der Treibhausgasemissionen um rund 80 Prozent auseinandersetzt.

Die Treibhausgasemissionen umfassen die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei Verbrennungsvorgängen entstehen; diese decken in Österreich rund 85 % aller Treibhausgasemissionen ab (UBA 2019). Berücksichtigt werden direkte und indirekte Emissionen, d.h. sowohl jene Emissionen, die unmittelbar am Ort der Energienutzung entstehen, als auch jene Emissionen, die zusätzlich bei der Bereitstellung der Energieträger anfallen und die Auswirkungen vorgelagerter Prozessketten berücksichtigen. Jene Treibhausgasemissionen, die bei der Erzeugung von Strom und Fernwärme entstehen, finden demnach als indirekte Emissionen im Energiemosaik Berücksichtigung. Sie werden den jeweiligen Gemeinden bzw. Nutzungen in dem Maße zugeordnet, in dem Strom und Fernwärme zum Einsatz kommt. Die Treibhausgasemissionen (Stand 2011) werden in Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr (t CO<sub>2</sub>-Äquiv./a) angegeben.

## Nutzungen, Verwendungszwecke und Energieträger

Das Modell zur Ermittlung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen verfolgt einen planungsbezogenen Ansatz und geht davon aus, dass sich der Energieverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen auf räumliche Strukturen zurückführen lassen. Daher setzt das Energiemosaik Austria bei der Gesamtheit der raumgebundenen Nutzungen an (Wohnnutzung, Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Gewerbe, Dienstleistungen) und berücksichtigt auch die damit einhergehenden Mobilitätsbedürfnisse. Somit finden alle Verbraucher von Energie und alle Verursacher von Treibhausgasemissionen gleichwertig Eingang in das Modell.

Die Modellierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen erfolgt dabei nicht nur nach Nutzungen, sondern auch nach Verwendungszwecken und Energieträgern differenziert. Unter den Verwendungszwecken werden verschiedene Aktivitäten gebündelt, für die Energie genutzt wird: für die Abdeckung des Wärmebedarfs, als Prozessenergie oder zur Sicherstellung von Transportleistungen. Der Verwendungszweck Wärme umfasst die Beheizung von Räumen und die Bereitung von Warmwasser. Die Prozessenergie, die vornehmlich Prozesswärme und Antriebsenergie umfasst, dient dem Betrieb industriell-gewerblicher Produktionsanlagen sowie von Anlagen und Geräten im Dienstleistungssektor, aber auch von Haushaltsgeräten und Geräten der Büro- und Unterhaltungselektronik sowie der Beleuchtung. Der Transport beschreibt den Antrieb von Fahrzeugen zur Abdeckung der Mobilitätsbedürfnisse sowie zur Abwicklung des Baustellen-, Werks- und Wirtschaftsverkehrs.

Im Zuge der Modellierung werden acht verschiedene Energieträger berücksichtigt: Kohle, Öl (einschließlich Benzin und Diesel), Gas, Strom und Fernwärme (unter Beachtung ihrer Bereitstellung aus einem Mix von fossilen und erneuerbaren Energieträgern), Biomasse, brennbare Abfälle und Umgebungswärme.

## Räumliche Parameter, Energiekennzahlen und Emissionsfaktoren

Im Energiemosaik Austria kommen die in Tab. 2 dargelegten Parameter zum Einsatz, um die Nutzungs- und Mobilitätsstrukturen der Gemeinden umfassend abzubilden.

Wohnnutzung	Quadratmeter Wohnnutzfläche nach Gebäudekategorie, Bauperiode sowie Wohnsitzart (Haupt- und Nebenwohnsitze)	32 Parameter
Land- und Forstwirtschaft	Hektar Kulturlfläche der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung	4 Parameter
Industrie und Gewerbe	Beschäftigte in der Arbeitsstätte nach Branchen gemäß der ÖNACE-Klassifikation der Wirtschaftstätigkeiten	27 Parameter
Dienstleistungen	Beschäftigte in der Arbeitsstätte nach Branchen gemäß der ÖNACE-Klassifikation der Wirtschaftstätigkeiten	12 Parameter
Mobilität	Verkehrsleistungen (zurückgelegte Kilometer) des Personen- und Güterverkehrs	17 Parameter

Tab. 2: Räumliche Parameter im Energiemosaik Austria. Eigene Darstellung.

Die Datensätze liegen österreichweit in einheitlicher Struktur und Qualität vor bzw. werden für die Mobilität basierend auf einem eigens entwickelten Verkehrsmodell für alle Gemeinden nach einer einheitlichen Systematik ermittelt. Die Datenbasis gewährleistet eine profunde, energie- und klimarelevante Charakterisierung der Gemeinden hinsichtlich ihrer Nutzungs- und Mobilitätsstrukturen und stellt damit eine zuverlässige Grundlage für die Modellierung des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen auf kommunaler Ebene dar. Die Vielzahl von Parametern stellt sicher, dass sich allfällige Unterschiede zwischen tatsächlichen und modellierten Werten für die einzelnen Parameter im Rahmen der Aggregation auf Gemeindeebene ausgleichen können.

Die detaillierte Beschreibung der raumbundenen Nutzungen auf Gemeindeebene gewährleistet, dass sich die Modellierung des Energieverbrauches und der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen bestmöglich an die jeweils besondere Situation auf Gemeindeebene annähert. Die umfangreichen Angaben zu den Strukturdaten im Energiemosaik erlauben, den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden räumlichen Strukturen zu diskutieren. Die Berücksichtigung dieser räumlich hoch aufgelösten Daten im Energiemosaik ist ein Hauptaugenmerk von Bottom-Up-Ansätzen.

Zur Ermittlung des kommunalen Energieverbrauches (vgl. Abb. 1) werden die Parameter zur Beschreibung der Nutzungs- und Mobilitätsstrukturen mit spezifischen Energiekennzahlen multipliziert (z. B. Megawattstunde Energie je Beschäftigten). Dabei gewährleistet die Vielzahl der Parameter den Einsatz möglichst spezifischer und präziser Energiekennzahlen und damit minimale Abweichungen der tatsächlichen Werte von der jeweiligen Energiekennzahl im Modell. Die Ermittlung der Energiekennzahlen beruht im Energiemosaik auf einem Top-Down-Ansatz: Die Energiekennzahlen werden vornehmlich aus der Nutzenergieanalyse der Statistik Austria sowie den Analysen zur Mobilitätshebung Österreich unterwegs (BMVIT 2017) abgeleitet. Dieses Vorgehen hat zwar den Nachteil, dass besondere Variationen der raumbundenen Nutzungen, Details des individuellen Verhaltens oder spezifische Technologien und Innovationen in den einzelnen Gemeinden nicht vollumfänglich in den Energiekennzahlen abgebildet werden können. Hingegen besteht der große Vorteil dieser Methode darin, dass die Ergebnisse für die einzelnen Gemeinden mit den Datensätzen auf der Ebene der Bundesländer konsistent sind: Werden die kommunalen Werte aggregiert, resultieren die Werte auf Landesebene. Darüber hinaus stellt das Energiemosaik nicht nur eine vollständige und konsistente Modellierung sicher, sondern kann mit dem Einsatz der solcherart ermittelten Energiekennzahlen die von Jahr zu Jahr zu verzeichnenden, witterungsbedingten und konjunkturellen Schwankungen des Energieverbrauches ausgleichen. Die Energiekennzahlen sind nach Verwendungszwecken (Wärme, Prozesse und Transport) sowie nach acht Energieträgern differenziert. Auf der Webseite werden die erneuerbaren und fossilen Energieträger jeweils zusammengefasst.

Unter Berücksichtigung von energieträgerspezifischen Faktoren für die Treibhausgasemissionen (Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent je Megawattstunde eingesetzter Energie entsprechend dem CO<sub>2</sub>-Rechner des Umweltbundesamtes) werden die kommunalen Treibhausgasemissionen berechnet (vgl. Abb. 1).

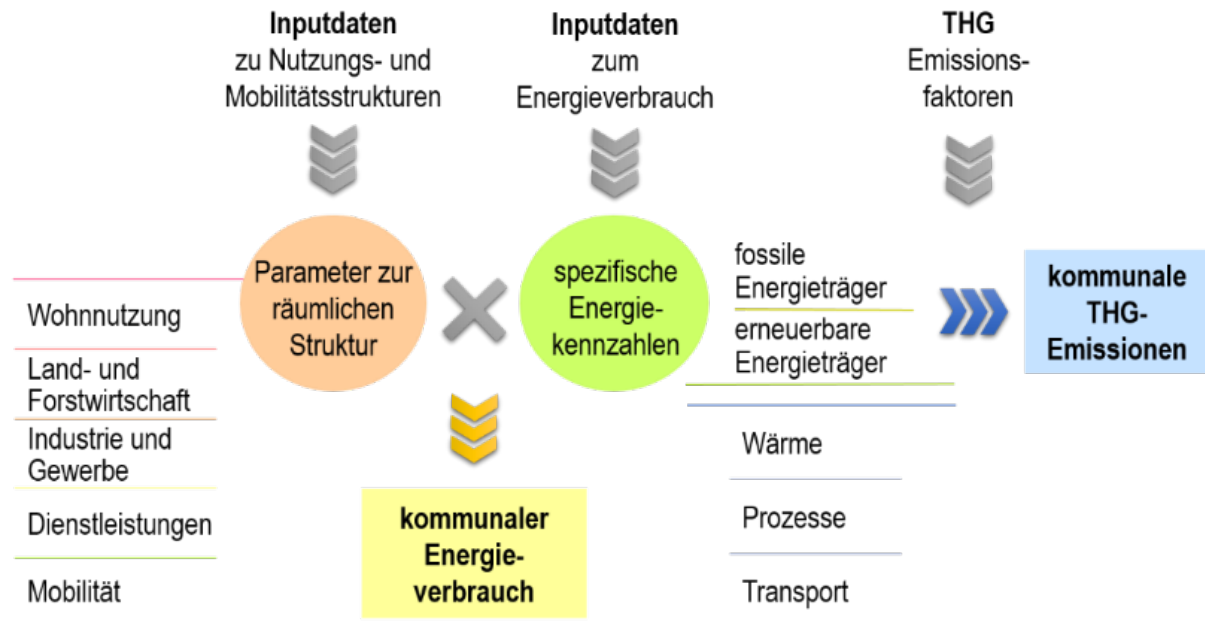


Abb. 1: Modell zur Ermittlung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen im Energiemosaik Austria (nach Abart-Heriszt et al. 2019b).

## Modellierung des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen

### Wohnnutzung

Die Modellierung des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen für die Wohnnutzung basiert im Energiemosaik Austria auf dem Ausmaß der Wohnnutzflächen und erfolgt aufgrund des unterschiedlichen Heizwärmebedarfs differenziert nach Gebäudekategorien, Bauperioden und Wohnsitzart (wobei auf der Webseite Haupt- und Nebenwohnsitze zusammengefasst werden). Damit wird dem hohen Stellenwert Rechnung getragen, den der Wärmebedarf in der Wohnnutzung hat.

### Wirtschaftliche Nutzungen

Für die **Land- und Forstwirtschaft** erfolgt die Modellierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen aufgrund unterschiedlich energieintensiver Bewirtschaftung differenziert nach Kulturarten. Die Land- und Forstwirtschaft ist grundsätzlich ein nicht zu vernachlässigender Emittent von Treibhausgasen. Besondere Bedeutung kommt dabei allerdings den Emissionen von Lachgas und Methan zu, die aus der Bewirtschaftung landwirtschaftlich genutzter Flächen und aus der Viehhaltung stammen. In das Energiemosaik finden hingegen nur die vergleichsweise geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Wirtschaftsverkehr) Eingang.

Unter **Industrie und Gewerbe** wird im Energiemosaik die Erzeugung von Sachgütern einschließlich der Branchen Bau und Bergbau zusammengefasst. Angesichts der Vielfalt unterschiedlicher Produktionsverfahren weisen der spezifische Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen von Industrie und Gewerbe eine große Schwankungsbreite auf. Diesem Umstand wird durch die Berücksichtigung von über 25 Branchen des produzierenden Sektors einschließlich Bau und Bergbau bestmöglich Rechnung getragen. Auf der Webseite werden die Branchen entsprechend der ÖNACE-Klassifikation der Wirtschaftstätigkeiten zusammengefasst. Allerdings kann auch innerhalb einer Branche der Energieverbrauch in Abhängigkeit von den spezifischen Prozessen beträchtlich schwanken. Dazu kommt, dass



sich nicht an allen industriell-gewerblichen Standorten tatsächlich Produktionsstätten befinden, sondern teilweise reine Managementfunktionen erfüllt werden. Diese Gegebenheiten können mangels österreichweit verfügbarer Informationen nicht berücksichtigt werden und in Einzelfällen zu Fehleinschätzungen des Energieverbrauches und der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen von Industrie und Gewerbe führen. In Industrie und Gewerbe wird Energie vornehmlich als Prozessenergie für den Betrieb von Produktionsanlagen eingesetzt, während der Energieverbrauch für Wärme und Transport (Baustellen- und Werksverkehr) eine vergleichsweise geringe Rolle spielt.

Die **Dienstleistungen** umfassen zwölf verschiedene Branchen der privaten und öffentlichen Dienstleistungserbringung (z. B. Geschäfte, Gaststätten, Schulen, Krankenhäuser, Banken, Ämter, ...). Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Dienstleistungsbranchen sind hinsichtlich des Energieverbrauches im Allgemeinen gering. Die Branchen werden auf der Webseite weitgehend ÖNACE-konform zusammengefasst. Die Energie wird im Dienstleistungssektor etwa zur Hälfte für die Wärmebereitstellung benötigt, der restliche Energieverbrauch entfällt zu etwa gleichen Teilen auf Prozesse und Transport.

## Mobilität

Der Energieverbrauch der Mobilität und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen hängen sowohl von der Weglänge als auch von den genutzten Verkehrsmitteln ab. Diese Merkmale sind in Österreich sehr unterschiedlich ausgeprägt und hängen wesentlich von den räumlichen Rahmenbedingungen wie etwa der Kompaktheit der Raum- und Siedlungsstrukturen sowie der Nutzungsmischung ab.

Im Energiemosaik Austria wird ein besonderes Augenmerk auf die Vernetzung der unterschiedlichen Standorte von Wohnungen, Arbeitsplätzen, Bildungs-, Handels-, Gesundheits-, Sozial- und Freizeiteinrichtungen etc. gelegt, die unter dem Begriff der Alltagsmobilität zusammengefasst wird. Die Modellierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Alltagsmobilität beruht auf umfangreichen statistischen Daten zu den Pendlern (differenziert nach Wohn-, Arbeits- bzw. Schulort und Pendeltyp sowie Pendeldistanzen) ergänzt um Aussagen und Analysen aus der Mobilitätsbefragung Österreich unterwegs (BMVIT 2016 und BMVIT 2017) betreffend die Bedeutung verschiedener Wegezwecke sowie gemeindetypenspezifischer Modal-Splits. Darauf basierend werden Verkehrsleistungen modelliert, wobei die Zuordnung der Verkehrsleistungen zu den Gemeinden auf einem nutzungsbezogenen Ansatz beruht. Daher wird jede Gemeinde als Wohnort, als Arbeits- und Schulort, als Standort kundenorientierter Dienstleistungen (z. B. Handel) sowie als Produktionsstandort betrachtet. Die Verkehrsleistungen der Alltagsmobilität werden im Allgemeinen jeweils dem Zielort eines Weges abhängig vom Wegezweck und damit den in Tab. 3 genannten Kategorien zugeordnet:

Haushaltsmobilität	Alle Wege zu den Wohnsitzen und die meisten Verkehrsleistungen in der Freizeit werden dem Wohnort zugeordnet.
Beschäftigtenmobilität	Die Wege der Beschäftigten und Schüler zur Arbeit bzw. zur Ausbildung werden der Standortgemeinde der Arbeitsstätte bzw. Schule zugeordnet.
Kundenmobilität	Die Wege der Kunden zu Dienstleistungseinrichtungen werden den Standorten dieser Einrichtungen zugeordnet.

Tab. 3: Kategorien der Alltagsmobilität im Energiemosaik Austria. Eigene Darstellung.

Zudem werden sowohl inländische Urlaubs- und Geschäftsreisen als auch der Transport von land- und forstwirtschaftlichen sowie industriell-gewerblichen Gütern im Inland berücksichtigt. Die Zuordnung zu den Gemeinden erfolgt nach dem Wohnort (Urlaubsreisen), dem Arbeitsort (Geschäftsreisen) und dem Standort der Produktionsstätten (Güterverkehr). Auf der Webseite werden unterschiedliche Wegezwecke und Verkehrsmittel zusammengefasst.

## Energieverbrauch in Österreich

In Abb. 2 wird die absolute Höhe des Energieverbrauches insgesamt in den einzelnen Gemeinden Österreichs dargestellt. Im Allgemeinen weisen Gemeinden mit einer hohen Einwohnerzahl und einer Vielzahl von wirtschaftlichen Aktivitäten begleitet von einem hohen Verkehrsaufkommen einen höheren Energieverbrauch auf als kleinere Gemeinden. Dieser enge Zusammenhang erklärt aber nur einen Teil der Unterschiede zwischen den Gemeinden. Daneben hat die Nutzungsmischung einen erheblichen Einfluss auf die Höhe und insbesondere die Struktur des Energieverbrauches, denn in den einzelnen Gemeinden können unterschiedliche Verbrauchergruppen die Energie für unterschiedliche Zwecke einsetzen. Gleich große Gemeinden können demnach unterschiedlich hohen Energieverbrauch aufweisen, wenn sie durch unterschiedliche räumliche Strukturen gekennzeichnet sind. Daher nimmt Abbildung 2 bewusst auf die absolute Höhe des Energieverbrauches Bezug und stellt nicht Dichtewerte (etwa pro Kopf oder pro Flächeneinheit) dar. Denn darin wäre die Komplexität der Nutzungsstrukturen sowie der räumlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in den einzelnen Gemeinden nicht abgebildet. Vielmehr lassen sich unterschiedliche Muster des Energieverbrauches bzw. unterschiedliche Typen von Gemeinden in Abhängigkeit vom Beitrag der einzelnen raumgebundenen Nutzungen zum Energieverbrauch identifizieren. Im Energiemosaik Austria wird zwischen Gemeinden, die vorrangig Wohnfunktion übernehmen, Wohngemeinden mit betrieblicher Funktion, funktionsgemischten bzw. dienstleistungsorientierten Gemeinden sowie Gemeinden mit industriell-gewerblicher Produktion unterschieden. Diese Kenntnis über die Bedeutung der einzelnen Verbrauchergruppen ist eine unabdingbare Voraussetzung für die Formulierung maßgeschneiderter, energiepolitischer Strategien.

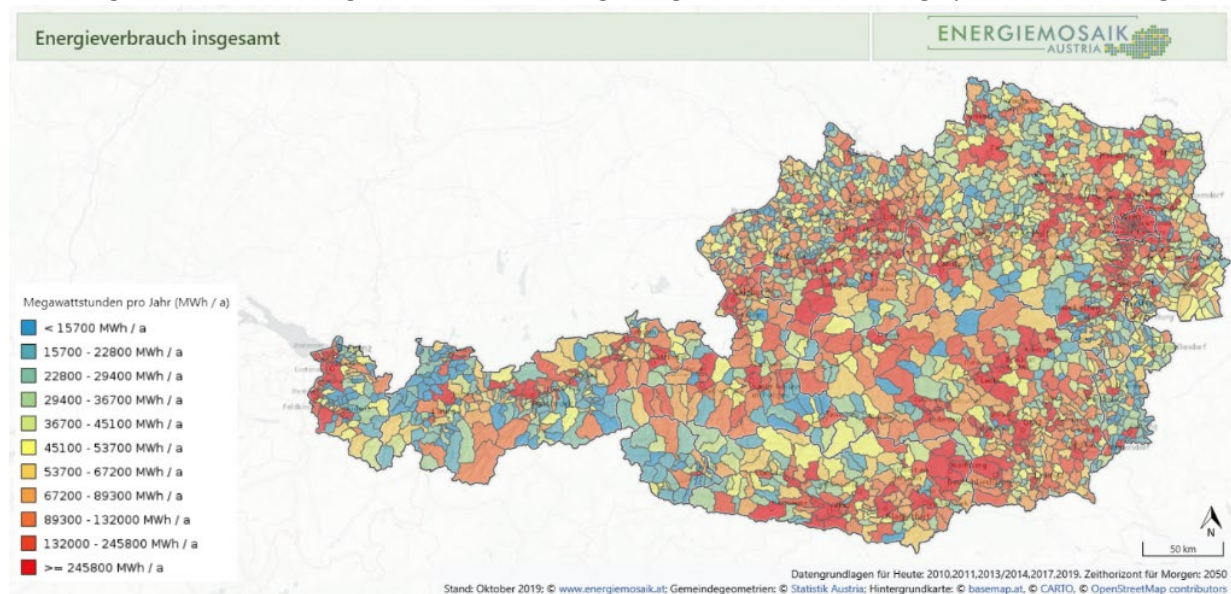


Abb. 2: Kommunalen Energieverbrauch (2011). Quelle: www.energiemosaik.at.

Werden die im Energiemosaik ausgewiesenen Angaben über alle Gemeinden Österreichs summiert, resultiert ein Energieverbrauch in der Höhe von rund 278 Mio. MWh (Stand 2011). Dieser Wert stimmt weitgehend mit der Nutzenergieanalyse für Österreich (Statistik Austria 2018) überein. Der gesamte Energieverbrauch Österreichs spiegelt sich demnach in den Datensätzen aller rund 2.100 österreichischen Städte und Gemeinden (ergänzt um die 23 Wiener Stadtbezirke) wider. Das Energiemosaik Austria stellt daher eine Energie- und Treibhausgasdatenbank dar, die weder eine generelle Über- noch eine Unterschätzung des Energieverbrauches aufweist. Diese Konsistenz der Modellierung über verschiedene räumliche Ebenen hinweg ist eine besondere Stärke des Energiemosaiks.

Geringfügige Abweichungen des Energiemosaiks von der Nutzenergieanalyse resultieren insbesondere aus dem Umstand, dass im Falle der Mobilität im Energiemosaik ein von der Nutzenergieanalyse grund-

sätzlich abweichender Ansatz verfolgt wird: Während die Nutzenergieanalyse auf dem Ausmaß an abgesetzten Treibstoffen in Österreich basiert (und damit auch den Kraftstoffexport ins Ausland beinhaltet), orientiert sich das Energiemosaik an den gemeindespezifischen Nutzungen und den dadurch verursachten Verkehrsleistungen (vgl. Kap. 6). Dadurch ist keine unmittelbare Vergleichbarkeit des Energieverbrauches mit der amtlichen Statistik gegeben. Hingegen stimmt für die im Energiemosaik modellierten Verkehrsleistungen der Alltagsmobilität die Summe über alle österreichischen Gemeinden mit den diesbezüglichen Ergebnissen der Mobilitätsbefragung Österreich unterwegs überein.

Während demnach weder eine generelle Über- noch eine Unterschätzung des Energieverbrauches und der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen erfolgt, können für einzelne Gemeinden oder einzelne Parameter Ungenauigkeiten auftreten, die insbesondere auf die mögliche Unschärfe einiger Energiekennzahlen zurückzuführen ist. Dies trifft vornehmlich auf ausgewählte Standorte energieintensiver industriell-gewerblicher Produktionsanlagen zu.

## Treibhausgasemissionen in Österreich

Abb. 3 zeigt die absolute Höhe der Treibhausgasemissionen insgesamt für die einzelnen österreichischen Gemeinden. Demnach werden in Österreich Treibhausgasemissionen aus Verbrennungsvorgängen in der Höhe von rund 70 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent ausgewiesen (Stand 2011). Die im Energiemosaik Austria getroffenen Aussagen zu den Treibhausgasemissionen decken sich nicht mit den Ergebnissen der österreichischen Luftschadstoffinventur (UBA 2018). Dies liegt einerseits daran, dass im Energiemosaik konsequent direkte und indirekte Treibhausgasemissionen berücksichtigt werden, wohingegen dies auf die Schadstoffinventur nicht zutrifft. Andererseits beschränken sich die Aussagen des Energiemosaiks auf die Treibhausgasemissionen aus dem Energieverbrauch, während die Schadstoffinventur auch die prozessbedingten Emissionen von Treibhausgasen (z. B. bei der Verflüssigung von Schlacke in der Metallindustrie) sowie die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung (Lachgas oder Methan) berücksichtigt.

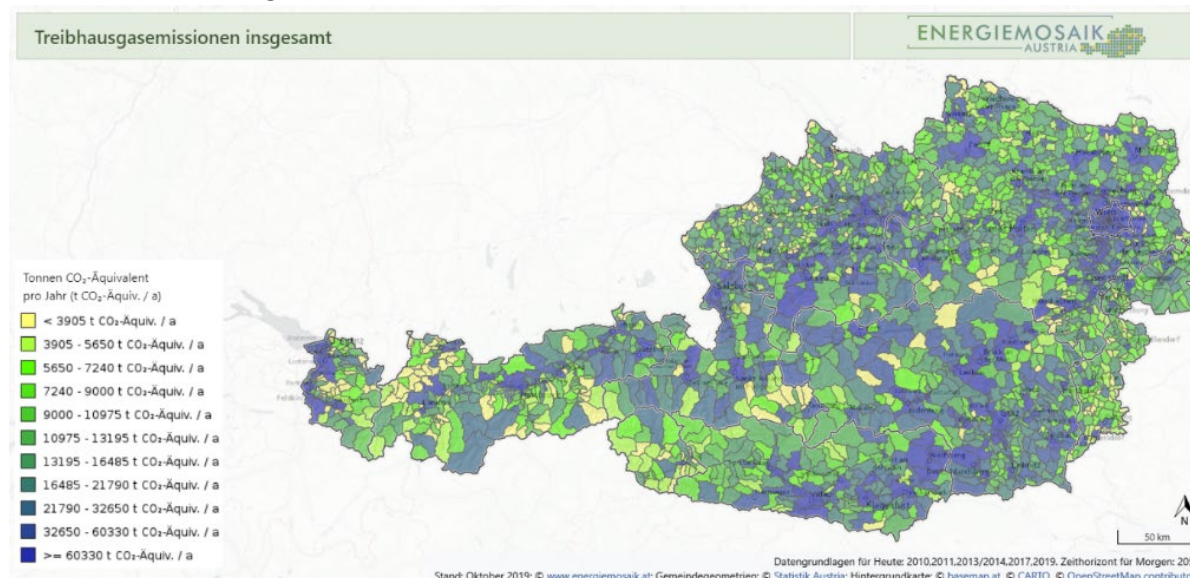


Abb. 3: Kommunale Treibhausgasemissionen (2011). Quelle: www.energiemosaik.at.

Allerdings wird im Rahmen der Luftschadstoffinventur für die Treibhausgasemissionen der Mobilität auch eine alternative Berechnung vorgenommen („Second Estimate“). Sie beruht nicht auf der Nutzenergieanalyse und auf dem Absatz von Treibstoffen, sondern auf einem detaillierten Modell zur Abbildung der Straßenverkehrsleistungen in den einzelnen Bundesländern. Die im Rahmen der Second-Estimate-Berechnung angegebene Höhe der Treibhausgasemissionen in den österreichischen Bundesländern stimmt mit den Werten des Energiemosaiks überein.

Im Energiemosaik wird für die Treibhausgasemissionen auch eine Vision für das Jahr 2050 und damit eine mögliche Option aufgezeigt, wie unter Berücksichtigung der räumlichen Dynamik mit Strategien zur Vermeidung des Energieverbrauches, zur Erhöhung der Energieeffizienz und zum verstärkten Einsatz erneuerbarer Energie eine rund 80%ige Verringerung der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 erreicht werden könnte.

## Schlussfolgerungen

Das Energiemosaik Austria bildet eine Orientierungshilfe für die Entwicklung von Strategien zur Energiewende und zum Klimaschutz auf lokaler und regionaler Ebene. Die Ergebnisse der Modellierung stellen insbesondere angesichts der Vollständigkeit und der Multisektoralität des Energiemosaiks eine gute Grundlage für politische und strategische Entscheidungsprozesse dar. Dabei trägt die konsequente Zuordnung des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen zu den wichtigsten Verbrauchergruppen (Haushalte, Wirtschaft, Mobilität) dem Verursacherprinzip Rechnung und erlaubt eine zielgerichtete Entwicklung von energie- und klimarelevanten Strategien. Die einheitliche Struktur und Qualität der Eingangsdaten sowie die standardisierte Modellierung gewährleisten eine gemeinsame und vergleichbare Ausgangsbasis für alle Gemeinden und Regionen. Darüber hinaus können übergeordnete Planungsebenen (Länder, Bund, EU) von dem Wissen um die möglichen Beiträge unterschiedlicher räumlicher Strukturen in Zentren, Kleinstädten, suburbanen und ländlichen Gemeinden zu den übergeordneten klima- und energiebezogenen Strategien profitieren.

Das Energiemosaik Austria stellt nicht nur eine unerlässliche, strategische Planungs- und Entscheidungsgrundlage für Akteure aus Politik und Verwaltung, Wissenschaft und Praxis sowie Planung und Wirtschaft dar. Die Einsatzgebiete des Energiemosaiks reichen dabei von der Erarbeitung von Energiekonzepten und Klimaschutzstrategien, die Infrastrukturentwicklung, die Raumplanung, die Erstellung integrierter Mobilitätskonzepte bis zur Regionalentwicklung. Darüber hinaus trägt das Energiemosaik auch zur Sensibilisierung von Akteuren mit energie-, klima-, raum-, umwelt- und mobilitätsrelevanten Agenden sowie der interessierten (Fach-)Öffentlichkeit bei. Schließlich begünstigt das Energiemosaik die Einleitung von Lernprozessen über die Anliegen des Klimaschutzes sowie die räumliche Dimension der Energiewende.

## Literatur

Abart-Heriszt, L.; Erker, S.; Reichel, S.; Schöndorfer, H.; Weinke, E.; Lang, S. (2019a): Energiemosaik Austria. Österreichweite Modellierung und webbasierte Visualisierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen auf Gemeindeebene. EnCO2Web. FFG, BMVIT, Stadt der Zukunft. Wien, Salzburg. Lizenz: CC BY-NC-SA 3.0 AT. Vgl. [www.energiemosaik.at](http://www.energiemosaik.at) (letzter Zugriff 18.12.2020).

Abart-Heriszt, L.; Erker, S.; Stoeglehner, G. (2019b): The Energy Mosaic Austria - A Nationwide Energy and Greenhouse Gas Inventory on Municipal Level as Action Field of Integrated Spatial and Energy Planning. ENERGIES. 2019; 12 (16), 3065

BMK 2020 (Hrsg.): Abart-Heriszt, L.; Erker, S.; Reichel, S.; Schöndorfer, H.; Weinke, E.; Lang, S. (2020): Österreichweite Modellierung und webbasierte Visualisierung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen auf Gemeindeebene. Energiemosaik Austria. Berichte aus Energie- und Umweltforschung; 43/2020; Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie: Wien.

BMVIT (Hrsg., 2016): Tomschy, R.; Herry, M.; Sammer, G.; Klementsitz, R.; Riegler, S.; Follmer, R.; Gruschwitz, D.; Josef, F.; Gensasz, S.; Kirnbauer, R.; et al. Österreich unterwegs 2013/2014. Ergebnisbericht zur Österreichweiten Mobilitätsenerhebung "Österreich unterwegs 2013/2014". Im Auftrag von: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierung-Aktiengesellschaft, Österreichische Bundesbahnen Infrastruktur AG, Amt der Burgen-

ländischen Landesregierung, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Amt der Tiroler Landesregierung; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Wien.

BMVIT (Hrsg., 2017): Mair am Tinkhof, O.; Strasser, H.; Prinz, T.; Herbst, S.; Schuster, M.; Tomschy, R.; Figl, H.; Fellner, M.; Ploß, M.; Roßkopf, T. Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung; 39/2017; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Wien.

Statistik Austria (2018): Nutzenergieanalyse für die neun österreichischen Bundesländer 2011. Verfügbar online: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/energie\\_und\\_umwelt/energie/nutzenergieanalyse/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/nutzenergieanalyse/index.html) (letzter Zugriff 13.01.2019).

UBA (Umweltbundesamt, 2018): Bundesländer Luftschadstoff-Inventur (BLI) 1990–2016; Umweltbundesamt: Wien.

UBA (Umweltbundesamt, 2019): Klimaschutzbericht 2019; Umweltbundesamt; Wien.