

Konsumbasierte Emissionsbilanz für die Stadt Wien

Stefan Nabernegg, Matthias Salomon, Karl W. Steininger

Wegener Center für Klima und Globalen Wandel

Karl-Franzens-Universität Graz, Austria

wegcenter.uni-graz.at

Version: 03.02.2025



Inhalt

Zusammenfassung.....	1
1. Konsumbasierte Emissionsbilanz	2
1.1. Methode	2
1.2. Ergebnisse.....	3
1.3. Emissionsüberblick im Städtevergleich	8
2. Methoden- und Ergebnisvergleich der Emissionsbilanz	10
2.1. Methodische Unterschiede.....	10
2.2. Ergebnisse des Studienvergleichs.....	10
2.2.1. Studienvergleich WEGC und MOCAM.....	11
2.2.2. Studienvergleich WEGC und JR	13
Literaturverzeichnis	14
Anhang.....	15

Zusammenfassung

Als Grundlage für die Erarbeitung strategischer Schwerpunkte im Bereich Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft errechnet die vorliegende Studie die konsumbasierten Treibhausgas-Emissionen der Stadt Wien anhand von sektoralen Endnachfragewerten. Hierfür werden österreichische Emissionswerte für die private Endnachfrage, die Unternehmensinvestitionen sowie die Ausgaben der öffentlichen Hand auf die Städteebene herunterskaliert. Dies geschieht durch die Berücksichtigung des Konsumverhaltens der Wiener Bevölkerung, der getätigten Bruttoanlageinvestitionen der Wiener Unternehmen sowie auf Basis des Bevölkerungsanteils für die öffentlichen Ausgaben. Die errechneten konsumbasierten Emissionen für das Jahr 2019 ergeben für die gesamte Stadt 24,2 MtCO₂eq bzw. 12,4 tCO₂eq pro Kopf. Der Wert liegt damit unter dem errechneten österreichischen Durchschnitt von 13,3 tCO₂eq pro Kopf. Die strukturelle Zusammensetzung der bestimmten Emissionsquellen zeigt, dass 56 % der Emissionen auf die Nachfrage der privaten Haushalte zurückzuführen sind. Die Emissionen der Unternehmensinvestitionen (32 %) und die der öffentlichen Ausgaben (12 %) machen hingegen einen geringeren Anteil aus. Auf sektoraler Ebene teilen sich die konsumbasierten Emissionen Wiens auf Konsumgüter (29 %), Dienstleistungen (22 %), den Bereich Mobilität (19 %), Gebäude (16 %), Nahrungsmittel (9 %) sowie den Strom- und Fernwärmebedarf der privaten Haushalte (5 %) auf. Ein Vergleich mit den Städten Graz und Linz zeigt, dass sich die errechneten Emissionen in ihrer sektoralen Zusammensetzung nur geringfügig unterscheiden. Die Ergebnisse dieser Studie liegen zwischen den bereits errechneten Werten für die konsumbasierten Emissionen der Stadt Wien in vorangegangenen Studien (9,36 tCO₂eq pro Kopf in Eisenmenger et al. (2022) bzw. 13,20 tCO₂eq pro Kopf in Jungmeier et al. (2020)). Die Unterschiede in den Ergebnissen der verschiedenen Studien sind vorwiegend durch abweichende methodische Ansätze bzw. unterschiedliche Datenbasen zu erklären und werden in der vorliegenden Studie im Detail erläutert.

1. Konsumbasierte Emissionsbilanz

Emissionsbilanzen sind wichtige Entscheidungsgrundlagen für klimapolitische Fragestellungen. Sie liefern einen Überblick über die tatsächlichen Emissionsquellen und -mengen und sind damit eine wichtige Grundlage für zielgerichtete Klimaschutzmaßnahmen. Es ist zu beachten, dass grundsätzlich zwischen den ergänzenden Perspektiven der konsum- und produktionsbasierten Emissionsbilanzen unterschieden werden kann. Produktionsbasierte Emissionsbilanzen umfassen die Menge an Treibhausgasen, die direkt durch die Produktion von Gütern und Dienstleistungen in einem bestimmten räumlich abgegrenzten Gebiet (im konkreten Fall innerhalb des Stadtgebietes von Wien) freigesetzt werden. Im Gegensatz dazu beziehen sich konsumbasierte Emissionsbilanzen auf die Gesamtemissionen, die mit der Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen eines Gebiets verbunden sind. Dies schließt auch indirekte Emissionen in der Herstellung ein, die entlang vorgelagerter Lieferketten entstehen sowie Emissionen, die durch den Konsum dieser Produkte verursacht werden. Abbildung 1 stellt die Überschneidungsbereiche sowie die Unterschiede der produktions- und konsumbasierten Emissionen auf Städtebene grafisch dar.

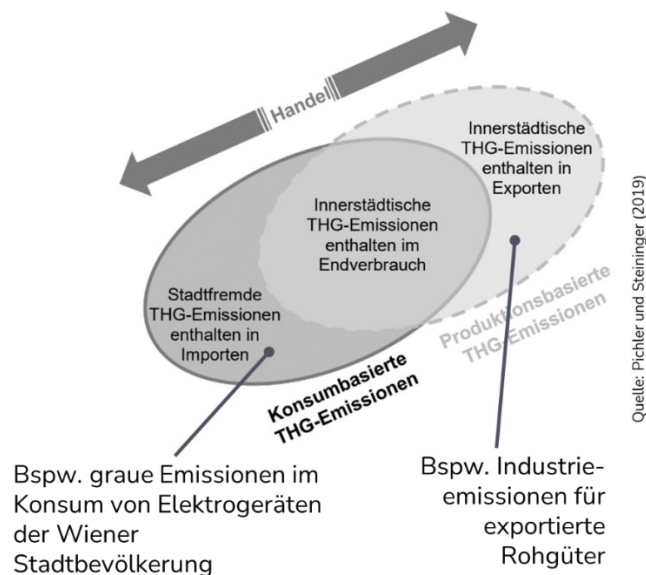


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Überschneidungen und Unterschiede von produktions- und konsumbasierten THG-Emissionen auf Städtebene.

Wie in Abbildung 1 dargestellt besteht zwischen den konsumbasierten (dunkelgrau eingefärbte Fläche) und den produktionsbasierten THG-Emissionen (hellgrau markierte Fläche) eine Schnittmenge. Diese beschreibt die innerstädtischen, in der Produktion von solchen Gütern und Dienstleistungen anfallenden Emissionen, die auch innerhalb des Stadtgebietes konsumiert werden. Der Teil, der darüber hinaus ausschließlich in der produktionsbasierten Bilanz aufscheint, ist jener, der durch exportierte Güter und Dienstleistungen verursachten Emissionen. Im Umkehrschluss werden stadtfremde THG-Emissionen, die durch importierte Güter induziert werden, der konsumbasierten Bilanz angerechnet. Der Hauptunterschied zwischen produktionsbasierten und konsumbasierten Ansätzen liegt also darin, dass erstere die Emissionen am Standort der Produktion messen, während letztere Emissionen berücksichtigen, die durch den Verbrauch von Gütern und Dienstleistungen entstehen, unabhängig von ihrem Herstellungsort. Die Gegenüberstellung der Unterschiede und Überschneidungen, die durch Handelsströme verursacht werden, verdeutlicht die Relevanz beider Teilbilanzen, um die tatsächlichen Klimawirkungen einer Stadt zu beschreiben und effektive Maßnahmen zur Reduktion der THG-Emissionen zu entwerfen.

1.1.Methode

In der konsumbasierten Bilanz werden jene Emissionen ausgewiesen, die durch die städtische Endnachfrage, und zwar inklusive jener entlang vorgelagerter Vorleistungsketten bedingten entstehen. Diese Endnachfrage

umfasst den Konsum aller privaten Haushalte und der öffentlichen Hand sowie die Investitionsnachfrage der Unternehmen wie der öffentlichen Hand. Weltweit konsistente sektorale Außenhandelsverflechtungsdaten, die zur Verknüpfung der Endnachfragen mit den vorgelagerten globalen Emissionen benötigt werden, sind am umfassendsten verfügbar vom Global Trade Analysis Project (GTAP). In der vorliegenden Arbeit wird daraus die Datenbasis in Version 10 verwendet, GTAPv10. Für Details siehe Aguiar et al. (2019).

Basierend auf dem methodischen Ansatz für die Stadt Graz, das Land Steiermark und die Stadt Linz (Nabernegg et al., 2024; Pichler & Steininger, 2019; Stadt Graz, 2022; Steininger et al., 2022) wurde in einem ersten Schritt der Konsum der Wiener Haushalte auf Basis der Konsumerhebung 2019/20 (Statistik Austria, 2021) berücksichtigt. Weiters wurde die österreichweite Endnachfrage der öffentlichen Hand anhand eines Bevölkerungsschlüssels auf die Stadt Wien heruntergebrochen. Schließlich wurde der Anteil der Wiener Unternehmensinvestitionen an den österreichischen Bruttoanlageinvestitionen (Statistik Austria, 2022) herangezogen. Die Endnachfrage der drei Bereiche wurde so nach 65 Wirtschaftssektoren berechnet und aggregiert. Die sektorale Endnachfrage konnte nun über ebenfalls sektorspezifische Emissionsintensitäten mit den konsumbasierten Emissionen verknüpft werden. Diese Emissionsintensitäten der Endnachfrage der drei Bereiche wurden auf Basis einer multiregionalen Input-Output-Rechnung (vgl. Steininger et al., 2018) und weiterer regionaler Daten für Österreich berechnet. Diese umfassen sowohl CO₂ als auch andere Treibhausgase auf Basis der UNFCCC-Datenbasis und weiterer Ergänzungen (vgl. Steininger et al., 2018). Da die Datenbasis der sektoralen Emissionsintensitäten auf international harmonisierten Daten beruht und diese nur für relativ weit zurückliegende Zeitpunkte verfügbar sind, wurden die Emissionsintensitäten weiter angepasst, um dennoch Aussagen über die konsumbasierten Emissionen im Bezugsjahr 2019 treffen zu können. Dabei wurde die empirische Tatsache genutzt, dass das Verhältnis von konsumbasierten zu produktionsbasierten Emissionen historisch stabil ist (vgl. Steininger et al., 2022). Basierend auf dieser Überlegung wurde daher für die konsumbasierten Emissionen die gleiche Entwicklung seit 2014 angenommen, wie sie für die österreichischen produktionsbasierten Emissionen zu beobachten war. Es sei darauf hingewiesen, dass die bestimmten Emissionsintensitäten verschiedener Endnachfragekategorien österreichische Durchschnittswerte darstellen, die in der Berechnung auf Wien umgelegt werden. Durch diese Vereinfachung können gewisse Effekte, die eine noch detailliertere Sektor- und Ausgabenerfassung erfordern würden, wie zum Beispiel mögliches unterschiedliches Konsumverhalten für regionale oder Bio-Lebensmittel, nicht erfasst werden. Zudem wird zwar beispielsweise der Einsatz von Sekundärrohstoffen und damit verbundene (geringere) Emissionen in der sektoralen Inputstruktur berücksichtigt, jedoch schlägt sich dies nur auf nationaler Ebene in den auf Österreichebene verfügbaren Input-Output Daten nieder. Eine regionspezifische (Erhöhung der) Recyclingquote für Wien kann mit dem vorliegenden Analyseansatz nicht isoliert betrachtet werden und würde eines ergänzenden Ansatzes bedürfen.

Zusätzlich zu den Emissionen aus der sektoralen Endnachfrage werden in der Berechnung die direkt von den privaten Haushalten verursachten Emissionen berücksichtigt. Die direkt durch Heizen mit Kleinf Feuerungsanlagen verursachten Emissionen werden durch Berechnung der Wiener Anteile an den österreichischen Gesamtausgaben aus der Konsumerhebung berechnet. Analog wurde der Anteil der Transportemissionen des motorisierten Individualverkehrs durch den Anteil der in der Konsumerhebung erhobenen Ausgaben für Treibstoffe der Wiener Haushalte an den österreichischen Gesamtausgaben berechnet. In Bezug auf die Datenbasis der Konsumerhebung ist zu beachten, dass die jüngste Erhebung im Zeitraum 06/2019 bis 06/2020 durchgeführt wurde und somit teilweise in den Zeitraum der Maßnahmen zur Eindämmung der COVID-Pandemie fällt. Zwar haben diese Maßnahmen zu deutlichen Abweichungen im Konsumverhalten der befragten Haushalte geführt, es fiel jedoch nur rund ein Viertel der Befragungen in diesen Zeitraum (Statistik Austria, 2021). Daher wurde auch der gesamte Befragungsumfang genutzt und nicht für die hier durchgeführte Analyse explizit angepasst.

1.2. Ergebnisse

Die berechneten konsumbasierten Emissionen der Stadt Wien betragen für das Bezugsjahr 2019 rund 24,2 MtCO₂eq. Pro Person und Jahr ergeben sich daraus durchschnittliche Emissionen von rund 12,7 tCO₂eq. Damit liegen die konsumbasierten Emissionen um rund ein 2,8-faches über den produktionsbasierten Emissionen von 8,7 MtCO₂eq der Stadt laut Bundesländer Luftschadstoffinventur (Umweltbundesamt, 2022), bzw. um ein 4,7-faches über den innerstädtischen produktionsbasierten Emissionen ohne ETS (somit den Emissionen aus dem Effort-Sharing-Bereich) von 5,1 MtCO₂eq laut Klimafahrplan (Stadt Wien, 2022).

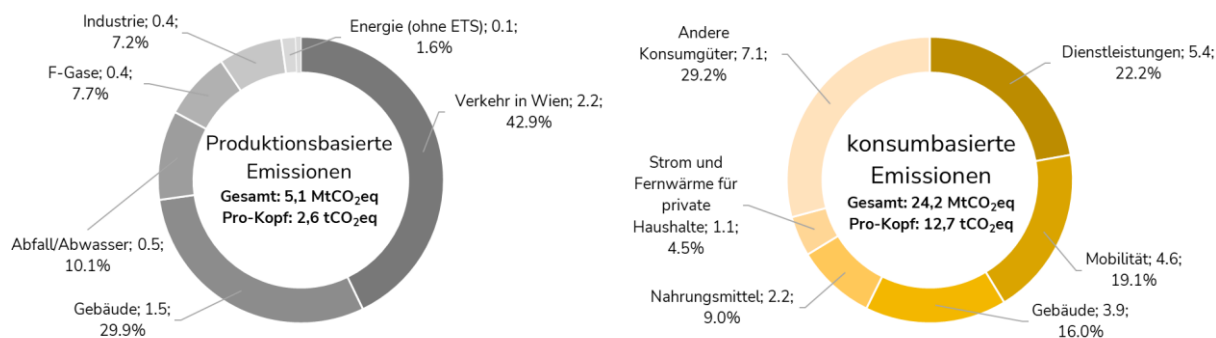


Abbildung 2: Produktionsbasierte Emissionen nach Entstehungssektor und konsumbasierte Emissionen nach Endnachfragekategorien für die Stadt Wien. Produktionsbasierte Emissionen: Klimafahrplan (Stadt Wien, 2022); konsumbasierte Emissionen: eigene Berechnungen. Tabelle AT 1 im Anhang zeigt die in den einzelnen Kategorien verorteten Endnachfragesektoren nach der Klassifizierung der GTAPv10 Sektoren und der in weiterer Folge angeführten sektoralen Aggregation (für weitere Details zur sektoralen Struktur von GTAP siehe Aguiar et al. 2019).

Abbildung 2 zeigt die produktionsbasierten Emissionen aufgegliedert nach Entstehungssektoren sowie die Ergebnisse der konsumbasierten Emissionen aufgegliedert nach sechs Endnachfragekategorien. Bei den produktionsbasierten Emissionen liegen die Hauptanteile für Wien im innerstädtischen Verkehr (42,9%) und bei Gebäuden (29,9%). Im Vergleich zur nationalen Ebene zeigen sich nur geringe Anteile von Industrie und Energie (ohne ETS), da diese Anlagen in Österreich primär außerhalb des Wiener Stadtgebiets angesiedelt sind.

Zum besseren Verständnis der Zurechnung von konsumbasierten Emissionen nach Endnachfragekategorien, wird diese am Beispiel von Ladestationen für Elektrofahrzeuge erläutert. Dabei kann zwischen drei Fällen unterschieden werden wie Emissionen der Stromgewinnung eines Ladevorgangs zugeordnet sind. Erfolgt die Ladung am privaten Hausanschluss fallen Emissionen in der Kategorie „Strom und Fernwärme für private Haushalte“ an. Wird ein E-Fahrzeug jedoch an einer von einem privaten Unternehmen betriebenen Tankstelle geladen, werden die damit verbundenen Emissionen dem GTAP-Sektor „Trade“ (Einzel- und Großhandel) zugeordnet und fallen damit in der Grafik in den Bereich „Andere Konsumgüter“. Im Fall, dass ein E-Fahrzeug an einer Ladestation der öffentlichen Hand (z.B. durch eine Gemeinde betrieben) geladen wird, werden die Emissionen den öffentlichen Dienstleistungen zugeordnet und fallen damit in der Grafik in den Bereich „Dienstleistungen“.

Die größten Anteile der konsumbasierten Emissionen Wiens entfallen auf Konsumgüter (29,2%) und Dienstleistungen (22,2%). Weiters weisen Mobilität (19,1%) und Gebäude (16,0%) relevante Emissionsanteile auf. Die Anteile an den konsumbasierten Emissionen der Bereiche Gebäude und Mobilität bzw. Verkehr in Wien liegen zwar unter jenen der produktionsbasierten Emissionen, absolut betrachtet weisen diese jedoch höhere Emissionen in der konsumbasierten Betrachtung auf (siehe Box 2 für eine genauere Aufschlüsselung der Emissionen aus Mobilität). Eine genauere Aufschlüsselung für Gebäude z.B. anhand des Gebäudetyps ist auf städtischer Ebene aufgrund der Datenlage nicht möglich. Hier kann nur auf nationale Studien verwiesen werden (siehe z.B. Passer et al., 2021).

Einen kleineren Anteil an den konsumbasierten Emissionen haben die Bereiche Nahrungsmittel (9,0%) und die Bereitstellung von Strom und Fernwärme für private Haushalte (4,5%). Aufgrund der stark verschiedenen Grundgesamtheit der Emissionen (mit rund fünffach so hohen konsumbasierten Emissionen), zeigt sich absolut betrachtet für durch den Konsum von Nahrungsmitteln induzierte Emissionen jedoch eine ähnlich große Menge wie für die direkten produktionsbasierten Emissionen des Verkehrs in Wien.

Beim konsumbasierten Emissionsanteil der Energiebereitstellung ist zu beachten, dass in dieser Endnachfragekategorie nur jene Emissionen ausgewiesen werden, die direkt durch die private Endnachfrage induziert werden. Emissionen des Energieeinsatzes in Produktionsprozessen für Güter und Dienstleistungen, wie beispielsweise Lebensmittel oder Elektronikwaren, werden als vorgelagerte, graue Emissionen in den jeweiligen Endnachfragekategorien zugeordnet. Diese Systematik betrifft ebenso die ausgewiesenen Emissionswerte im Sektor „Energieversorgung der privaten Haushalte“ in Abbildung 4.

Für eine genauere Betrachtung zeigt Abbildung 3 weiters eine Zuordnung nach den Anteilen des Ursprungs der Endnachfrage (private Haushalte, öffentlich, durch Unternehmen) bzw. der regionalen

Zusammensetzung (innerhalb Österreichs, innerhalb der EU, außerhalb der EU) der Emissionen für die einzelnen Endnachfragekategorien.

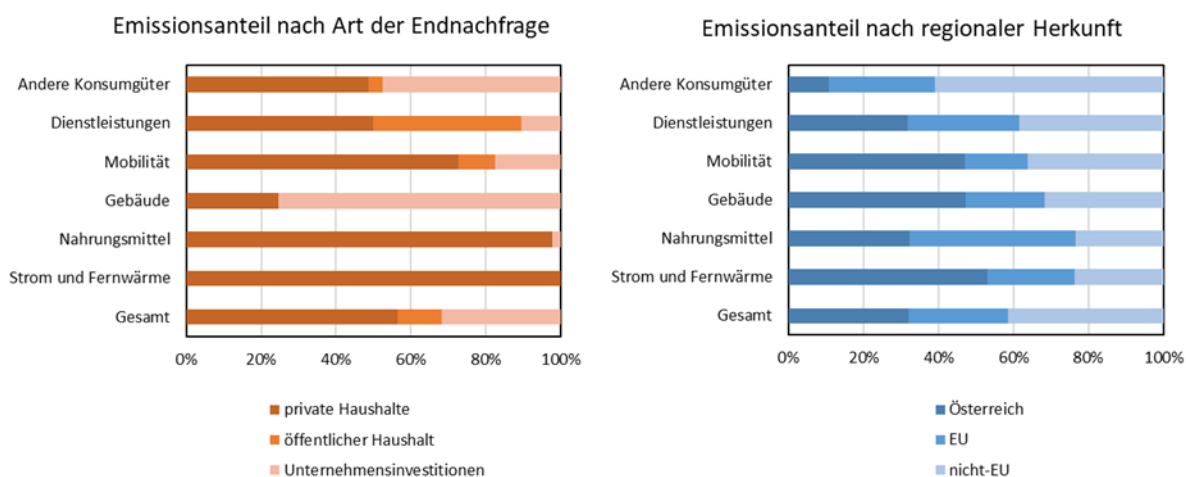


Abbildung 3: Emissionsanteile der konsumbasierten THG-Emissionen der Wiener Endnachfrage 2019 nach Art der Endnachfrage und regionaler Herkunft jeweils je Endnachfragekategorie. In der Grafik ist zu beachten, dass der Kategorie „Gebäude“ lediglich jene grauen Emissionen aus Bautätigkeiten zugerechnet werden, die durch die Endnachfrage der privaten Haushalte sowie durch Unternehmensinvestitionen verursacht werden. Graue Emissionen aus dem Bereich der öffentlichen Nachfrage werden hingegen dem Bereich der Dienstleistungen zugeordnet.

Box 1: Emissionen von Holzzeugnissen

Emissionen, die durch Be- und Verarbeitung von Holzprodukten entstehen werden nach Tabelle AT1 im Anhang im GTAP-Sektor 30 „Wood Products“ verbucht und fallen damit in die Kategorie „Andere Konsumgüter“. In Bezug auf Holzzeugnisse ist weiters festzuhalten, dass die Emissionsbindung (Baumwachstum) und Freisetzung (bei der Verbrennung oder Verrottung) für Holz wie in der Methodik der Emissionsinventur des Umweltbundesamts und der UNFCCC mit Null-Emissionen im Lebenszyklus bilanziert werden, und nicht wie in der Luftemissionsrechnung der Statistik Austria in der Forstwirtschaft negativ und dann in der Verbrennung mit positiven Emissionen bilanziert wird.

Für die Aggregation in Endnachfragekategorien ist weiters zu beachten, dass, wie in Tabelle AT1 im Anhang ersichtlich, Emissionen aus forstwirtschaftlichen Tätigkeiten der Kategorie „Nahrungsmittel“ zugeordnet sind. Diese Vereinfachung ist damit begründet, dass direkte Emissionen dieses Sektors lediglich durch Bewirtschaftung (Treibstoffverbrauch durch Maschineneinsatz etc.) anfallen und damit sehr gering ausfallen.

Insgesamt zeigt sich, dass mehr als die Hälfte der konsumbasierten Emissionen Wiens auf die private Endnachfrage der Haushalte zurückzuführen ist (56%). Auf die Endnachfrage der öffentlichen Hand entfallen weiters 12% dieser Emissionen und auf die Investitionsnachfrage der Unternehmen 32%. Bei den Emissionen der öffentlichen Hand ist zu beachten, dass diese durch einen relativ großen Sektor „öffentliche Dienstleistungen“ (siehe Abbildung 4) verursacht werden. Darin wird z.B. auch die Bauaktivität der Bundesimmobilien Gesellschaft als Dienstleistung verbucht ebenso wie Bauarbeiten für Straßen- und U-Bahnbau. Die ausgewiesene „Gebäude“ Kategorie zeigt daher nur durch private Haushalte und Unternehmensinvestitionen induzierte Emissionen.

Bei den Emissionen durch Unternehmensinvestitionen ist wiederum zu beachten, dass die Investitionsberechnung auf der regionalen Gesamtrechnung nach Wirtschaftsbereichen (Statistik Austria, 2019) basiert, in der die regionale Zuordnung anhand der Gebietsansässigkeit des Unternehmens erfolgt. Das angewandte Residenzprinzip besagt, dass „bei multiregionalen Unternehmen mit festen Standorten in mehreren Regionen die Tätigkeit auf ihre einzelnen Einheiten aufzuteilen ist. So ist z.B. eine Baustelle eines Bauunternehmens der Region zuzuordnen, in der sich das Bauunternehmen befindet - es sei denn die Baustelle ist so groß und besteht so lange, dass sie eine eigene örtliche Einheit darstellt“ (Statistik Austria, 2019, p. 23). Ist ein Unternehmen in Wien angesiedelt, verfügt aber über einen festen Standort zum Beispiel in einem anderen Bundesland, werden die in der Studie zugewiesenen Emissionen demnach auch diesem Bundesland zugewiesen und nicht Wien. Der Umstand, dass Emissionen, die durch kurzfristige mobile Unternehmungen (zum Beispiel Baustellen) entstehen, dem Standort des Firmensitzes zugerechnet werden,

führt dennoch zu einer Unschärfe in der Berechnung, die nicht vermieden werden kann. Untersucht man die Ursprungsregionen der Emissionen, die durch die Wiener Nachfrage induziert werden, so zeigt sich, dass etwa ein Drittel der Emissionen in Österreich anfallen (32%), etwa ein Viertel (27%) entsteht im Rest der EU und der größte Teil mit 41% in Ländern außerhalb der EU.

Auf nationaler Ebene wäre der Österreichische Emissionsanteil als Überlappungsbereich von produktionsbasierten und konsumbasierten Emissionen zu interpretieren. Auf sub-nationaler Ebene ist eine noch detailliertere Ausweisung des regionalen Emissionsursprungs für Wien nicht möglich, da keine vollständige regionale Input-Output Datenbasis verfügbar ist (siehe Dorninger et al., 2023 für weitere Forschung dazu). Dementsprechend kann der Überlappungsbereich von produktionsbasierten und konsumbasierten Emissionen für Wien nicht ausgewiesen werden, es lässt sich nur vermuten, dass dieser Überschneidungsbereich als Anteil der konsumbasierten Emissionen in einer ähnlichen Größenordnung sein wird wie auf österreichischer Ebene, tendenziell etwas geringer durch die spezifische Struktur der Wiener produktionsbasierten Emissionen.

Die Gegenüberstellung der verschiedenen Bereiche zeigt deutlich, dass sich die regionale Zusammensetzung der konsumbasierten Emissionen je nach Endnachfragekategorie unterscheidet. Bei Emissionen durch Konsumgüter wie Elektronikgeräte oder Textilien entsteht nur rund ein Zehntel in Österreich, der Großteil der Emissionen wird überwiegend in Form von grauen Emissionen in Gütern von außerhalb der EU importiert. In den Nachfragekategorien Gebäude und Mobilität hingegen entsteht rund die Hälfte der Emissionen in Österreich.

Darüber hinaus unterscheidet sich ebenfalls die Art der Endnachfrage je nach Kategorie. Um die sektoralen Unterschiede genauer darzustellen, zeigt Abbildung 4 eine detailliertere Aufgliederung der konsumbasierten Emissionen nach den Endnachfragesektoren, wiederum nach Art der Nachfrage, durch die Emissionen induziert werden (private Endnachfrage, öffentliche Endnachfrage, Investitionsnachfrage), sowie der Ursprungsregion der Emissionen (Österreich, übrige EU, nicht-EU).

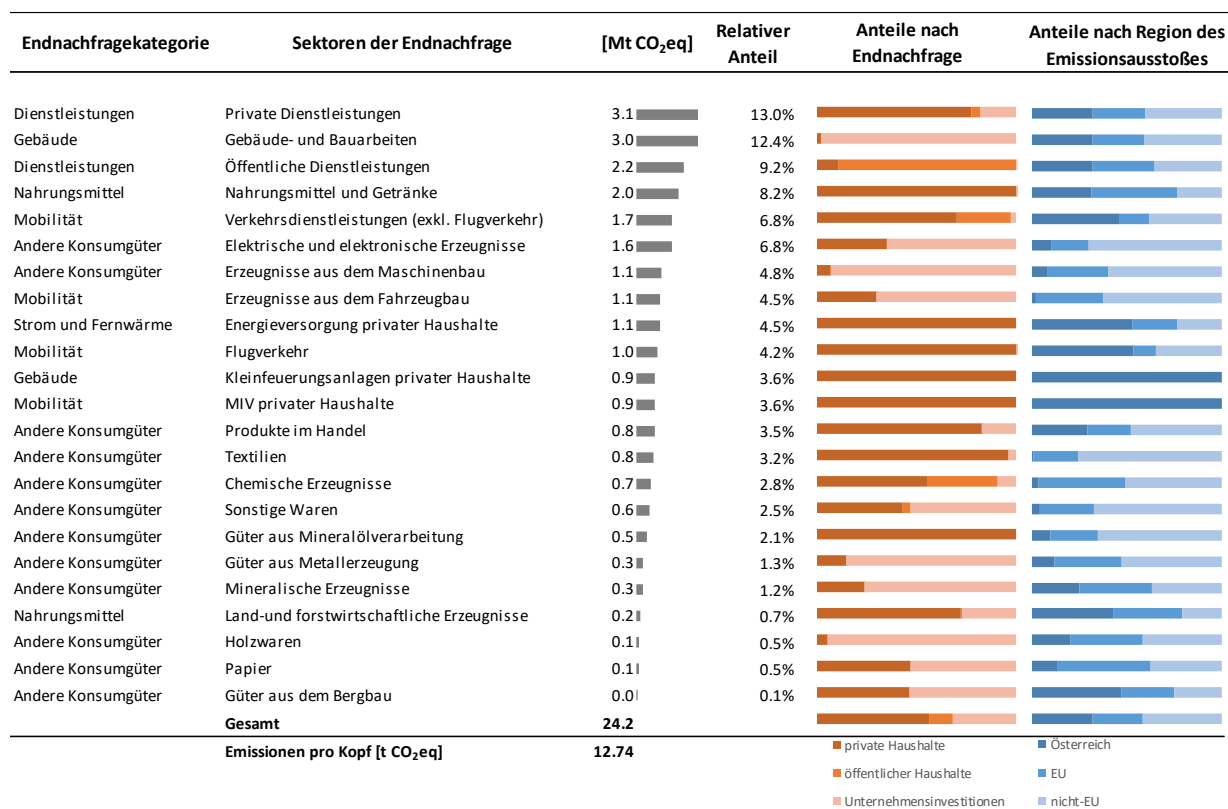


Abbildung 4: Konsumbasierte THG-Emissionen der Wiener Endnachfrage 2019 nach Wirtschaftssektoren in MtCO₂eq; Anteile nach privaten Haushalten, öffentlichen Haushalten und der Investitionsnachfrage; sowie Anteile nach regionalem Emissionsausstoß in Österreich, in der restlichen EU oder außerhalb der EU. Die Aggregation der Sektoren ist in AT 1 im Appendix dargestellt. Die unter der Spalte „Endnachfragekategorien“ angeführten Kategorien beziehen sich auf die zuvor in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse. Die unter der Spalte „Sektoren der Endnachfrage“ genannten Werte stellen die Detailergebnisse innerhalb dieser breiteren Endnachfragekategorien dar.

Die Gliederung nach der sektoralen Endnachfrage zeigt einen hohen Anteil der privaten und öffentlichen Dienstleistungen (13,0% und 9,2%), der Gebäude und Bauarbeiten (12,4%), des öffentlichen Verkehrs (6,4%), sowie der Nahrungsmittel und Getränke (8,2%) an den städtischen konsumbasierten Gesamtemissionen. Die direkten Emissionen der privaten Haushalte (durch motorisierten Individualverkehr und Heizanlagen) machen jeweils rund 3.6% der Gesamtemissionen aus. Wesentlich weniger relevant für die gesamten konsumbasierten Emissionen der Stadt Wien ist hingegen die Endnachfrage z.B. nach Gütern aus dem Bergbau (0.1%), der Papierindustrie (0.5%), Holzwaren (0.5%) oder land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse (0.7%). Sowohl im Hinblick auf den Verursacher als auch die regionale Herkunft der Emissionen zeigt sich erwartungsgemäß, dass je nach Sektor große Unterschiede bestehen. So wird der öffentliche Verkehr sowie Produkte aus dem Handel, vorwiegend von privaten Haushalten nachgefragt und Güter aus Metallerzeugnissen oder mineralischen Erzeugnissen beispielsweise von Unternehmen. Weiters sind Emissionen, die der Nachfrage nach Textilien und Elektronik entstammen, beispielsweise nur zu einem sehr geringen Anteil aus Österreich und zu 70% aus Regionen außerhalb der EU. Landwirtschaftliche Produkte, Versorgungsleistungen (Energie, öffentlicher Verkehr) sowie private und öffentliche Dienstleistungen haben ihren Emissionsursprung hingegen stärker in Österreich und der übrigen EU.

Box 2: Detailvergleich Mobilität

Bei der Quantifizierung und beim Vergleich von Emissionswerten durch Mobilität besteht Bedarf nach besonderer Aufmerksamkeit, bedingt durch die Berechnung mit unterschiedlichen Ansätzen und damit Betrachtung unterschiedlicher Systemgrenzen. Abbildung 5 veranschaulicht diese Bandbreite an Emissionswerten, die sich für Wien aus der Bundesländer Luftschadstoffinventur (BLI) (Umweltbundesamt, 2022), dem Klimafahrplan (Stadt Wien, 2022) und der vorliegenden Berechnung ergibt. In der BLI werden die Verkehrsemissionen für Wien anhand des innerstädtischen Treibstoffabsatzes mit 3,3 MtCO₂eq ausgewiesen. Im Klimafahrplan der Stadt wird dieser Wert für die Verkehrsleistung innerhalb des Stadtgebiets angepasst, wodurch sich ein Wert von 2,2 MtCO₂eq ergibt. In der hier vorliegenden Berechnung werden mit der konsumbasierten Betrachtung alle Emissionen ausgewiesen, die sich durch die Wiener Endnachfrage, inklusive vorgelagerter Wertschöpfungsketten, ergeben. Diese belaufen sich auf 4,6 MtCO₂eq und kommen sowohl aus der innerstädtischen und außerstädtischen Fahrzeugnutzung, der Mobilität zu Land, Luft und Wasser, als auch den grauen Emissionen der Fahrzeugherstellung.

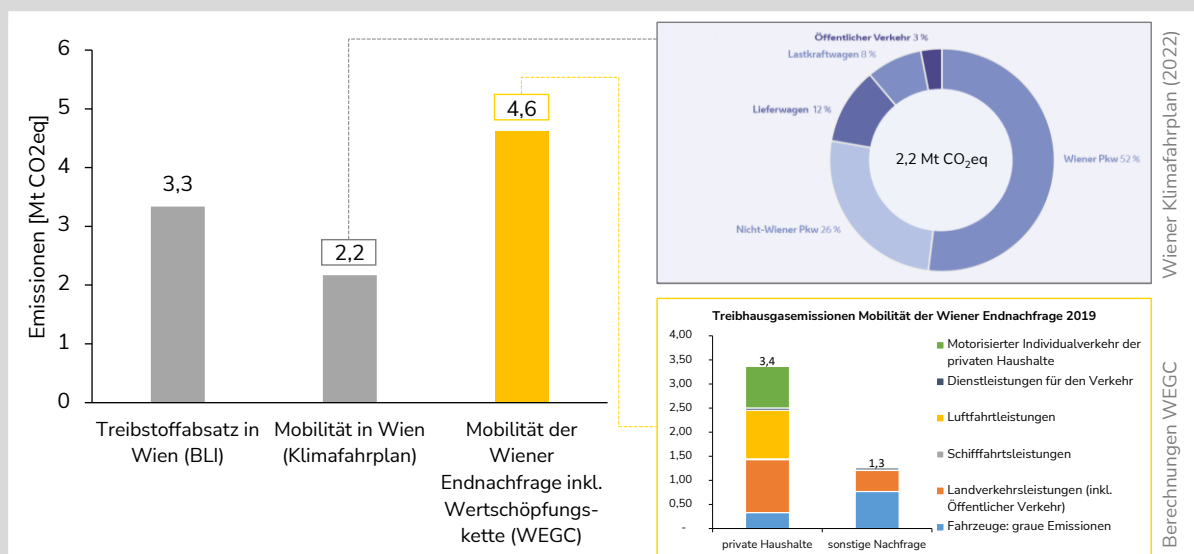


Abbildung 5: Vergleich Wiener Emissionswerte für Mobilität mit unterschiedlichen Ansätzen und Systemgrenzen

Durch diesen relativ großen Emissionsanteil außerhalb des direkten österreichischen und lokalen Wirkungsbereichs der Stadt Wien besteht für die Reduktion der konsumbasierten Emissionen Wiens ein noch stärkerer Koordinationsbedarf mit der nationalen, EU und internationalen Ebene als für die Reduktion produktionsbasierter Emissionen. Weiters können effektive Maßnahmen ausgearbeitet werden, die auf die Endnachfrage einwirken und damit die Emissionen in der gesamten Lieferkette reduzieren.

Maßnahmen im Überschneidungsbereich von produktionsbasierten und konsumbasierten Emissionen beinhalten beispielsweise den Umstieg weg von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren oder die Umstellung

auf erneuerbare Energien in der Wärmebereitstellung. Diese Maßnahmen zur Reduktion der produktionsbasierten Emissionen verringern gleichzeitig die konsumbasierten Emissionen der Stadt Wien. Durch die konsumbasierte Perspektive werden jedoch noch weitere relevante Aspekte sichtbar, wie beispielsweise die grauen Emissionen in der Fahrzeugherstellung, was Implikationen für die Maßnahmengestaltung in Hinblick auf deren konsumbasierte Emissionswirkung zu Folge haben kann. Beim Beispiel des Umstieges von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zu elektrifiziertem Individualverkehr sind die erwähnten grauen Emissionen mitzuberücksichtigen und bei der vergleichenden Maßnahmenbewertung dem konsumbasierten Emissionseffekt eines Umstiegs zum öffentlichen Verkehr oder zur aktiven Mobilität gegenüberzustellen.

Für konsumbasierte Emissionen außerhalb dieses Überschneidungsbereichs können ebenfalls gezielte Maßnahmen entwickelt werden. Beispielsweise ist eine konsequente Umsetzung einer nachhaltigen Öffentlichen Beschaffung zentral für die Reduktion der konsumbasierten Emissionen der öffentlichen Hand. Dabei gilt es möglichst alle Bereiche der öffentlichen Beschaffung, von Bürobedarf und Elektrogeräten bis zum Gebäudebereich (siehe Passer et al., 2021), einzubeziehen. Weiters kann hier eine Vorreiterrolle durch die öffentliche Hand eingenommen werden und so der Weg für die Reduktion konsumbasierter Emissionen bei privaten Haushalten und Unternehmen erleichtert werden.

Bei privaten Haushalten sind neben Informations- und bewusstseinsbildenden Maßnahmen für emissionsarme Lebensstile, die Bereitstellung von Strukturen und Infrastruktur für klimafreundliches Leben zentral (Aigner et al., 2023). Diese beinhalten beispielsweise Infrastruktur für sharing oder konsumfreie Räume.

Weiters ist zu beachten, dass die dargestellten Emissionswerte gesamt für Wien bzw. als Durchschnittswerte pro Person ausgewiesen sind, diese jedoch sehr unterschiedlich auf die einzelnen Personen und Haushalte in Wien verteilt sind. Auf österreichischer Ebene zeigt sich, dass dem obersten Einkommensdezil etwa viermal so viele konsumbasierte Emissionen zugeordnet werden können wie dem niedrigsten (Theine et al., 2022). Da die Stichprobengröße für Wien in dieser Studie relativ gering ist, konnte eine solche Analyse auf Wien bezogen nicht durchgeführt werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass zumindest eine ähnliche Ungleichverteilung wie auf Österreichebene vorliegt.

1.3. Emissionsüberblick im Städtevergleich

Tabelle 1 zeigt zur Einordnung der Ergebnisse einen Überblick der konsum- und produktionsbasierten pro Kopf Emissionen von Wien, Graz und Linz sowie österreichische Durchschnittswerte.

Tabelle 1: Konsum- und produktionsbasierte pro Kopf Emissionen 2019 der Stadt Wien im Vergleich zu Österreich, Graz und Linz.

Emissionen pro Kopf [t CO ₂ eq]	Österreich	Graz	Linz	Wien
produktionsbasiert (gesamt)	9,0 ^{a)}	5,4 ^{b)}	52,8 ^{c)}	4,6 ^{a)}
konsumbasiert	13,3 ^{d)}	13,7 ^{b)}	13,2 ^{c)}	12,7 ^{d)}

a) UBA (2022); b) Stadt Graz (2022); c) Nabernegg et al. (2024); d) eigene Berechnung

In der Gegenüberstellung ist zu beachten, dass die produktionsbasierten Emissionen für die verschiedenen Städte unterschiedlichen Bezugsrahmen haben und daher aufgrund verschiedener Systemgrenzen und Berechnungsmethoden nur bedingt vergleichbar sind. Dennoch zeigen sich im Vergleich der Größenordnungen jedenfalls signifikante Unterschiede. So liegen die Emissionen der Stadt Linz mit über 50 tCO₂eq pro Jahr und Kopf zum Beispiel um ein Vielfaches über den österreichischen Durchschnittswerten und jenen von Graz (5,4 tCO₂eq pro Jahr) und Wien (4,6 tCO₂eq pro Jahr). Diese höheren Werte sind vor allem durch die Ansiedlung der Schwerindustrie insbesondere der Stahlproduktion durch die Voestalpine im Linzer Stadtgebiet zu erklären. Die Emissionen der Stadt Wien liegen mit 4,6 tCO₂eq pro Jahr und Kopf hingegen deutlich unter dem österreichischen Durchschnitt von 9,0 tCO₂eq pro Jahr und Kopf in ähnlicher Größenordnung wie Graz mit 5,4 tCO₂eq pro Jahr und Kopf. Dies erklärt sich z.B. durch die deutlich geringere Dichte an emissionsintensiver Industrie innerhalb der Stadtgebiete von Wien und Graz. In Bezug auf die konsumbasierten Emissionen zeigt sich, dass die über die Endnachfrage berechneten Emissionen im Städtevergleich und im österreichischen Schnitt deutlich näher beieinander liegen, Wien aber insgesamt mit

12,7 tCO₂eq pro Jahr und Kopf den niedrigsten Emissionsausstoß ausweist. Abbildung 6 zeigt die Gegenüberstellung der strukturellen Zusammensetzung der konsumbasierten Emissionen im Städtevergleich.

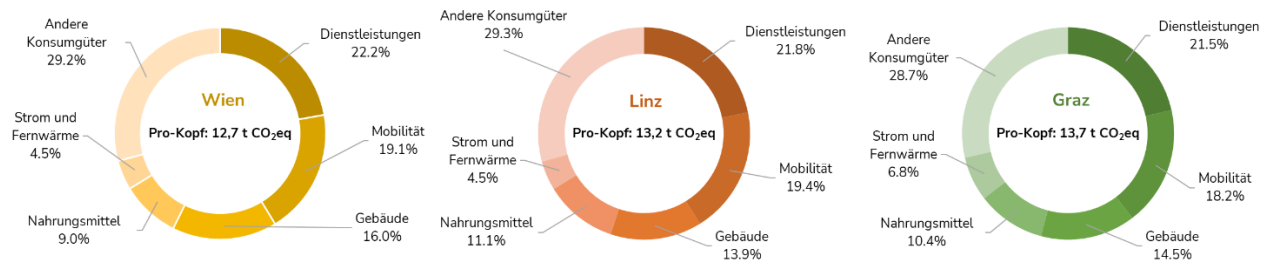


Abbildung 6: Städtevergleich der konsumbasierten pro Kopf Emissionen nach Endnachfragekategorie. Tabelle AT 1 im Anhang zeigt die in den einzelnen Kategorien verorteten Endnachfragesektoren nach der Klassifizierung der GTAPv10 Sektoren und der in weiterer Folge angeführten sektoralen Aggregation.

Der Vergleich der Emissionen der Städte in groben Endnachfragekategorien zeigt, dass sich die strukturelle Zusammensetzung der Emissionen der drei Städte Graz, Linz und Wien anhand dieser Klassifikation nur geringfügig unterscheidet. Anhand einer feineren Auflösung der Sektoren lassen sich dennoch Unterschiede erkennen. Abbildung 7 zeigt hierfür die pro Kopf Emissionsdifferenzen nach der in Abbildung 4 eingeführten sektoralen Aggregation.

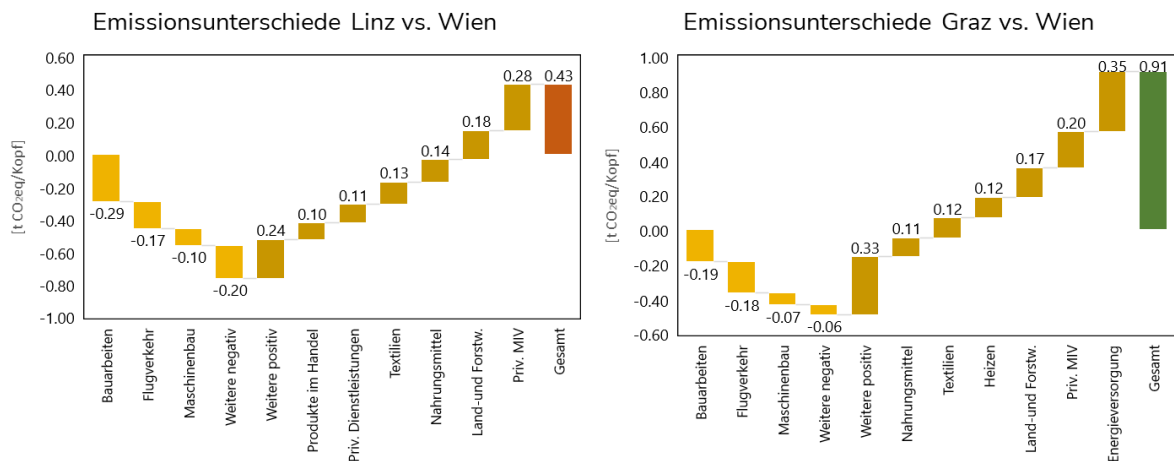


Abbildung 7: Linkes Panel: Gegenüberstellung der konsumbasierten pro Kopf Emissionen Wiens im Vergleich zu Linz. Rechtes Panel: Gegenüberstellung der konsumbasierten pro Kopf Emissionen Wiens im Vergleich zu Graz. Negative (positive) Werte implizieren höhere (niedrigere) Emissionswerte für Wien. Tabelle AT 1 im Anhang zeigt die in den einzelnen Kategorien zusammengefassten Endnachfragesektoren nach der Klassifizierung der GTAPv10 Sektoren.

Im Vergleich zu Linz zeigt sich beispielsweise, dass die Wien zugeschriebenen pro Kopf Emissionen aus dem Bereich des Bauwesens (0,29 tCO₂eq), des Flugverkehrs (0,17 tCO₂eq) sowie des Maschinenbaus (0,10 tCO₂eq), höher sind. Im Gegensatz dazu, überwiegen die Emissionen des privaten motorisierten Individualverkehrs (0,28 tCO₂eq), der Land- und Forstwirtschaft (0,18 tCO₂eq) und der Nahrungsmittel (0,14 tCO₂eq) in Linz. Im Vergleich zu Graz zeigt sich, dass ebenfalls die Emissionen aus dem Bauwesen (0,19 tCO₂eq), dem Flugverkehr (0,18 tCO₂eq), und dem Maschinenbau (0,07 tCO₂eq) in Wien höher ist. Umgekehrt überwiegen die Emissionen aus der Energieversorgung (0,35 tCO₂eq), dem privaten motorisierten Individualverkehr (0,20 tCO₂eq) und der Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugnisse (0,17 tCO₂eq) in Graz. Bei der Interpretation der Unterschiede ist hier zu beachten, dass durch die verwendete Methodik nur Emissionsunterschiede abgebildet werden können, die sich über die unterschiedliche Endnachfrage nach verschiedenen Güterkategorien ergeben. Nicht jedoch können durch die Berechnungen Unterschiede der Emissionsintensitäten innerhalb einzelner Endnachfragesektoren

abgebildet werden, die sich zum Beispiel durch möglichen in einzelnen Städten umweltbewussteren Konsum innerhalb dieser Nachfragesektoren (z.B. emissionsärmere Lebensmittel), ergeben könnten.

Ein weiterer interessanter Einblick ergibt sich im Vergleich von konsumbasierten und produktionsbasierten Emissionen. Hier zeigt sich, dass mit Ausnahme von Linz die konsumbasierten Emissionen deutlich über jenen der produktionsbasierten liegen. Dies ergibt sich dadurch, dass ein Großteil der mit der Endnachfrage verbundenen Emissionen außerhalb der Stadtgebiete bzw. auch außerhalb Österreichs anfallen. Der gegengleiche Effekt für die Stadt Linz ergibt sich wie zuvor durch die emissionsintensive Schwerindustrie im Stadtgebiet.

2. Methoden- und Ergebnisvergleich der Emissionsbilanz

Der zweite Teil der Untersuchung widmet sich dem Vergleich der drei verfügbaren Studien zu den konsumbasierten Emissionen der Stadt Wien. Abgesehen von der vorliegenden Studie ist eine Studie von Johanneum Research (JR) (Jungmeier et al., 2020), und die Studie MOCAM der BOKU Wien (Eisenmenger et al., 2022), die sowohl den CO₂- als auch den Materialfußabdruck der Stadt Wien untersucht, verfügbar. Es ist festzuhalten, dass alle Studien sich grundlegend in der Methodik unterscheiden und daher grundsätzlich Abweichungen in den Gesamtergebnissen zu erwarten sind. Nachdem das Verständnis der methodologischen Ansätze für die Interpretation der Ergebnisse daher wichtig ist, geht Abschnitt 2.1 auf diese Unterschiede ein, bevor in Abschnitt 2.2 die Ergebnisse der drei Studien verglichen werden.

2.1. Methodische Unterschiede

Grundsätzlich ist bei den Berechnungsmethoden der konsumbasierten Emissionen auf Städtelevel zwischen zwei groben Ansätzen zu unterscheiden. In sogenannten Top-Down Ansätzen werden gesamtwirtschaftliche Daten, die konsistent die wirtschaftlichen Aktivitäten einer Volkswirtschaft abbilden, mit vorgelagerten Emissionen verknüpft. Die Methodik erlaubt so eine systemische Analyse der Treibhausgasemissionen, die über verschiedene Wirtschaftssektoren konsistent ist. In sogenannten Bottom-Up Ansätzen werden die konsumbasierten Treibhausgasemissionen hingegen basierend auf Lebenszyklusanalysen für bestimmte Produktklassen oder einzelne Sektoren sehr detailliert quantifiziert. Durch die Addition der Ergebnisse verschiedener Wirtschaftsbereiche können so die gesamtwirtschaftlichen Emissionen abgeschätzt werden. Mögliche Doppelzählungen von Emissionen, die auf unterschiedliche Systemgrenzen der Lebenszyklusanalysen einzelner Teilbereiche zurückzuführen sind, gilt es hierbei möglichst zu minimieren. Aus facheinschlägiger Literatur ist grundsätzlich festzuhalten, dass Ergebnisse von Berechnungen die Top-Down Ansätze verfolgen, tendenziell über den Ergebnissen der Bottom-Up Ansätze liegen (Crawford et al., 2018; Säynäjoki et al., 2017; Zhu et al., 2020). In Anbetracht dieser Tatsachen ist zunächst zuzuordnen, in welche Kategorien die hier verglichenen Studien fallen, um dies anschließend im Studienvergleich zu berücksichtigen. In der durch JR durchgeführten Studie wurden mit Hilfe eines Modells Lebenszyklusanalysen für sechs verschiedene Bedürfnisfelder durchgeführt, die besonders relevant im Hinblick auf ihre Emissionsintensität sind. Diese Bereiche umfassen die Bedürfnisfelder „Wohnen“, „Mobilität“, „Lebensmittel“, „Konsumgüter“, „Infrastruktur“ und „Müll und Abwasser“. Durch Addition der Ergebnisse der einzelnen Teilbereiche wurden in der Studie die konsumbasierten Emissionen für das Jahr 2017 bestimmt. Damit fällt die durch JR durchgeführte Studie in die Kategorie der Bottom-Up-Ansätze. Die Studie MOCAM der BOKU Wien quantifiziert hingegen Materialflüsse sowie CO₂ Emissionen durch Verlinkung der Wiener Endnachfrage nach bestimmten Güterklassen mit sektoralen Emissionskoeffizienten, um die konsumbasierten Emissionen Wiens zu bestimmen. Damit fällt die Studie in die Kategorie der Top-Down Ansätze. Diese Berechnungen wurden für das Jahr 2020 durchgeführt. Wie bereits in Abschnitt 1.1 detailliert ausgeführt fällt auch die vorliegende Studie des Wegener Centers in die Kategorie der Top-Down Ansätze. In dieser Studie wurden die konsumbasierten Emissionen für das Jahr 2019 bestimmt.

2.2. Ergebnisse des Studienvergleichs

Im Vergleich zu den zwei zuvor erstellten Studien reiht sich die vorliegende Studie mit gesamten konsumbasierten Emissionen von 12.74 tCO₂eq pro Jahr und Kopf zwischen den Berechnungen der MOCAM Studie (9.36 tCO₂eq pro Jahr und Kopf) und der von JR durchgeführten Studie (13.20 tCO₂eq pro Jahr und Kopf) ein (siehe Abbildung 8). Hierbei ist beachtlich, dass der von JR berechnete Wert, der auf einem Bottom-Up Ansatz beruht, insgesamt über den Ergebnissen der beiden anderen Studien liegt. Wie bereits beschrieben

wäre aufgrund der methodischen Unterschiede grundsätzlich zu erwarten, dass Ergebnisse aus Berechnungen nach Bottom-Up Ansätzen unter denen der Top-Down Ansätze liegen. Um die zwischen den Studien bestehenden Unterschiede genauer zu verstehen, wurde daher ein detaillierter Vergleich der einzelnen Rechenschritte und der zugrundeliegenden Datenbasis aller Studien durchgeführt.

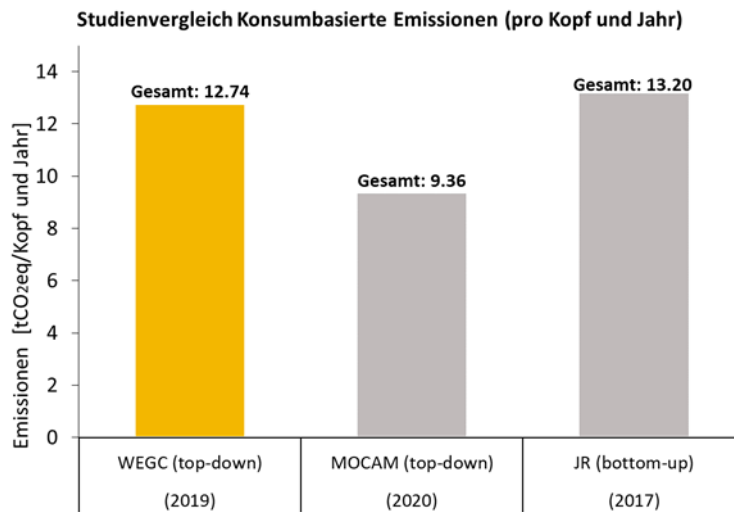


Abbildung 8: Vergleich der konsumbasierten pro Kopf Emissionen der Stadt Wien der drei verfügbaren Studien.

2.2.1. Studienvergleich WEGC und MOCAM

Wie bereits erwähnt wird in der Studie von MOCAM ein methodisch ähnlicher Ansatz verwendet wie in den Berechnungen des Wegener Centers. In beiden Studien werden die konsumbasierten Emissionen der Stadt Wien über eine Verlinkung der Treibhausgasemissionen mit sektoralen Endnachfragemengen der Stadt Wien erreicht. Die unterschiedlichen Ergebnisse lassen sich daher einerseits durch Unterschiede in der Datenbasis der Endnachfrage bestimmter Güterkategorien und andererseits durch Unterschiede in den Emissionskoeffizienten dieser Güterkategorien bestimmen. Um diese Vergleiche anzustellen, wurden von den Autor:innen der MOCAM Studie über die in der Studie veröffentlichten Daten hinausgehende Detailtabellen und Hintergrunddaten übermittelt, sodass eine genaue Verortung der Unterschiede möglich war.

Der erste Wirkungskanal, der die abweichenden Ergebnisse erklärt, betrifft die im Modell verwendeten Emissionsintensitäten, die die sektoralen Endnachfragewerte mit den THG-Emissionen verlinken. In der MOCAM Studie werden die sektoralen Emissionsintensitäten aus dem multiregionalen Input-Output Modell GLORIA (Lenzen et al., 2017) bezogen. Für die Emissionsdatenbasis der vom Wegener Center durchgeführten Studie wird auf die entsprechenden Erläuterungen in Abschnitt 1.1 verwiesen. Im wirtschaftsübergreifenden Vergleich zeigt sich, dass die insgesamt für Österreich ausgewiesenen Emissionen in der Emissionsdatenbasis des Wegener Centers mit 112 MtCO₂eq leicht über denen der MOCAM Studie mit 106 MtCO₂eq liegen. Dieser Unterschied von rund 5% erklärt absolut einen sektorübergreifenden Unterschied in den THG-Emissionen von rund **0,68 tCO₂eq pro Jahr und Kopf**.

Bezüglich der in beiden Studien hinterlegten sektoralen Wiener Endnachfrage lässt sich weiter festhalten, dass beide Studien eine andere Datenbasis verwenden. Diese unterscheiden sich teilweise stark. Die Berechnungen des Wegener Centers stützen sich auf die ausgewiesene österreichische Endnachfrage der Datenbasis GTAP V10 aus dem Jahr 2019 (Aguar et al., 2019). Wie bereits in Abschnitt 1.1 beschrieben wurde basierend auf dieser gesamten österreichischen Endnachfrage der Anteil der Endnachfrage Wiens anhand der Konsumerhebung (Statistik Austria, 2021) für den privaten Konsum des Bevölkerungsanteils für den öffentlichen Konsum und der Bruttoanlageninvestition (Statistik Austria, 2022) für die Investitionsnachfrage bestimmt. Die in der MOCAM Studie herangezogenen Endnachfragewerte basieren hingegen auf der Studie

von Galychyn et al. (2022), in der unter anderem die herangezogene Input-Output Tabelle der Stadt Wien erstellt wird. Auffällig ist hier, dass die sektorübergreifende Endnachfrage, die in der MOCAM Studie verwendet wurde, insgesamt deutlich höher ist, obwohl die österreichweiten Emissionen wie zuvor beschrieben in den Berechnungen des Wegener Centers höher ausfallen. Diese Diskrepanz lässt sich durch eine genauere Analyse der Zusammensetzung der sektoralen Endnachfrage erklären. Hier zeigt sich, dass die Endnachfrage des Wegener Centers vor allem in emissionsintensiven Sektoren (z.B. Nahrungsproduktion, Öl- und Gasextraktion) über denen der Datenbasis der MOCAM Studie liegt und umgekehrt die Endnachfragewerte der MOCAM Studie in weniger emissionsintensiven Sektoren teils deutlich über jenen des Wegener Centers liegen. Weiters ist auffallend, dass die in der MOCAM Studie verwendete Datenbasis für die Endnachfrage in manchen Sektoren Nullwerte oder sogar leicht negative Werte ausweist. Dies sollte grundsätzlich nicht möglich sein und hat in weiterer Folge reduzierende Auswirkungen auf die Gesamtemissionen in der MOCAM Studie. Unter Berücksichtigung dieser Effekte erklären die Unterschiede der sektoralen Endnachfrage insgesamt **1,77 tCO₂eq pro Jahr und Kopf**.

Ein dritter Unterschied, der ebenfalls berücksichtigt werden muss, ergibt sich durch die Einbeziehung der direkt durch Haushalte verursachten Emissionen durch motorisierten Individualverkehr und Heizungen. In der MOCAM Studie wurden diese Emissionen nicht berücksichtigt, in der vorliegenden Studie wie in Abschnitt 1.1 beschrieben jedoch schon. Diese Unterscheidung führt insgesamt zu einer Erhöhung der Treibhausgasemissionen von **0,92 tCO₂eq pro Jahr und Kopf** in der Studie des Wegener Centers.

Abbildung 9 **Abbildung 9** zeigt die konsumbasierten Emissionen beider Studien aufgeteilt nach den zuvor dargestellten Endnachfragekategorien.

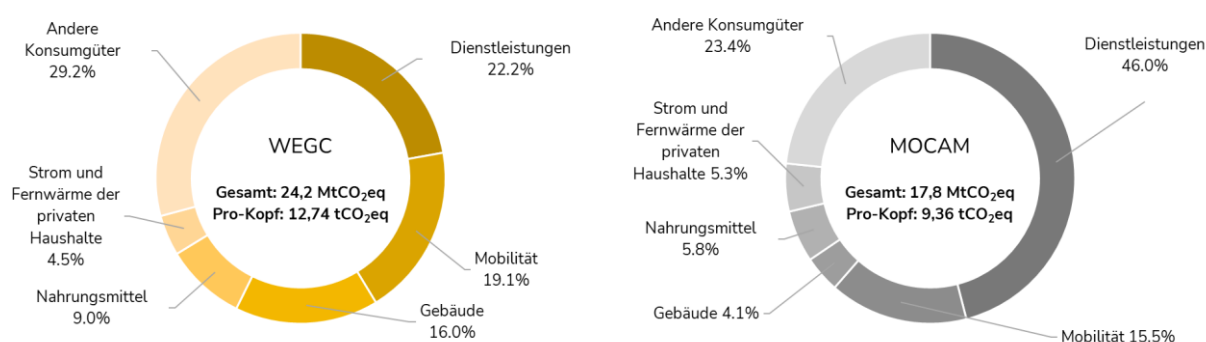


Abbildung 9: Konsumbasierten Emissionen der Stadt Wien nach Endnachfragekategorien im Studienvergleich (WEGC vs. MOCAM). Tabelle AT 1 im Anhang zeigt die in den einzelnen Kategorien verorteten Endnachfragesektoren.

In den Emissionsergebnissen auf Sektor Ebene ergibt sich der größte Unterschied in der relativen Dominanz des Dienstleistungssektors, der in der MOCAM Studie mit insgesamt 46,0% der Emissionen sehr ausgeprägt ist. In der Studie des Wegener Centers fallen auf diese Nachfragekategorie nur insgesamt 22,2% der Gesamtemissionen. Aufgrund der unterschiedlichen errechneten absoluten Emissionen beider Studien ist hier zu beachten, dass die Unterschiede in absoluten Größen lediglich 2,8 MtCO₂eq oder 1,48 tCO₂eq pro Jahr und Kopf betragen. Erklärt werden kann der Unterschied durch die höheren Emissionen der privaten Dienstleistungen in der MOCAM Studie, welche aus der deutlich höheren hinterlegten Endnachfrage in diesem Sektor folgt. In allen anderen Nachfragekategorien sind die vom Wegener Center berechneten Emissionswerte aufgrund der zuvor beschriebenen Wirkungskanäle höher als die der MOCAM Studie. Besonders hoch sind hier die Unterschiede, z.B. im Bereich der Gebäude (16,0% oder 3,8 MtCO₂eq vs. 4,1% oder 0,7 MtCO₂eq). Auch diese Abweichungen lassen sich primär auf die höhere Endnachfrage des Gebäudesektors in der Studie des Wegener Centers zurückführen. Zusätzlich ist hier aber auch eine höhere hinterlegte Emissionsintensität des Gebäudesektors in der Datenbasis des Wegener Centers relevant. Darüber hinaus wurden dem Bereich Gebäude ebenso die direkten Emissionen der privaten Haushalte, die durch Heizungen anfallen und in der MOCAM Studie vernachlässigt wurden, angerechnet.

2.2.2. Studienvergleich WEGC und JR

Insgesamt ergaben die Berechnungen von JR um 0,4 MtCO₂eq oder 0,46 tCO₂eq pro Jahr und Kopf höhere konsumbasierte THG-Emissionen als die des Wegener Centers. Wie bereits beschrieben wäre aufgrund der unterschiedlichen Methodik zu erwarten, dass die Studie des Wegener Centers insgesamt höhere Emissionswerte ausweisen würde. Der daher notwendige Detailvergleich zwischen der Studie von JR und der vorliegenden Studie des Wegener Centers erwies sich als anspruchsvoll und teilweise unmöglich, da weitere nicht veröffentlichte Detaildaten der Studie von JR, die für eine hinreichende Erklärung der Unterschiede notwendig wären, nicht verfügbar waren. Um dennoch mögliche Erklärungsansätze zu ergründen, wurden die sektoralen Emissionsergebnisse der Studie des Wegener Centers den in der JR Studie ausgewiesenen Bedürfnisfeldern zugewiesen. Abbildung 10 zeigt die Unterschiede der Ergebnisse nach dieser Zuordnung.

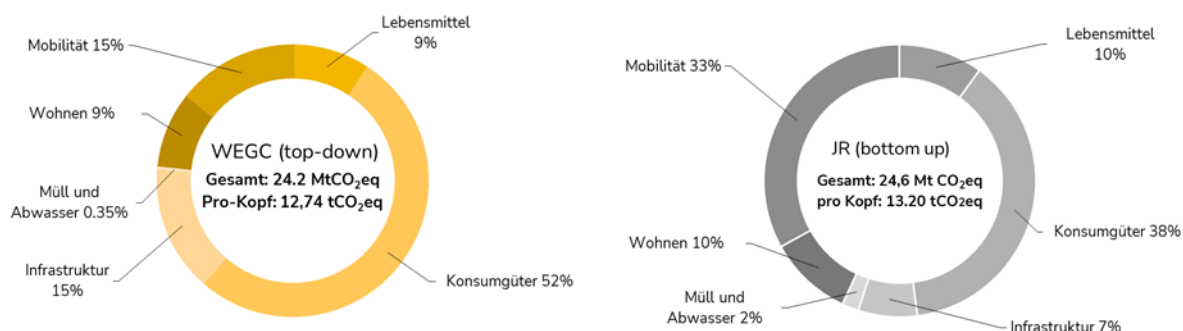


Abbildung 10: Konsumbasierten Emissionen der Stadt Wien nach Endnachfragekategorien im Studienvergleich (WEGC vs. MOCAM). Tabelle AT 2 im Anhang zeigt die Zuordnung der Emissionen der Endnachfragesektoren der Studie des Wegener Centers zu den „Bedürfnisfeldern“ der Studie von JR.

Besonders auffallend im Vergleich ist, dass JR vor allem die Emissionen im Bereich der Mobilität deutlich höher einschätzt. Der Studienvergleich zeigt, dass diese höhere Einschätzung vor allem aus den sehr hoch ausgewiesenen Flugemissionen folgt. Während JR auf insgesamt rund 2,36 tCO₂eq pro Kopf kommt, betragen die konsumbasierten Emissionen aus dem Flugverkehr in der Studie des Wegener Centers rund 0,49 tCO₂eq pro Kopf. Wie durch die Beschreibung der Methodik der Studie von JR auf Seite 29 hervorgeht, werden sämtliche durch den Flughafen Schwechat verursachten Emissionen nach einem Bevölkerungsschlüssel auf Wien, Niederösterreich, Burgenland und die Steiermark aufgeteilt. Wie in der Studie selbst angemerkt, stellt sich die Frage warum nicht auch Oberösterreich, Kärnten oder Salzburg in die Berechnungen mit aufgenommen wurden. Eine Aufnahme weiterer Bundesländer in die Rechnung würde den Anteil der Wien zugeschriebenen Emissionen sinken lassen. Weiters wird durch die gewählte Berechnung vernachlässigt, dass die durch ausländische Reisende verursachten Emissionen, die durch Ankunft und Abflug verursacht werden, konsistenter Weise den konsumbasierten Emissionen dieser Länder zugerechnet werden müssten. Aus diesem Grund kommt es durch die gewählte Methodik sehr wahrscheinlich zu einer Überschätzung der durch Ankünfte und Abflüge am Flughafen Schwechat verursachten konsumbasierten Emissionen, die Wien zugeschrieben werden. Dies ist umso relevanter, weil die im Ausland durch Flüge verursachten Emissionen der Wiener:innen anhand eines Faktors bestimmt werden, mit dem das vorangegangene Ergebnis der am Flughafen Schwechat verursachten Emissionen multipliziert wird. Die zuvor angesprochene Überschätzung der Emissionen innerhalb Österreichs, setzt sich also systematisch in der Rechnung fort und führt dadurch zu einer potentiell überhöhten Einschätzung der konsumbasierten Flugemissionen Wiens. Bezüglich des für diesen Rechenschritt angewandten Faktors herrscht darüber hinaus aufgrund knapper Beschreibungen in der Studie Unklarheit. Ebenfalls gestaltete sich der Vergleich der Ergebnisse in einigen anderen Kategorien aufgrund der fehlenden Daten als nicht möglich.

Literaturverzeichnis

- Aguiar, A., Chepeliev, M., Corong, E. L., & Van Der Mensbrugge, D. (2019). The GTAP Data Base: Version 10. *Journal of Global Economic Analysis*, 4(1), 1–27. <https://doi.org/10.21642/JGEA.040101AF>
- Aigner, E., Görg, C., Madner, V., Muhar, A., Novy, A., Posch, A., Steininger, K. W., Bohunovsky, L., Essletzichler, J., Fischer, K., Frey, H., Haas, W., Haderer, M., Hofbauer, J., Hollaus, B., Jany, A., Keller, L., Krisch, A., Kubeczko, K., ... Wieser, H. (2023). Zusammenfassung für Entscheidungstragende. In C. Görg, V. Madner, A. Muhar, A. Novy, A. Posch, K. W. Steininger, & E. Aigner (Eds.), *APCC Special Report: Strukturen für ein klimafreundliches Leben* (pp. 1–17). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66497-1_1
- Crawford, R. H., Bontinck, P.-A., Stephan, A., Wiedmann, T., & Yu, M. (2018). Hybrid life cycle inventory methods – A review. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1273–1288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.176>
- Dorninger, C., Wieland, H.-P., Haas, W., Wiedenhofer, D., Pichler, M., & Eisenmenger, N. (2023). *RegIOLab, 1. Zwischenbericht. Klima- und Energiefonds*. Universität für Bodenkultur. https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/901532_RegIOLab_Zusammenfassung_Projektstart.pdf
- Eisenmenger, N., Kaufmann, L., Kalt, G., Dorninger, C., Perkovic, M., Lederer, J., Fellner, J., & Lutter. (2022). *CO₂- und Material-Fußabdruck für Wien: Eine Analyse der nachhaltigen Ressourcennutzung in Wien vor dem Hintergrund der Reduktionsziele in der Smart Klima City Strategie* [Endbericht]. Universität für Bodenkultur Wien.
- Galychyn, O., Fath, B. D., Buonocore, E., & Franzese, P. P. (2022). Ecological network analysis of a metabolic urban system based on input–output tables: Model development and case study for the city of Vienna. *Cleaner Production Letters*, 3, 100019. <https://doi.org/10.1016/j.cpl.2022.100019>
- Jungmeier, G., Bird, D. N., Lettmayer, G., Hingsamer, M., & Schwaiger, H. (2020). *Abschätzung der konsumbezogenen Treibhausgas Emissionen der Stadt Wien: Status Quo, Lebensstile und Maßnahmen* (LIFE 2020/1). Joanneum Research.
- Lenzen, M., Geschke, A., Abd Rahman, M. D., Xiao, Y., Fry, J., Reyes, R., Dietzenbacher, E., Inomata, S., Kanemoto, K., Los, B., Moran, D., Schulte In Den Bäumen, H., Tukker, A., Walmsley, T., Wiedmann, T., Wood, R., & Yamano, N. (2017). The Global MRIO Lab – charting the world economy. *Economic Systems Research*, 29(2), 158–186. <https://doi.org/10.1080/09535314.2017.1301887>
- Nabernegg, S., Steininger, K. W., Wilfinger, P., & Hoff, H. (2024). *Emissionsbilanz, THG-Budget und Emissionsmonitoring der Stadt Linz* (Scientific Report 103–2024). Wegener Center Verlag. <https://wegcenter.uni-graz.at/de/wegener-center-verlag/2024/>
- Passer, A., Steininger, K. W., Getzinger, G., Alaux, N., Kreiner, H., Kreichbaum, M., Lackner, T., Nabernegg, S., Perl-Vorbach, E., Röck, M., Scherz, M., & Truger, B. (2021). *2. Zwischenbericht des Projekts ParisBuildings*. TU Graz. <https://projektdatenbank.net/dl/public/6962/>
- Pichler, C., & Steininger, K. W. (2019). *Das Treibhausgasbudget für die Stadt Graz: Die aktuell der Stadt Graz zuzurechnenden Treibhausgas-Emissionen als Basis für sowohl Mitigationspfade als auch die Zurechnung des Carbon Budgets für Graz (84–2019; Wegener Center Report)*. Wegener Center.
- Säynäjoki, A., Heinonen, J., Junnonen, J.-M., & Junnila, S. (2017). Input–output and process LCAs in the building sector: Are the results compatible with each other? *Carbon Management*, 8(2), 155–166. <https://doi.org/10.1080/17583004.2017.1309200>
- Stadt Graz. (2022). *Klimaschutzplan Graz Teil 1 – Eröffnungsbilanz*.
- Stadt Wien. (2022). *Wiener Klimafahrplan—Unser Weg zur klimagerechten Stadt*. Magistrat der Stadt Wien.
- Statistik Austria. (2019). *Standard-Dokumentation Metainformationen zu den Regionalen Gesamtrechnungen (RGR), nach Wirtschaftsbereichen*. Statistik Austria.
- Statistik Austria. (2021). *Konsumerhebung 2019/20*. <https://www.statistik.at/ueber-uns/erhebungen/personen-und-haushaltserhebungen/konsumerhebung>
- Statistik Austria. (2022). *Regionale Gesamtrechnungen*. Statistik Austria. <https://www.statistik.at/statistiken/volkswirtschaft-und-oeffentliche-finanzen/volkswirtschaftliche-gesamtrechnungen/regionale-gesamtrechnungen>
- Steininger, K. W., Munoz, P., Karstensen, J., Peters, G. P., Strohmaier, R., & Velázquez, E. (2018). Austria’s consumption-based greenhouse gas emissions: Identifying sectoral sources and destinations. *Global Environmental Change*, 48, 226–242. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.011>
- Steininger, K. W., Nabernegg, S., & Lackner, T. (2022). *Konsum- und produktionsbasiertes Treibhausgas-Budget für die Steiermark und Aufteilungsansätze im Kontext der Klima- und Energiestrategie*. Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz.
- Theine, H., Humer, S., Moser, M., & Schnetzer, M. (2022). Emissions inequality: Disparities in income, expenditure, and the carbon footprint in Austria. *Ecological Economics*, 197, 107435. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107435>
- Umweltbundesamt. (2022). *Bundesländer Luftschadstoffinventur 1990–2020* (REP-0817).
- Zhu, W., Feng, W., Li, X., & Zhang, Z. (2020). Analysis of the embodied carbon dioxide in the building sector: A case of China. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122438. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122438>

Anhang

Tabelle AT1

Endnachfragesektoren nach GTAPV10 Klassifizierung	GTAP Sektor Nummer	Endnachfragesektoren	Endnachfragekategorie
Agriculture; Forestry; Fishing	1-14	Land-und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	Nahrungsmittel
Coal; Oil; Gas	15-18	Güter aus dem Bergbau	Andere Konsumgüter
Food products; Beverages and tobacco products	19-26	Nahrungsmittel und Getränke	Nahrungsmittel
Textiles; Wearing apparel; Leather products	27-29	Textilien	Andere Konsumgüter
Wood products	30	Holzwaren	Andere Konsumgüter
Paper products; publishing	31	Papier	Andere Konsumgüter
Petroleum; coal products	32	Güter aus Mineralölverarbeitung	Andere Konsumgüter
Chemical products; Basic pharmaceutical products; Rubber and plastic products	33-35	Chemische Erzeugnisse	Andere Konsumgüter
Mineral products nec	36	Mineralische Erzeugnisse	Andere Konsumgüter
Metals; Metal products	37-39	Güter aus Metallerzeugung	Andere Konsumgüter
Computer; electronic and optical products; Electrical equipment	40-41	Elektrische und elektronische Erzeugnisse	Andere Konsumgüter
Machinery and equipment nec	42	Erzeugnisse aus dem Maschinenbau	Andere Konsumgüter
Motor vehicles and parts; Transport equipment nec	34-44	Erzeugnisse aus dem Fahrzeugbau	Mobilität
Manufactures nec	45	Sonstige Waren	Andere Konsumgüter
Electricity	46-47	Energieversorgung privater Haushalte	Strom und Fernwärme
Construction	49	Gebäude- und Bauarbeiten	Gebäude
Trade	50	Produkte im Handel	Andere Konsumgüter
Air Transport	54	Flugverkehr	Mobilität
Transport nec; Water transport; Warehousing and support activities	52;53; 55	Verkehrsdienstleistungen (exkl. Flugverkehr)	Mobilität
Accommodation; Food and service activities;Communication; Financial services nec; Insurance (formerly isr);Real estate activities; Business services nec; Recreational and other services; Dwellings	51; 56-61; 65	Private Dienstleistungen	Dienstleistungen
Water; Public Administration and defense; Education; Human health and social work activities	48; 62-64	Öffentliche Dienstleistungen	Dienstleistungen
-	-	Kleinfeuerungsanlagen privater Haushalte	Gebäude
-	-	MIV privater Haushalte	Mobilität

Tabelle AT 2

Nachfragesektor WEGC	Bedürfnisfeld nach JR
Agriculture	Lebensmittel
Forestry	Lebensmittel
Fishing	Lebensmittel
Coal, Oil, Gas	Konsumgüter
Other Extraction (formerly omn Minerals nec)	Konsumgüter
Food products	Lebensmittel
Beverages and tobacco products	Lebensmittel
Textiles	Konsumgüter
Wearing apparel	Konsumgüter
Leather products	Konsumgüter
Wood products	Konsumgüter
Paper products, publishing	Konsumgüter
Petroleum, coal products	Konsumgüter
Chemical products	Konsumgüter
Basic pharmaceutical products	Konsumgüter
Rubber and plastic products	Konsumgüter
Mineral products nec	Konsumgüter
Metals	Konsumgüter
Metal products	Konsumgüter
Computer, electronic and optical products	Konsumgüter
Electrical equipment	Konsumgüter
Machinery and equipment nec	Konsumgüter
Motor vehicles and parts	Konsumgüter
Transport equipment nec	Konsumgüter
Manufactures nec	Konsumgüter
Electricity	Wohnen
Water	Müll und Abwasser
Construction	Konsumgüter
Trade	Konsumgüter
Accommodation, Food and service activities	Konsumgüter
Transport nec	Mobilität
Water transport	Mobilität
Air transport	Mobilität
Warehousing and support activities	Mobilität
Communication	Infrastruktur
Financial services nec	Infrastruktur
Insurance (formerly isr)	Infrastruktur
Real estate activities	Infrastruktur
Business services nec	Infrastruktur
Recreational and other services	Infrastruktur
Public Administration and defense	Infrastruktur
Education	Infrastruktur
Human health and social work activities	Infrastruktur
Dwellings	Wohnen
Kleinfeuerungsanlagen in privaten Haushalten	Wohnen
Motorisierter Individualverkehr der privaten Haushalte	Mobilität