

# Herleitung Paris-konformer THG-Budgets 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. Einleitung.....	2
2. Ausgangspunkt globales THG-Budget.....	2
3. Herleitung des produktionsbasierten und konsumbasierten THG-Budgets der Stadt Wien .....	3
4. Mögliche Emissionspfade zur Einhaltung der THG-Budgets.....	6
Literaturverzeichnis .....	7

## Zusammenfassung

Ausgehend von einem globalen Treibhausgas-Budget (THG-Budget) wird in der vorliegenden Studie als Grundlage für die geplante Erarbeitung strategischer Schwerpunkte im Bereich Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft ein faires, Paris-kompatibles THG-Budget für die Stadt Wien abgeleitet. Dasselbe THG-Budget kann mit unterschiedlichen Emissionspfaden eingehalten werden, und daher zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu Netto-Null Emissionen führen. Für die Zeit nach Ausschöpfung des THG-Budgets ist die Gewährleistung der Kohlenstoffbindung für dann eventuell verbleibende Emissionen in gleicher Höhe (d.h. Netto-Null Emissionen) vorzubereiten.

Da der Unterschied zwischen produktionsbasierten und konsumbasierten Emissionen auf regionaler Ebene stärker ausgeprägt ist, wird für Wien zwischen konsumbasierten THG-Budgets (d.h. zum Verbrauch durch konsumbasiert bilanzierte Emissionen) und produktionsbasierten THG-Budgets (d.h. zum Verbrauch durch produktionsbasiert bilanzierte Emissionen) unterschieden. Für eine faire, Paris-kompatible Klimapolitik müssen jeweils beide (konsumbasierte und produktionsbasierte THG-Budgets) betrachtet werden.

Je nach Annahme der Einhaltungswahrscheinlichkeit und der Stringenz des 1,5°-Ziels ergibt sich für Wien ein konsumbasiertes Treibhausgasbudget in der Bandbreite von 60-131 MtCO<sub>2</sub>eq. Ein Paris-kompatibles produktionsbasiertes Treibhausgasbudget für Wien liegt in der Bandbreite von 16-34 MtCO<sub>2</sub>eq.

Für die europäische Ebene hat das European Scientific Advisory Board on Climate Change das faire produktionsbasierte THG-Budget ermittelt. Selbst die großzügigste Variante davon ist kleiner als für den striktest noch umsetzbaren Emissionsminderungspfad notwendig. Das Board empfiehlt daher die größtmögliche Emissionsreduktion, die noch umsetzbar ist. Diese Empfehlung gilt ebenso für Wien und wird mit dem Klimafahrplan angestrebt.

Im Vergleich der (sektoralen) THG-Budgets mit den derzeitigen Emissionen zeigt sich ein besonders hoher Transformationsbedarf in den konsumbasierten Emissionen sowie innerhalb der produktionsbasierten Emissionen bei Gebäuden und Verkehr.

## 1. Einleitung

Der Hintergrund dieser Studie ist die geplante Erarbeitung strategischer Schwerpunkte im Bereich Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft in der Stadt Wien. Der Einbezug der konsumbasierten Emissionen bietet eine Basis zur Formulierung von Maßnahmen und erfordert eine Betrachtung, die über die Stadtgrenzen hinausgeht.

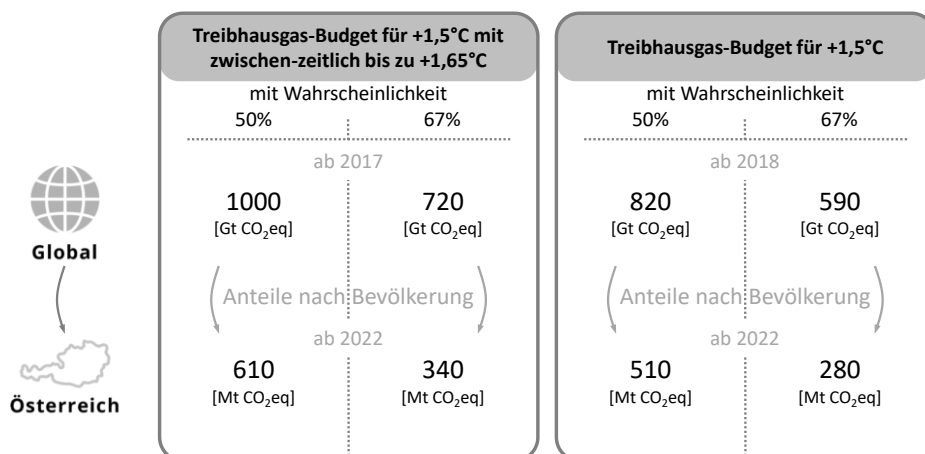
Die nahezu lineare Auswirkung von (global aggregierten) CO<sub>2</sub> Emissionen auf den globalen Temperaturanstieg ermöglicht eine Ableitung von globalen Emissionsbudgets zur Einhaltung des 1,5°C Ziels. Ein solches Treibhausgas (THG)-Budget definiert die maximale Menge an Emissionen, sodass ein 1,5°C Ziel mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zum Ende des Jahrhunderts nicht überschritten wird. Der Weltklimarat (IPCC) weist das noch verfügbare globale THG-Budget im letzten Sachstandsbericht aus (IPCC, 2021). Die Umlegung dieses noch verfügbaren globalen THG-Budgets auf die nationale und darauffolgend städtische Ebene für Wien wird im Folgenden dargestellt. Der hier veranschaulichte Ansatz weist somit einen fairen Anteil an dem noch verfügbaren globalen THG-Budget für Wien aus, der für eine Einhaltung des Pariser Abkommens nicht überschritten werden soll. Wie in der Studie „Konsumbasierte Emissionsbilanz für die Stadt Wien“ (Nabernegg et al., 2025) werden die konsumbasierten Emissionen den produktionsbasierten Emissionen gegenübergestellt.

Der in diesem Kapitel verwendete Ansatz für die Ableitung eines fairen regionalen THG-Budgets und dessen Erläuterungen basiert auf den Vorarbeiten von Steininger et al. (2022), Nabernegg et al. (2024) und Lackner et al. (2025).

## 2. Ausgangspunkt globales THG-Budget

Das globale THG-Budget kann anhand von unterschiedlichen Fairnessüberlegungen auf die verschiedenen Nationalstaaten aufgeteilt werden. Unter Verwendung eines einheitlichen pro-Kopf Ansatzes wurde das für Österreich verbleibende THG-Budget von der wissenschaftlichen Community ermittelt (CCCA, 2022). Daraus ergibt sich je nach geforderter Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung und ob mit oder ohne zwischenzeitlichem Temperaturüberschießen ein Budget von 280 bis 610 Mt CO<sub>2</sub>eq an Emissionen für Österreich ab dem Jahr 2022 (siehe Abbildung 1). Mit konstanten jährlichen Emissionen des Jahres 2022 wäre ein solches Budget somit bereits zwischen 2027 und 2031 gänzlich verbraucht.

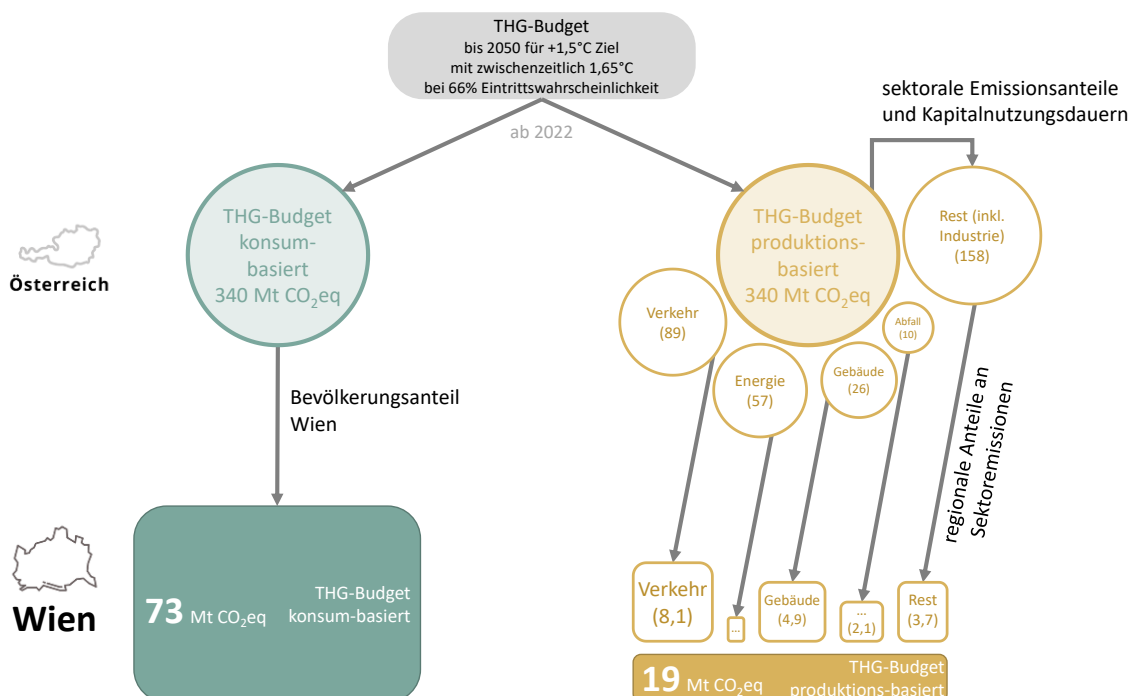
Die Ableitung des globalen und nationalen THG-Budgets findet auch unter der Annahme statt, dass die globalen und nationalen Emissions-Senken auf gleichem Niveau bestehen bleiben. Laut CCCA (2022) bedarf es dafür bereits zusätzlicher Anstrengung in Österreich, um derzeitigen Trends der Bodenversiegelung und landwirtschaftlicher Praktiken, aber auch dem Senkenabbau durch Klimawandelfolgen (wie Dürren, Waldbränden, Sturmschäden) entgegenzuwirken. Jegliche Emissionsfreisetzung durch Abbau von natürlichen Emissionssenken ist daher von dem ermittelten THG-Budget abzuziehen. Ein zusätzlicher Aufbau von Senken erlaubt hingegen eine Erweiterung des THG-Budgets in Höhe der entsprechenden Emissionsbindung.



**Abbildung 1:** Noch verfügbare globale und österreichische THG-Budgets zur Einhaltung des 1,5°C Ziels unter unterschiedlichen Graden der Zielerreichung und einer gleichmäßigen Zuteilung nach Bevölkerung (basierend auf (CCCA, 2022)).

### 3. Herleitung des produktionsbasierten und konsumbasierten THG-Budgets der Stadt Wien

Ausgehend vom österreichischen THG-Budget wird im Folgenden ein THG-Budget für die Stadt Wien abgeleitet, das konsistent mit dem global noch zulässigen Budget ist, das konsum- und produktionsbasierte Emissionen, sowie auch die unterschiedlichen wirtschaftlichen Strukturen auf regionaler Ebene berücksichtigt. Für die Erläuterung der Vorgehensweise wird von einem österreichischen THG-Budget ausgegangen, das die Einhaltung des 1,5°C Ziels mit zwischenzeitlichem Temperaturüberschießen und mit 67% Eintrittswahrscheinlichkeit unterstellt. Am Ende dieses Abschnitts werden die Hauptergebnisse für Wien unter den davon abweichenden unterschiedlichen anderen globalen THG-Budgetannahmen dargestellt. Während im global aggregierten Emissionsausstoß naturgemäß nicht zwischen konsum- und produktionsbasierter Verrechnung unterschieden wird (auf globaler Ebene fallen die beiden Größen zusammen), bekommt diese Unterscheidung auf nationaler und regionaler Ebene eine große Bedeutung, wenn es darum geht, faire und verbindliche Ziele zum zukünftigen Emissionsausstoß zu vereinbaren. So sind z.B. die emissionsintensiven Industrie- und Energiestandorte nicht gleichmäßig über alle österreichischen Regionen verteilt, auch das für die jeweiligen Regionen argumentierbare produktionsbasierte THG-Budget wird sich somit unterscheiden. Das nationale THG-Budget für produktionsbasierte Emissionen wird daher im folgenden auf Basis der regionalen Wirtschaftsstrukturen auf die regionale Ebene heruntergebrochen. Es wird für Wien ein sogenanntes konsumbasiertes THG-Budget (d.h. zum Verbrauch durch konsumbasiert bilanzierte Emissionen) und ein produktionsbasiertes THG-Budget (d.h. zum Verbrauch durch produktionsbasiert bilanzierte Emissionen) hergeleitet. Unter der Annahme, dass alle nationalen Regionen ihre THG-Budgets nach demselben Konzept konsistent festlegen, entspricht die Summe aller regionalen produktionsbasierten THG-Budgets der Summe aller regionalen konsumbasierten Budgets sowie dem nationalen THG-Budget zur Einhaltung des Pariser Klimaziels. Das hier verwendete Konzept zur Herleitung dieser Budgets basiert auf Steininger et al. (2022) und Steininger et al. (2020) und wird in Abbildung 2 für die Stadt Wien veranschaulicht.



**Abbildung 2:** Anteilige Zuordnung des Österreichischen THG-Budgets zum Verbrauch durch konsumbasierte und produktionsbasierte Emissionen für die Stadt Wien ab 2022; konsumbasiertes Budget mittels Bevölkerungsanteil; produktionsbasiertes Budget mittels sektoraler Emissionsanteile unter Beachtung der Kapitalnutzungsdauern; produktionsbasierte Emissionen und daraus abgeleitetes produktionsbasiertes Budget zur Vergleichbarkeit mit den im Wiener Klimafahrplan erfassten Größen (Emissionen und Budget) ohne die Emissionen des ETS-Bereichs und des Verkehrs außerhalb der Stadtgrenzen.

Für die Herleitung des hier ausgewiesenen produktionsbasierten THG-Budgets der Stadt Wien werden weiters die derzeitigen produktionsbasierten Emissionen Wiens herangezogen. Für Konsistenz und Vergleichbarkeit mit dem Wiener Klimafahrplan (Stadt Wien, 2022) sind dabei Emissionen, die dem Europäischen Emissionshandel unterliegen, sowie Mobilitätsemissionen außerhalb des Stadtgebiets abgezogen.

Für das konsumbasierte THG Budget wird – im Sinne des equal-per-capita Ansatzes, bei dem jeder Person die gleichen Emissionsrechte zugewiesen werden – das österreichweite THG-Budget anhand des Bevölkerungsanteils von 21,5% auf Wien skaliert. Das ergibt ein konsumbasiertes THG-Budget für die Stadt Wien in Höhe von 73 MtCO<sub>2</sub>eq bei Einhaltung des 1,5°C Ziels mit 67% Wahrscheinlichkeit zum Ende des Jahrhunderts und zwischenzeitlichem Temperaturüberschießen.

Das produktionsbasierte THG-Budget für Wien wird mittels Aufteilung des nationalen THG-Budgets auf die Wirtschaftssektoren des Klimaschutzgesetzes (KSG) abgeleitet. Für eine konsistente Gegenüberstellung mit dem Wiener Klimafahrplan werden in den Berechnungen des produktionsbasiert Paris-konformen THG-Budgets die Emissionen im ETS-Bereich der Energie sowie die Verkehrsemissionen außerhalb Wiens abgezogen. Dadurch verringern sich sowohl die Emissionsbasis der Wien zugeordneten Emissionen, als auch das sich für Wien ergebende produktionsbasiert Paris-konforme THG-Budget.

Für die auf nationaler Ebene erfolgende Aufteilung des Budgets auf die einzelnen Wirtschaftssektoren werden neben den produktionsbasierten Emissionen und deren Anteilen in den KSG-Sektoren auch die durchschnittlichen sektoralen Kapitalnutzungsdauern herangezogen. Sektoren mit langen Kapitalnutzungsdauern wird eine dementsprechend längere Umstellungsdauer zugestanden, und somit auch ein größerer Anteil am noch verfügbaren THG-Budget. Für Sektoren mit langlebigerem Kapitalstock, wie z.B. dem Energie- oder auch Industriesektor, vergrößert sich dadurch auch deren Anteil am ermittelten noch verfügbaren THG-Budget, im Vergleich z.B. zum Verkehrssektor, der einen relativ kurzlebigeren Kapitalstock (z.B. Personenkraftfahrzeuge) aufweist. Für die Ermittlung des erforderlichen sektoralen THG-Budgets wurde innerhalb jedes Sektors ein homogener Kapitalstock, und damit eine lineare Umstellung des bisher auf fossilen Technologien basierenden Kapitalstocks unterstellt. Damit ergibt sich auf österreichischer Ebene ein erforderliches sektorales THG-Budget wie in Tabelle 1 angeführt, das notwendig wäre, um den derzeit noch fossil-basierten Kapitalstock mit der jeweiligen Nutzungsdauer linear umzustellen.

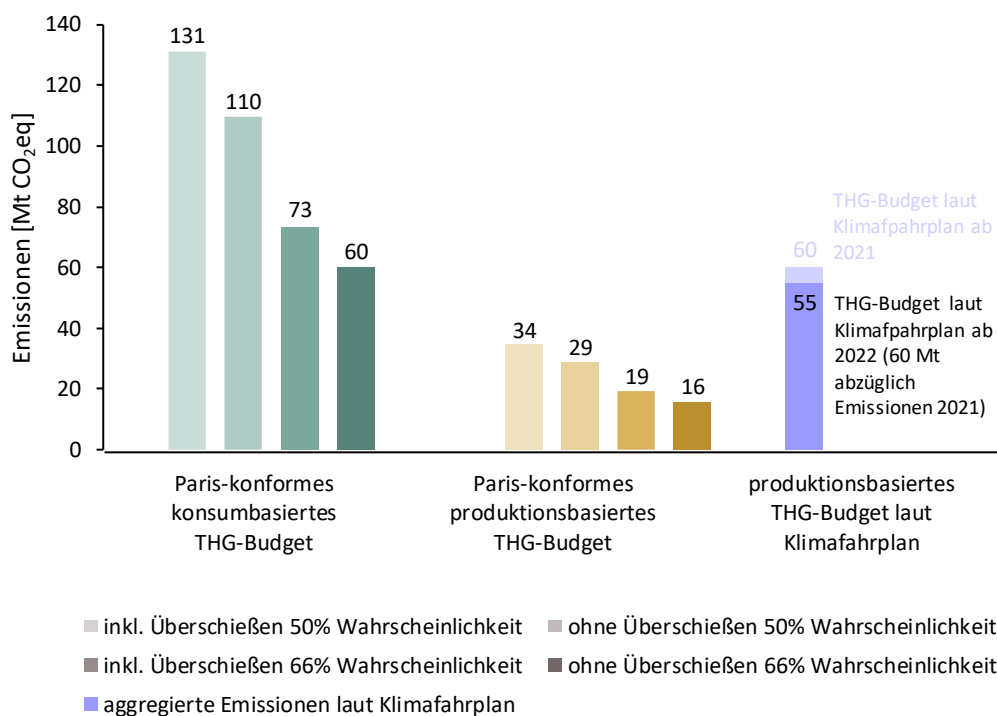
**Tabelle 1:** Aufteilung des verfügbaren produktionsbasierten THG-Budgets ab 2022 anhand derzeitiger produktionsbasierter Emissionen und sektoraler Kapitalnutzungsdauern für Österreich und Wien. Produktionsbasierte Emissionen und daraus abgeleitetes produktionsbasiertes Budget zur Vergleichbarkeit mit den im Wiener Klimafahrplan erfassten Größen (Emissionen und Budget) ohne die Emissionen des ETS-Bereichs und des Verkehrs außerhalb der Stadtgrenzen

	Durchschnittliche Kapitalnutzungsdauer [Jahre]	Österreich			Wien	
		Produktionsbasierte Emissionen 2018 [Mt CO <sub>2</sub> eq]	Erforderliches sektorales THG-Budget 2022-2050 [Mt CO <sub>2</sub> eq]	Verfügbares sektorales THG-Budget 2022-2050 [Mt CO <sub>2</sub> eq]	Produktionsbasierte Emissionen 2019 [Mt CO <sub>2</sub> eq]	Verfügbares sektorales THG-Budget 2022-2050 [Mt CO <sub>2</sub> eq]
Industrie	28	24,3	343,3	115,9	0,4	1,7
Verkehr*	22	23,9	262,9	88,7	2,2	8,1
Energie**	34	10,0	169,8	57,3	0,1	0,5
Landwirtschaft	23	8,2	93,9	31,7	0,0	0,1
Gebäude	19	7,9	75,5	25,5	1,5	4,9
Abfallwirtschaft	24	2,5	29,9	10,1	0,5	2,1
F-Gase	28	2,3	32,1	10,8	0,4	1,9
<b>Gesamt</b>		<b>79,0</b>	<b>1007,4</b>	<b>340,0</b>	<b>5,1</b>	<b>19,2</b>

\*Verkehr in Wien innerhalb der Stadtgrenzen

\*\*Energie in Wien ohne ETS

Für Österreich liegt dieses so (d.h. bei Unterstellung, dass alle Kapitalstöcke erst am Ende ihrer jeweiligen Lebensdauer, und dann vollständig auf klimaneutrale Kapitalstöcke umgestellt werden) ermittelte erforderliche THG-Budget gesamt mit 1007 MtCO<sub>2</sub>eq über dem herangezogenen verfügbaren THG-Budget von 340 MtCO<sub>2</sub>eq, welches mit der Einhaltung eines 1,5° Zieles unter einer 67% Einhaltungswahrscheinlichkeit kompatibel ist. Zur Ermittlung des tatsächlich für die einzelnen Sektoren verfügbaren THG-Budgets werden im nächsten Schritt die sektoralen Anteile am gesamt verfügbaren THG-Budget gleich angenommen wie jene gemäß Tabelle 1 ausgewiesenen des erforderlichen THG-Budgets. Für Wien ergibt sich unter Verwendung des sektoralen Anteils der Stadt an den österreichischen Emissionen das jeweilige sektorale THG-Budget, das sich über alle Sektoren hinweg in Summe auf rund 19 MtCO<sub>2</sub>eq beläuft. Einen zentralen Ausgangspunkt für die dargestellten Berechnungen bilden die sektoralen Kapitalnutzungsdauern. Diese wurden unter der Annahme in die Analyse aufgenommen, dass klimaneutrale Technologien bereits in allen Sektoren zur Verfügung stehen, und damit (Re-)Investitionen ab heute in klimaneutrale Produktionsstrukturen verfügbar sind und erfolgen können. Weiters konnte aufgrund der Datenlage weder die tatsächliche Altersstruktur der sektoralen Kapitalstöcke in Wien (sondern wurde ein österreichweiter Durchschnitt unterstellt), noch der Anteil bereits klimaneutral operierender Kapitalstöcke berücksichtigt werden. Um die Verlässlichkeit der Analyse zu gewährleisten und Implikationen der getroffenen Annahmen zu eruieren, kann unter Zugrundelegung weiterer technischer Analysen in Austauschprozessen in unabhängigen Expert:innenrunden und mit Interessensvertretungen ein evidenzbasierter Entscheidungsprozess gestaltet werden.



**Abbildung 3:** Paris-konforme konsumbasierte und produktionsbasierte THG-Budgets für die Stadt Wien ab 2022 unter unterschiedlichen Annahmen zur Einhaltung des globalen 1,5°Ziels und im Vergleich zum im Klimafahrplan ausgewiesenen (produktionsbasierten) THG-Budget unter Berücksichtigung jährlicher Emissionen für 2021. Produktionsbasierte Emissionen und daraus abgeleitetes produktionsbasiertes Budget zur Vergleichbarkeit mit den im Wiener Klimafahrplan erfassten Größen (Emissionen und Budget) ohne die Emissionen des ETS-Bereichs und des Verkehrs außerhalb der Stadtgrenzen.

In Abbildung 3 werden die Paris-konformen konsumbasierten und produktionsbasierten THG-Budgets für unterschiedliche Annahmen (bzw. geforderte Zielerreichungsgrade) zum globalen THG-Budget (siehe Abbildung 1) dargestellt. Die Bandbreite der konsumbasierten THG-Budgets liegt mit 60-131 MtCO<sub>2</sub>eq ab 2022 stark über jener der produktionsbasierten THG-Budgets. Mit einer Bandbreite von 16-34 MtCO<sub>2</sub>eq ab 2022 unterschreitet das Paris-konforme produktionsbasierte THG-Budget für Wien wesentlich die abgeschätzten kumulierten Emissionen, die mit der Einhaltung des Wiener Klimafahrplans einhergehen würden. Für diesen Vergleich wurden die produktionsbasierten Emissionen der Stadt Wien für das Jahr 2021

berücksichtigt, aufgrund von Datenverfügbarkeit angenähert mit dem Emissionswert von 5,1 MtCO<sub>2</sub>eq des Jahres 2019, sodass alle Budgets von einem Zeitraum ab 2022 ausgehen. Zur Einhaltung des Paris-konformen THG-Budgets müssten die Maßnahmen im Klimafahrplan daher nachgeschärft werden oder Emissionsrechte aus den Budgets anderer Regionen (innerhalb Österreichs oder global) zugekauft werden, um im Sinne der Einhaltung globaler Verantwortung und gerechter Aufteilung des global noch verfügbaren THG-Budgets zu agieren.

#### 4. Mögliche Emissionspfade zur Einhaltung der THG-Budgets

Die für Wien abgeleiteten THG-Budgets für den konsumbasierten und produktionsbasierten Verbrauch nach Sektoren können für die Einordnung von möglichen Reduktionspfaden herangezogen werden. Tabelle 2 zeigt hierfür die verbleibenden THG-Budgets ab 2022 (Zeile 1) für den produktionsbasierten Bereich (Spalte e) und dessen Sektoren (Spalte a-d), sowie für den konsumbasierten Bereich (Spalte f). Unter der Annahme einer unverändert hohen Emissionsmenge von 2019 (Zeile 2) wären die jeweiligen Paris-konformen THG-Budgets bereits im Zeitraum 2025-2026 vollständig aufgebraucht (Zeile 3).

Nimmt man einen linearen Reduktionspfad der Emissionen an, so müssten die in Zeile 4 angegebenen jährlichen Reduktionsraten (bezogen auf derzeitige Emissionen) erreicht werden, um das verfügbare THG-Budget in den jeweiligen Sektoren (Spalte a-d), für den produktionsbasierten Bereich gesamt (Spalte e) und für den konsumbasierten Bereich (Spalte f) nicht zu überschreiten. Neben den allgemein hohen notwendigen Reduktionsraten zeigen sich die höchsten Werte im produktionsbasierten Bereich bei Gebäuden und Verkehr, sowie für die konsumbasierten Emissionen. Werden geringere Reduktionsraten gewählt, so macht eine faire globale Verantwortungsübernahme einen Ausgleich zugunsten anderer Regionen erforderlich, etwa in Form von finanzieller Unterstützung der klimarobusten Transformation in Ländern des Globalen Südens.

Als zusätzlichen Referenzpunkt kann weiters die Herangehensweise des European Scientific Advisory Board on Climate Change herangezogen werden, das auf europäischer Ebene anhand produktionsbasierter THG-Budgets auf Reduktionspfade geschlossen hat (European Scientific Advisory Board on Climate Change, 2023). Darin zeigt sich, dass mit unterschiedlichen Fairnessannahmen selbst die großzügigste Variante eines europäischen THG-Budgets kleiner ausfällt als der Bedarf bei Einhaltung des striktest möglichen noch umsetzbaren Emissionsminderungspfad. Daher empfiehlt das Board die größtmögliche Emissionsreduktion, die noch umsetzbar ist. Diese Empfehlung gilt ebenso für Wien und wird mit dem Klimafahrplan angestrebt. In Lackner et al. (2025) wird ein dementsprechendes THG-Budget mit einem EU-weiten Emissionsreduktionsziel von 90% bis 2040 auf NUTS-2 Regionen (in Österreich Bundesländer) anhand von Fairnesskriterien umgelegt. Für Wien ergibt sich hierbei ein faires THG-Budget, das mit diesen EU-Zielen konform ist, von 59 Mt CO<sub>2</sub>eq für 2022-2050, das mit der Umsetzung des Wiener Klimafahrplans eingehalten werden kann.

**Tabelle 2:** Übersicht Paris-konformer THG-Budgets ab 2022, derzeitiger Emissionen und Emissionspfade für Wien. Produktionsbasierte Emissionen zur Vergleichbarkeit mit den im Wiener Klimafahrplan erfassten Emissionen ohne die Emissionen des ETS-Bereichs und des Verkehrs außerhalb der Stadtgrenzen.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
	Verkehr in Wien	Gebäude	Abfall	Rest	Produktionsbasiert (gesamt)	Konsumbasiert
(1) verbleibendes THG-Budget ab 2022 (Mt CO <sub>2</sub> eq)	8,1	5,0	2,1	4,6	19,2	73,1
(2) derzeitige Emissionen (2019) (Mt CO <sub>2</sub> eq)	2,2	1,5	0,5	0,9	5,1	24,2
(3) Verbrauchsjahr des THG-Budgets bei gleichbleibenden Emissionen	2025	2025	2026	2026	2025	2025
(4) jährliche Reduktionsrate bei linearem Pfad	15,7%	18,4%	14,2%	11,6%	15,3%	19,9%

## Literaturverzeichnis

- CCCA. (2022). *1,5° C: Wieviel Treibhausgase dürfen wir noch emittieren? Hintergrundpapier zu globalen und nationalen Treibhausgasbudgets*. CCCA. <https://ccca.ac.at/thg-budget>
- European Scientific Advisory Board on Climate Change. (2023). *Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/609405>
- IPCC. (2021). Summary for Policymakers. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (Eds.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Lackner, T., Meyer, L. H., Nabernegg, S., Steininger, K. W., & Williges, K. (2025). *Fairness considerations in sub-national carbon budget allocation*. Nature Communications.
- Nabernegg, S., Salomon, M., & Steininger, K. W. (2025). *Konsumbasierte Emissionsbilanz für die Stadt Wien*. Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz.
- 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/>
- Stadt Wien. (2022). *Wiener Klimafahrplan—Unser Weg zur klimagerechten Stadt*. Magistrat der Stadt Wien.
- Steininger, K. W., Meyer, L., Nabernegg, S., & Kirchengast, G. (2020). Sectoral carbon budgets as an evaluation framework for the built environment. *Buildings and Cities*, 1(1), 337–360. <https://doi.org/10.5334/bc.32>
- 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.