



AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Wien, im Februar 2026

ENDBERICHT

Klimaneutralität in Österreich 2040:
Volkswirtschaftliche Herausforderungen

Studie im Auftrag
der Industriellenvereinigung Oberösterreich

ENDBERICHT

Klimaneutralität in Österreich 2040: Volkswirtschaftliche Herausforderungen
Februar 2026

Johannes Berger, Monika Köppl-Turyna und Ludwig Strohner
Studie im Auftrag der Industriellenvereinigung Oberösterreich

EXECUTIVE SUMMARY

Der Klimawandel sowie Klimaschutzmaßnahmen haben sich in den vergangenen Jahren zu zentralen Themen in Politik, Medien, Wirtschaft und Wissenschaft entwickelt. In Österreich hat die vorherige Bundesregierung aus ÖVP und Grünen im Regierungsprogramm das Ziel formuliert, Klimaneutralität bereits im Jahr 2040 erreichen zu wollen. Nachdem die aktuelle Bundesregierung in ihrem Programm auf die Klimaneutralität 2040 verweist, ist zu erwarten, dass dieses Ziel weiterhin verfolgt werden soll, selbst wenn es nach aktuellem Stand nicht rechtsverbindlich festgelegt ist. In der vorliegenden Studie wird der Frage nachgegangen, welche volkswirtschaftlichen Auswirkungen mit diesem Ziel in Österreich verbunden wären.

In Kapitel 2 werden bestehende Regelungen zum Klimaschutz auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene skizziert. Wesentliches Instrument auf *internationaler Ebene* ist das Pariser Klimaabkommen, das 2016 in Kraft trat und in dem das Ziel verankert wurde, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 und möglichst auf unter 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen. Die *Europäische Union* hat sich im Rahmen von Fit for 55 das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen der EU bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Die EU will die Emissionen bis 2040 um 90 Prozent reduzieren und bis 2050 klimaneutral sein. Wesentliche Instrumente sind das EU-ETS (Emissions Trading System) für große Bereiche der Industrie und die Energieversorgung sowie die Lastenteilungsverordnung (Effort Sharing Regulation) für jene Bereiche, die nicht dem ETS unterliegen. Ein zentraler Aspekt der *nationalen Rahmenbedingungen in Österreich* ist die Umsetzung internationaler Vorgaben unter anderem über ein Klimaschutzgesetz, den Nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP). Die aktuelle Bundesregierung verweist in ihrem Programm auf das Ziel der Klimaneutralität 2040.

Die im Literaturüberblick in Kapitel 3 dargestellten Analysen kommen zu dem Ergebnis, dass der Klimawandel die Wirtschaft über eine Reihe von Mechanismen negativ beeinflusst. Dazu zählen direkte Wirkungskanäle wie Schäden an der Infrastruktur, geringere landwirtschaftliche Erträge und Produktivitätsverluste aufgrund von körperlichen bzw. gesundheitlichen Problemen sowie indirekte Auswirkungen wie etwa Konflikte.

Dementsprechend zeigen sich negative Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirtschaftsleistung, wobei das Ausmaß in den verschiedenen Untersuchungen stark variiert. Zudem können Anpassungsmaßnahmen (Adaptation) die negativen Effekte des Klimawandels dämpfen.

Österreichs Treibhausgasemissionen haben sich im Zuge des starken Energiepreisanstiegs und der dadurch ausgelösten Wirtschaftskrise und vor dem Hintergrund der Klimaschutzmaßnahmen zuletzt spürbar reduziert und lagen nach Zahlen des Umweltbundesamts im Jahr 2024 bei 66,6 Mio. Tonnen CO₂e. Dennoch verdeutlichen die in Kapitel 4 dargestellten Analysen auch im WAM-Szenario („with additional measures“), dass für die Erreichung der EU-Klimaziele weitere signifikante Anstrengungen notwendig sind.

In Kapitel 5 wird argumentiert, dass der österreichische Standort aktuell vor einer Reihe von Herausforderungen steht. Deutlich höhere Energiekosten, eine allgemein hohe Preisdynamik, kräftig gestiegene Lohnkosten, eine schwache Produktivitätsentwicklung, geopolitische Krisen und die Ausweitung von Handelsbarrieren haben die Standortqualität erheblich beeinträchtigt. Weiterhin bestehen Herausforderungen wie knappe öffentliche Finanzen, hohe Abgaben zur Finanzierung der Sozialleistungen, die Alterung der Bevölkerung, ein niedriges Pensionsantrittsalter und eine hohe Teilzeitquote sowie hohe bürokratische Lasten. Gleichzeitig verfolgen nur wenige Staaten ein ähnlich ambitioniertes Ziel für die Klimaneutralität wie Österreich und eine Energiewende kann ein Carbon-Leakage-Risiko sowie Herausforderungen beim Arbeitskräftebedarf mit sich bringen.

Schließlich werden in Kapitel 6 ökonomische Effekte einer unilateral in Österreich umgesetzten Klimaneutralität 2040 mit dem Modell E-PuMA analysiert. Diese Auswirkungen ergeben sich als Abweichung von einem Basisszenario, in dem das Erreichen der EU-Klimaziele angenommen wird, sodass Österreichs Nettoemissionen 2040 8 Mio. Tonnen betragen. In zwei Szenarien wird in der Folge eine zusätzliche Reduktion der THG-Emissionen unterstellt. In Szenario 1 werden Österreichs Emissionen um 8 Mio. Tonnen reduziert, um im Jahr 2040 Nettoemissionen von 0 und damit Klimaneutralität zu erreichen. Im noch ambitionierten Szenario 2 wird angenommen, dass zusätzlich die in den EU-Klimazielen vereinbarte (begrenzte) Möglichkeit internationaler Gutschriften wegfällt und somit die Emissionen um 12 Mio. Tonnen reduziert werden. In beiden Szenarien wird angenommen, dass eine zusätzliche THG-Bepreisung umgesetzt wird. Grundsätzlich besteht der Vorteil derartiger fiskalischer gegenüber ordnungspolitischen Instrumenten darin, dass die Erreichung von Klimazielen kosteneffizient erfolgt, insofern die notwendige Infrastruktur und Betriebsmittel vom Markt bereitgestellt werden und keine Koordinierungsproblematik vorliegt. Ordnungspolitische Instrumente können dagegen zu höheren Vermeidungskosten führen.

Die THG-Bepreisung erhöht die Kosten des Einsatzes fossiler Energieträger bzw. von Prozessen, die Emissionen verursachen. Der Kostenanstieg bewirkt einen Rückgang der Emissionen, zum Teil werden fossile Energieträger und emissionsverursachende Prozesse durch klimafreundlichere Alternativen ersetzt, zum Teil löst die zusätzliche THG-Bepreisung

wegen des Verlusts der Wettbewerbsfähigkeit bzw. Verlagerungen (Carbon Leakage) ein Rückfahren der Produktion aus. Nach der Modellsimulation ist im Jahr 2040 im moderateren Szenario 1 eine zusätzliche THG-Bepreisung von knapp 400 Euro pro Tonne CO₂e (auf Preisbasis 2024) notwendig, um Klimaneutralität in Österreich im Jahr 2040 zu erreichen. Der Kostenanstieg infolge der Bepreisung bzw. kostenintensiverer Alternativen erhöht das allgemeine Preisniveau, der BIP-Deflator nimmt um knapp 1 Prozent zu, der VPI um 0,7 Prozent. Für die Investitionseffekte kommen zwei gegenläufige Wirkungskanäle zum Tragen. Einerseits erfordert die Umstellung auf klimafreundliche Energie und Prozesse zusätzliche Investitionen und andererseits dämpfen die höheren Kosten die Ertragsrate des Kapitaleinsatzes und damit die Investitionen. Im Jahr 2040 überwiegt der dämpfende Effekt und die Investitionen sind um gut 0,5 Prozent schwächer als im Basisszenario. Die zusätzlichen Produktionskosten bzw. die geringere Arbeitsproduktivität erhöhen trotz moderaterer Lohnabschlüsse die Lohnstückkosten. Zudem dämpfen die Preiserhöhungen die Inlands- und Auslandsnachfrage und damit die Nachfrage nach Arbeitskräften. Der Modellsimulation zufolge überwiegt dieser Effekt die Schaffung zusätzlicher „Green Jobs“, und die Beschäftigung fällt um 0,7 Prozent bzw. rund 30.000 Personen geringer aus als im Basisszenario. Dementsprechend reduziert eine unilateral in Österreich umgesetzte Klimaneutralität das reale BIP um 1,7 Prozent, was bezogen auf das BIP des Jahres 2024 einer um 8,5 Mrd. Euro geringeren Wirtschaftsleistung entspricht. In den Jahren 2035 bzw. 2045 sind relativ zum Basisszenario der EU-Klimaziele weniger starke THG-Reduktionen für die Zielerfüllung notwendig. Daher fallen auch die ökonomischen Effekte moderater aus, beispielsweise wird die Wirtschaftsleistung in den Jahren 2035 und 2045 der Modellsimulation zufolge um 0,8 bzw. 0,7 Prozent gedämpft.

Im ambitionierteren Szenario 2 sind die Auswirkungen entsprechend stärker, weil zusätzliche Kosten für CCS/U anfallen, was wiederum die Preise erhöht und die internationale Wettbewerbsfähigkeit weiter dämpft. Der E-PuMA-Simulation zufolge fällt die Wirtschaftsleistung im Jahr 2040 um 2,6 Prozent bzw. (bezogen auf das BIP 2024) knapp 13 Mrd. Euro geringer aus als im Basisszenario.

Ein unilateral in Österreich umgesetztes Vorziehen der Klimaneutralität auf das Jahr 2040 reduziert zwar entsprechend Österreichs THG-Emissionen. Die vorliegende Modellanalyse kommt aber zu dem Ergebnis, dass die damit verbundenen höheren Kosten für klimafreundliche Alternativen zum Einsatz fossiler Energieträger bzw. zu emissionsverursachenden Produktionsprozessen negative ökonomische Auswirkungen wie höhere Preise sowie eine geringere Beschäftigung und Wirtschaftsleistung mit sich bringen. Zudem kann noch nicht abschließend beurteilt werden, ob ein ambitionierteres Reduktionsziel Österreichs überhaupt dazu führen würde, dass sich dadurch die Emissionen der EU insgesamt reduzieren, wenn nicht entsprechend die Ziele im ETS-II bzw. die gesamteuropäischen ESR-Ziele verschärft werden.

INHALT

1. Hintergrund und Motivation	1
2. Internationale und Nationale Rahmenbedingungen für den Klimaschutz	3
2.1 Internationale Vereinbarungen	3
2.2 EU-Vereinbarungen	4
2.3 Nationale Regelungen	14
3. Literaturübersicht zu den ökonomischen Effekten des Klimawandels	17
4. Emissions- und Energieszenarien für Österreich	26
5. Herausforderungen für den Wirtschaftsstandort	34
6. Ökonomische Auswirkungen einer unilateralen Klimaneutralität	46
6.1 Ausgangssituation für die Simulation der Klimaneutralität – Basisszenario	46
6.2 Simulationsdesign	49
6.3 Modellergebnisse	51
7. Appendix: Modellbeschreibung von E-PuMA	60

ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abbildung 1: Gegenüberstellung reales BIP (Österreich) bzw. BRP (Oberösterreich), Bruttoinlandsverbrauch von Energie und THG-Emissionen (2005=100)	2
Abbildung 2: EU-ETS Preis in Euro je t CO ₂ , 2005 bis Februar 2026 und Prognosen für 2030	7
Abbildung 3: CBAM-Faktor für freie Allokationen bis 2034	10
Abbildung 4: Nationale Effort-Sharing-Reduktionsziele 2030 im Vergleich zu den Emissionen 2005	12
Abbildung 5: Folgekosten durch klimawandelbedingte Schäden in Österreich lt. Steininger, 2050, in Mio. Euro	23
Abbildung 6: Gesamte THG-Emissionen in Österreich, WEM- und WAM-Szenario, in Mio. Tonnen CO ₂ e	27
Abbildung 7: THG-Emissionen nach Klimaschutzgesetz (KSG), WEM- und WAM-Szenario, in Mio. t CO ₂ e	28
Abbildung 8: Emissionen im EU-ETS, WEM- und WAM-Szenario, in Mio. Tonnen CO ₂ e	29
Abbildung 9: Entwicklung Bruttoinlandsverbrauch laut WEM- und WAM-Szenario, in Petajoule	30
Abbildung 10: Entwicklung Energetischer Endverbrauch laut WEM- und WAM-Szenario, in Petajoule	31
Abbildung 11: Emissionen im WEM-2025-Szenario nach Sektoren, in Mio. Tonnen CO ₂ e	31
Abbildung 12: Emissionen im WAM-2025-Szenario nach Sektoren, in Mio. Tonnen CO ₂ e	32
Abbildung 13: Netto-THG-Emissionen der EU-27 seit 1990, WEM- und WAM-Projektionen bis 2050 und EU-Klimaziele, in Mio. Tonnen CO ₂ e	33
Abbildung 14: Entwicklung des Maastricht-Budgetsaldos in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten (in % BIP, 2000-2024)	35
Abbildung 15: Entwicklung der Schuldenquote in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten (2000-2024)	36
Abbildung 16: Anteile der emissionsstärksten Volkswirtschaften an weltweiten THG-Emissionen, 2022	39
Tabelle 1: Überblick über ausgewählte ETS bzw. CO ₂ -Bepreisungsmechanismen, 2025	9
Tabelle 2: Überblick über Wertschöpfungseffekte in der Literatur	20
Tabelle 3: Nationale Vorgaben für den Zeitraum zur Erreichung der Klimaneutralität	37
Tabelle 4: Modellergebnisse hinsichtlich Carbon-Leakage in der Literatur	41
Tabelle 5: Aktuelles WAM- und Transitions-Szenario des Umweltbundesamtes (THG-Emissionen in Mio. Tonnen)	47
Tabelle 6: Basisszenario für die Analyse der Klimaneutralität (THG-Emissionen in Mio. Tonnen)	49
Tabelle 7: Ökonomische Auswirkungen in Klimaneutralitätsszenario 1: unilateral umgesetzte Klimaneutralität (unter Einbeziehung internationaler Gutschriften) im Jahr 2040	54

Tabelle 8: Ökonomische Auswirkungen in Klimaneutralitätsszenario 2: unilateral umgesetzte Klimaneutralität im strengen Sinn (ohne Einbeziehung internationaler Gutschriften) im Jahr 2040 _____ 56

1. HINTERGRUND UND MOTIVATION

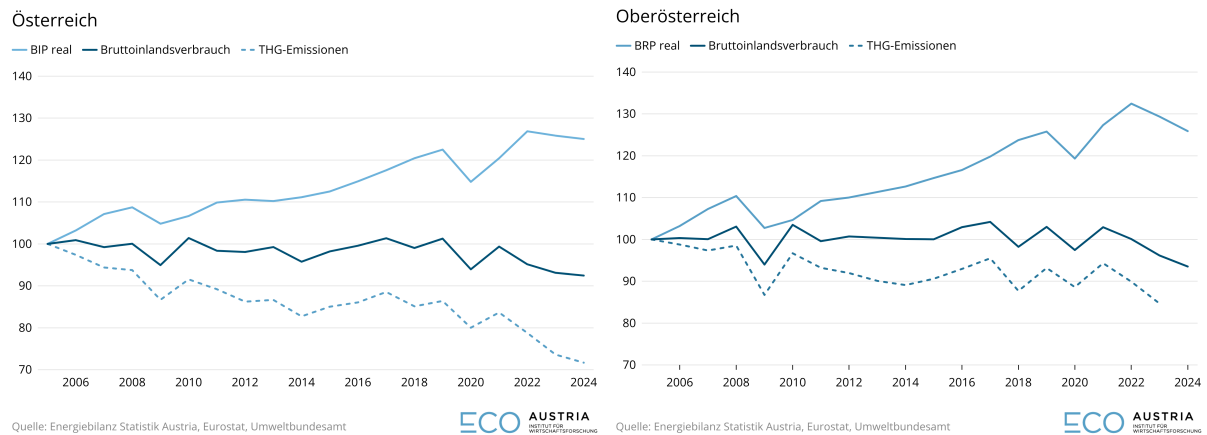
Der Klimawandel sowie Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels haben sich in den letzten Jahren zu zentralen Themen in Politik, Medien, Wissenschaft und Wirtschaft entwickelt. Auf der Pariser Klimakonferenz 2015 einigten sich 195 Staaten auf das Ziel, die Erderwärmung möglichst auf 1,5°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Das Pariser Klimaschutzabkommen trat 2016 in Kraft. Die Europäische Union verfolgt das Ziel, ihre Emissionen bis 2030 um mindestens 55 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren und bis 2050 klimaneutral zu werden. Das „Fit for 55“-Paket, welches Mitte 2021 von der Kommission präsentiert wurde, ist dabei als zentraler Baustein zur Umsetzung Treibhausgas-Reduktion (THG-Reduktion) gedacht.

Die Zielvorgaben der EU unterteilen sich in verschiedene Bereiche. Wesentliche Teile der Industrie und der Energieerzeugung sowie Luftfahrt und Seeverkehr unterliegen dem EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS). Für andere Bereiche, insbesondere jene Bereiche der Industrie, die nicht dem ETS unterliegen, den Verkehr, Gebäude und die Landwirtschaft, gilt die Effort Sharing Regulation mit einem Reduktionsziel bis 2030 von 40 Prozent für die EU insgesamt gegenüber 2005, das sich in ein 48-Prozent-Ziel für Österreich übersetzt. Zur Umsetzung dieser Ziele soll auch ein eigener Emissionshandel ETS-II eingeführt werden.

Betrachtet man die THG-Emissionen in Österreich im Zeitverlauf, dann zeigt sich eine rückläufige Entwicklung. Österreichs Emissionen liegen nach Daten des Umweltbundesamts im Jahr 2024 um 28 Prozent unter dem Niveau von 2005. Im gleichen Zeitraum hat das reale BIP in Österreich um 25 Prozent zugelegt, der Bruttoinlandsverbrauch von Energie ist um 7 Prozent gesunken. Wie für Österreich insgesamt zeigt sich auch in Oberösterreich eine Entkopplung des Energieverbrauchs bzw. der THG-Emissionen von der wirtschaftlichen Entwicklung in dem Sinn, dass das reale BIP zugenommen, der Bruttoinlandsverbrauch jedoch etwas und die THG-Emissionen spürbar zurückgegangen sind, siehe Abbildung 1. Zu berücksichtigen ist, dass die Voraussetzungen und Handlungsmöglichkeiten für THG-Einsparungen regional sehr unterschiedlich sein können. Darüber hinaus ist zu beachten, dass der Verbrauch fossiler Energie seit dem Jahr 2022 auch wegen der hohen Energiepreise deutlich niedriger ausgefallen ist.

Österreich hat sich im Regierungsprogramm der vorherigen Bundesregierung aus ÖVP und den Grünen das Ziel gesetzt, Klimaneutralität bereits im Jahr 2040 erreichen zu wollen, und damit um 10 Jahre früher als es die Vorgaben der EU erfordern. Die aktuelle Bundesregierung hat in ihrem Regierungsprogramm auf das Ziel der Klimaneutralität 2040 verwiesen, sodass davon auszugehen ist, dass dieses Ziel weiterhin verfolgt werden soll.

Abbildung 1: Gegenüberstellung reales BIP (Österreich) bzw. BRP (Oberösterreich), Bruttoinlandsverbrauch von Energie und THG-Emissionen (2005=100)



Eine Umsetzung der Klimaneutralität bis 2040 wäre mit Anstrengungen, Herausforderungen, Investitionen und Kosten für die österreichische Volkswirtschaft verbunden, die über jene zur Erreichung des EU-Ziels hinausgehen. In der vorliegenden Studie wird der Frage nachgegangen, welche volkswirtschaftlichen Auswirkungen mit dem Ziel der Klimaneutralität 2040 in Österreich verbunden wären. Hierzu werden in einem ersten Schritt die bestehenden nationalen und internationalen Regelungen zum Klimaschutz aufgearbeitet und so ein Rahmen für die Vorgaben bis 2040 und 2050 entwickelt. Kapitel 3 stellt wesentliche Ergebnisse der Literatur zu den ökonomischen Effekten des Klimawandels dar. In Kapitel 4 werden zukünftige Emissions- und Energieszenarien diskutiert, die wesentliche Grundlage für die weitere Analyse sind. Kapitel 5 diskutiert Herausforderungen für den österreichischen Standort in der aktuellen Situation sowie für die Energiewende. Schließlich werden in Kapitel 6 die ökonomischen Auswirkungen einer unilateral in Österreich umgesetzten Klimaneutralität 2040 in zwei Szenarien analysiert.

2. INTERNATIONALE UND NATIONALE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN KLIMASCHUTZ

Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels werden auf mehreren Ebenen gesetzt. In diesem Kapitel werden die wesentlichen Regelungen und Rahmenbedingungen auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene skizziert.¹ Damit wird dargestellt, welche Vorgaben für die kommenden Jahre und Jahrzehnte bestehen. Dabei wird aber deutlich, dass wesentliche Regelungen für diesen Zeitraum erst noch festgelegt werden müssen.

2.1 Internationale Vereinbarungen

Der Klimawandel ist eine globale Herausforderung, deren Bewältigung dementsprechend Vereinbarungen auf multilateraler internationaler Ebene erfordert. Die erste große Konferenz der Vereinten Nationen zu Umweltfragen, die sogenannte Weltumweltkonferenz, wurde im Jahr 1972 abgehalten. Die Genfer Weltklimakonferenz im Jahr 1979, vorrangig eine wissenschaftliche Konferenz, führte zur Gründung des Weltklimaprogramms. Im Jahr 1988 kam es zur Gründung des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**, das einen wissenschaftlichen Überblick über den Klimawandel und dessen ökologische und sozioökonomische Folgen liefern soll und den ersten Sachstandsbericht im Jahr 1990 publizierte. Wesentlicher Meilenstein war im Jahr 1992 die Unterzeichnung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (**United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC**) in Rio de Janeiro. Diese hat das Ziel, die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, das eine gefährliche Störung des Klimasystems verhindern soll. Mittlerweile haben 198 Vertragsparteien die UNFCCC ratifiziert, höchstes Entscheidungsgremium ist die jährlich tagende Vertragsstaatenkonferenz (Conference of the Parties, COP), bei der die Umsetzung des Abkommens weiterentwickelt wird.

Auf der COP 3 1997 wurde das **Kyoto-Protokoll** verabschiedet, das 2005 in Kraft getreten ist und für Industrieländer erstmals völkerrechtlich verbindliche Verpflichtungen zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen festlegt. Das Protokoll galt für die Jahre 2008 bis 2012 und sah für die EU-15 bzw. für Österreich ein Reduktionsziel von 8 Prozent bzw. 13 Prozent im Vergleich zu 1990 vor, die jeweils erfüllt wurden. Für Österreich spielte für die Zielerfüllung unter anderem der Zukauf von Emissionsgutschriften eine wichtige Rolle. Auf der COP 18 in Doha wurde das Kyoto-Protokoll mit einer Verpflichtungsperiode bis zum Jahr 2020 verlängert und beispielsweise das Treibhausgas NF_3 mit aufgenommen.

¹ Für eine ausführlichere Darstellung siehe etwa Umweltbundesamt (2025b), das auch eine wesentliche Quelle für den vorliegenden Text ist.

Auf der COP 21 hat man sich im Jahr 2015 auf ein neues, umfassendes Abkommen geeinigt. Das **Pariser Klimaabkommen** trat im November 2016 in Kraft und wurde bis 2024 von 195 Vertragsparteien ratifiziert.² Mit dem Übereinkommen wurde das Ziel verankert, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter und möglichst auf unter 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Im Gegensatz zum Kyoto-Abkommen sind nun alle Länder (also auch Schwellen- und Entwicklungsländer) verpflichtet, im 5-Jahres-Rhythmus nationale Klimaziele (Nationally Determined Contributions, NDCs) vorzulegen, die neben konkreten Maßnahmen auch einen Zeitplan für die Umsetzung beinhalten. Die auf die Pariser Konferenz folgenden COPs brachten wiederum kleinere bzw. moderate Anpassungen mit sich. Auf der COP 28 im Jahr 2023 in Dubai wurde erstmals eine weltweite Bestandsaufnahme („global stocktake“) vorgenommen und festgestellt, dass die bisherigen Beiträge nicht ausreichen, um die Erwärmung auf maximal 1,5 Grad zu begrenzen. Auf der COP 30, die im November 2025 in Belém stattfand, gab es eine Einigung über die Finanzierung von Klimaanpassungshilfen für ärmere Länder und die Einsetzung eines Regenwaldfonds, wohingegen sich die Länder nicht auf einen Ausstieg aus fossilen Energieträgern einigen konnten.

2.2 EU-Vereinbarungen

Die Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten bekennen sich zu den Zielen des Klimaschutzabkommens von Paris, die Erderwärmung auf maximal 2 Grad einzugrenzen und Anstrengungen zu unternehmen, sie auf 1,5 Grad zu begrenzen. Die EU hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Im Jahr 2019 wurde von der Kommission der **europäische Green Deal** ins Leben gerufen, der ein Paket von Initiativen in verschiedenen Bereichen umfasst.

Mit dem **Europäischen Klimagesetz**, das Ende Juni 2021 in Kraft getreten ist, wurde das Ziel einer klimaneutralen Europäischen Union bis 2050 rechtlich verankert. Klimaneutralität bedeutet in diesem Fall, dass nicht oder schwer vermeidbare Emissionen (etwa in der Landwirtschaft, bei Abfällen oder bei bestimmten Produktionsprozessen) durch Kohlenstoff-Speicherung in natürlichen oder technischen Senken kompensiert werden. Außerdem wurde eine verbindliche Vorgabe zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) netto um mindestens 55 Prozent bis 2030 im Vergleich zum Jahr 1990 beschlossen, wobei der Beitrag von natürlichen Senken auf maximal 225 Mio. Tonnen CO₂e (CO₂-Äquivalente) begrenzt ist. Die EU-Institutionen und die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, zur Zielerreichung notwendige Maßnahmen zu ergreifen.

² Im Jänner 2025 hat US-Präsident Trump eine „Executive Order“ unterzeichnet, um wiederum aus dem Pariser Abkommen auszutreten.

Mit „Fit for 55“ hat die Europäische Kommission ein Paket an Maßnahmen bzw. Rechtsvorschriften vorgestellt, die darauf abzielen, die THG-Emissionen der EU bis 2030 um mindestens 55 Prozent zu reduzieren und die EU bis 2050 klimaneutral zu machen. Dabei wurden u.a. die folgenden Maßnahmen vorgestellt:³

- Mit der *neuen EU-Emissionshandelsrichtlinie* werden die Reduktionsziele im EU-Emissionshandel (EU Emissions Trading System, EU-ETS) auf 62 Prozent gegenüber 2005 verschärft. Zudem werden Emissionen des Luftverkehrs und der Schifffahrt stärker berücksichtigt. Ab dem Jahr 2028 tritt ein neues separates Emissionshandelssystem (EU-ETS II) für den Straßenverkehr, den Gebäudesektor und bisher nicht in den ETS einbezogene Bereiche der Industrie und der Energieversorgung (insbesondere für kleinere Anlagen) in Kraft.
- Ein CO₂-Grenzausgleichsmechanismus (*Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM*) wird schrittweise umgesetzt, der die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie stärken und Carbon-Leakage vermeiden soll.⁴
- Mit der Lastenteilungsverordnung (*Effort-Sharing-Regulation*⁵) werden verbindliche Zielvorgaben für die jährliche Reduzierung der Emissionen in den einzelnen Mitgliedstaaten für jene Emissionen festgelegt, die nicht unter das EU-ETS oder die Verordnung über Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) fallen. Im Rahmen von Fit for 55 wird das Ziel einer Reduktion der Netto-THG-Emissionen 2030 um 55 Prozent gegenüber 1990 rechtlich verankert und das bisherige EU-Ziel in der Lastenteilung für das Jahr 2030 von 29 Prozent Reduktion gegenüber 2005 auf 40 Prozent erhöht. Für Österreich bedeutet das eine Anhebung des Ziels von 36 auf 48 Prozent.
- Zudem beinhaltet das „Fit for 55“-Paket strengere Vorschriften im Bereich *Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF)*, *Emissionsziele für PKW und leichte Nutzfahrzeuge*, höhere Ziele im Bereich der *Erneuerbaren-Energie- sowie der Energieeffizienz-Richtlinie* sowie die Schaffung eines *Klima-Sozialfonds*, um die sozialen und verteilungspolitischen Auswirkungen des neuen ETS II für die Sektoren Gebäude und Straßenverkehr aufzufangen.

Mit dem im Februar 2025 vorgestellten „**Clean Industrial Deal**“ reagiert die Europäische Kommission auf die hohen Energiekosten in Europa und den starken globalen Wettbewerb bzw. den Verlust der

³ An dieser Stelle werden kurz wesentliche Änderungen der bestehenden Regelungen im Rahmen des Fit-for-55-Paket skizziert. Zentrale Ausgestaltungsmerkmale von EU-ETS, CBAM und Effort-Sharing werden weiter unten behandelt.

⁴ Die ursprünglich geplante Umsetzung droht(e) jedoch, dieses Ziel zu verfehlen bzw. sogar zu konterkarieren, siehe unten.

⁵ Die Effort-Sharing-Regulation (ESR) gilt für die Jahre 2021-2030 und folgte der Effort-Sharing-Decision (ESD), die Ziele für den Zeitraum 2013-2020 festlegte.

Wettbewerbsfähigkeit vieler europäischer Industrien. Ziel ist es, damit die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie zu stärken, ohne dass dabei die klimapolitischen Ambitionen verringert werden sollen. Dies soll insbesondere mit einem Aktionsplan für erschwingliche und verlässliche Energie, einer gezielten Stärkung der Nachfrage nach klimafreundlichen Produkten sowie durch die Subventionierung des Übergangs zu einer sauberen Wirtschaft erreicht werden.

Von besonderer Relevanz für die vorliegende Studie ist die Festlegung des **europäischen Klimaziels 2040**. Das Ziel der Klimaneutralität 2050 ist rechtsverbindlich im EU-Klimagesetz verankert, gemäß Artikel 4 des EU-Klimagesetzes ist auch ein Klimaziel für 2040 festzulegen. Im Juli 2025 legte zunächst die Europäische Kommission einen Gesetzesvorschlag vor. Im Dezember 2025 kam es zu einer vorläufigen politischen Einigung zwischen dem Europäischen Parlament und den Mitgliedstaaten. Damit soll rechtsverbindlich ein Reduktionsziel der EU-weiten Nettotreibhausgase um 90 Prozent im Vergleich zu 1990 vorgegeben werden. Dabei können internationale Zertifikate im Ausmaß von höchstens 5 Prozent geltend gemacht werden, sodass sich de facto ein Mindestziel von 85 Prozent für Emissionen innerhalb der EU ergibt. Zudem sind weitere Flexibilität über die Verwendung von CCS (Carbon Capture and Storage) und stärkere sektorübergreifende Flexibilität vorgesehen. Eine Einigung darüber, wie das 90-Prozent-Ziel in einzelstaatliche Reduktionsziele übertragen wird, steht nach aktuellem Stand jedoch noch aus.

In der Folge werden einige Instrumente behandelt, die für die Umsetzung der europäischen Klimapolitik und damit auch für die vorliegende Studie von wesentlicher Bedeutung sind.

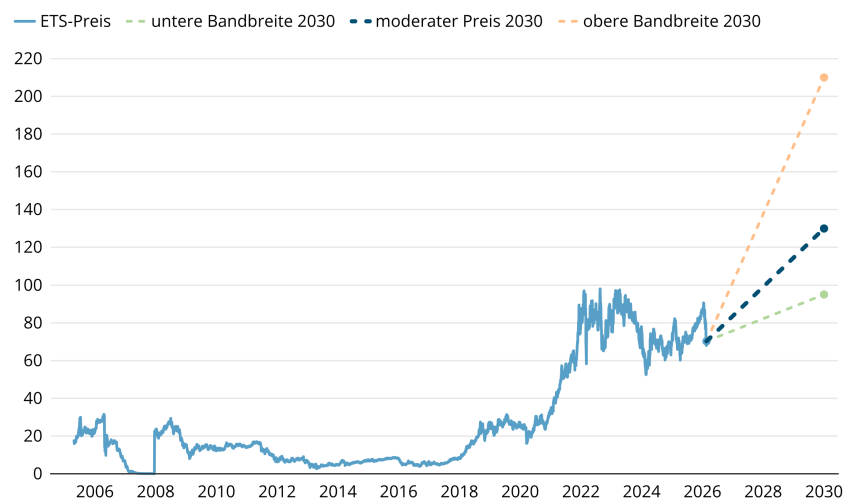
2.2.1 EU-Emissionshandel ETS und CBAM

Mit dem Europäischen Emissionshandelssystem (**EU-Emissions Trading System, EU-ETS**) existiert auf europäischer Ebene ein marktbasierendes Instrument zur Erreichung von Emissionszielen für energieintensive Bereiche der Industrie und die Energieerzeugung. Es wurde im Jahr 2005 mit einer dreijährigen Pilotphase eingeführt und befindet sich mittlerweile in der vierten Phase, die die Jahre 2021 bis 2030 umfasst. Das EU-ETS wendet das Prinzip des „Cap and Trade“ an, wobei eine jährlich sinkende Obergrenze an Gesamtemissionen für die erfassten Anlagen festgelegt wird. Um Treibhausgase freisetzen zu können, benötigen Unternehmen Zertifikate. Diese Emissionszertifikate werden entweder den teilnehmenden Unternehmen – zur Vermeidung der Verlagerung von Emissionen (Carbon Leakage) – frei zugeteilt („freie Allokationen“) oder von den Mitgliedstaaten in einem ersten Schritt auktioniert. Anschließend können die Zertifikate frei gehandelt werden, womit eine kosteneffiziente Reduktion der Emissionen erreicht werden soll. So wurden die ETS-Emissionen in Europa zwischen 2005 und 2024 um rund 50 Prozent reduziert. Das System wird laufend Modifizierungen unterzogen, zum Beispiel erfolgte

in der dritten Phase eine Ausweitung auf Anlagen der Metallverarbeitung, Herstellung von Aluminium sowie bestimmte Prozessanlagen der chemischen Industrie. Außerdem wurden weitere Treibhausgase in das System aufgenommen. Im Rahmen von Fit for 55 wurde eine Reduktion der Obergrenze für die derzeitige Phase im Jahr 2030 auf 62 Prozent gegenüber 2005 festgelegt.

Der Preis für Zertifikate hat sich in den letzten Jahren sehr dynamisch entwickelt, siehe Abbildung 2. Im Nachgang der Finanz- und Wirtschaftskrise sind die Handelspreise im Jahr 2012 auf weniger als 10 Euro je Tonne CO₂ gesunken und auch in den Jahren danach auf einem moderaten Niveau geblieben. Seit Anfang 2018 ist der Preis aber deutlich angestiegen und lag im Jahr 2019 zwischen rund 20 und 30 Euro. Mit dem Abflauen der Corona-Pandemie hat der EU-ETS-Preis massiv angezogen und lag ab Ende 2021 meist zwischen 70 und 100 Euro. Insbesondere durch die schlechte Konjunkturlage ist er Ende 2023 etwas zurückgegangen und liegt Mitte Februar 2026 bei rund 70 Euro.

Abbildung 2: EU-ETS Preis in Euro je t CO₂, 2005 bis Februar 2026 und Prognosen für 2030



Quelle: investing.com für vergangene ETS-Preise. ETS-Preise 2030 basierend auf Fit-for-55-Szenario in Pietzker et al. (2021)

ECO AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Zu beachten ist, dass der EU-ETS-Preis auch entsprechende Auswirkungen auf den Strompreis hat, was sich anhand einer Beispielrechnung illustrieren lässt. Unterstellt man einen durchschnittlichen Wirkungsgrad eines Gaskraftwerkes in Österreich von 57,7 Prozent laut Energiebilanz 2024, einen Emissionsfaktor von 55,6 Tonnen CO₂ pro TJ Erdgas und einen ETS-Preis von 70 Euro, so stecken in einer gasproduzierten MWh Strom EU-ETS-Kosten in der Höhe von 24,3 Euro je MWh. Über die Preisbildung im Großhandel im Rahmen des Merit-Order- und pay-as-cleared-Prinzips verteuert das EU-ETS aber nicht nur Strom aus Gaskraftwerken, sondern auch erneuerbar produzierten Strom um einen relevanten Betrag.

Prognosen über die zukünftige Entwicklung des ETS-Preises sind mit hohen Unsicherheiten verbunden. Dies liegt u.a. an Unsicherheiten hinsichtlich der Entwicklung der europäischen Wirtschaft bzw. Industrie, der Verfügbarkeit und Anwendbarkeit von Technologien zur Emissionsvermeidung zu wettbewerbsfähigen Kosten sowie möglichen Anpassungen in den Rahmenbedingungen. In Abbildung 2 ist eine Abschätzung des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung dargestellt (Pietzker et al., 2021), wonach der ETS-Preis im Jahr 2030 bei moderater Entwicklung 130 Euro je Tonne CO₂ betragen könnte, mit einer unteren bzw. oberen Bandbreite von 95 bis 210 Euro.

Nach den im Union-Registry der Europäischen Kommission veröffentlichten Zahlen betragen die verifizierten ETS-Emissionen von stationären Anlagen in Österreich im Jahr 2024 23,9 Mio. Tonnen, jene des Luftverkehrs 3,5 Mio. Tonnen. Bei den stationären Anlagen wurde in den letzten Jahren ein deutlicher Rückgang der Emissionen erzielt, von 30,5 Mio. Tonnen im Jahr 2017 bzw. 28,7 Mio. Tonnen im Jahr 2021 auf aktuell 23,9 Mio. Tonnen. Oberösterreich macht (insbesondere aufgrund der großen Bedeutung der Industrie bzw. der Metallerzeugung) mit ETS-Emissionen von 11,4 Millionen Tonnen im Jahr 2024 für stationäre Anlagen mit Sitz in Oberösterreich einen überproportionalen Anteil aus.

Im EU-ETS erhalten industrielle Anlagen, die einem signifikanten Carbon-Leakage-Risiko ausgeliefert sind, freie Allokationen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Für stationäre Anlagen in Österreich betragen diese freien Allokationen im Jahr 2024 18,2 Mio. Tonnen, für Anlagen in Oberösterreich 9,7 Mio. Tonnen.

Ein Überblick über ausgewählte CO₂-Bepreisungsmechanismen in verschiedenen Regionen bzw. Staaten weltweit ist in Tabelle 1 zu finden, die Informationen sind dem Carbon Pricing Dashboard der Weltbank entnommen. Im Dashboard werden der Preis und die Menge an abgedeckten Emissionen (als Anteil an den Gesamtemissionen) erfasst, detailliertere Informationen etwa hinsichtlich allfälliger freier Allokationen bzw. konkreter Wirkungsbereiche, die dem Mechanismus unterliegen, werden nicht erfasst. Die Mechanismen spielen in Europa in Bezug auf den Preis bzw. den Anteil der davon erfassten Emissionen eine wesentlich wichtigere Rolle als in anderen Regionen. Nach den Daten der Weltbank unterliegen rund 40 Prozent der EU-Treibhausgasemissionen dem EU-ETS, nach den Zahlen des Umweltbundesamtes für 2023 beträgt dieser Anteil in Österreich 35,5 Prozent. Dazu kommt in Österreich der „nationale Emissionshandel“ für die Bereiche Gebäude und Verkehr, dem nach den Zahlen der Weltbank 36 Prozent von Österreichs Emissionen unterliegen. Nach den Daten der Weltbank sind auch der ETS-Preis mit 70 US-Dollar je Tonne⁶ bzw. der Preis im nationalen Emissionshandel mit 59 US-Dollar je Tonne (55 Euro) deutlich höher als in den meisten anderen Regionen der Welt.

⁶ Die Daten dürften zu einem Zeitpunkt mit einem niedrigen EU-ETS-Preis erhoben worden sein, siehe Abbildung 2.

Tabelle 1: Überblick über ausgewählte ETS bzw. CO₂-Bepreisungsmechanismen, 2025

Land/Region	Instrument	Preis (USD/t)	Abdeckung
Europa			
EU (+IS, NO, LI)	EU-ETS	70,0	40%
	Schweden CO ₂ -Abgabe	145,0	40%
	Norwegen CO ₂ -Abgabe	134,0	41%
	Finnland CO ₂ -Abgabe	67,0	39%
	Niederlande CO ₂ -Abgabe	95,0	1%
	Irland CO ₂ -Abgabe	69,0	30%
	Deutschland nationaler ETS	49,0	39%
	Österreich nationaler ETS	59,3	36%
	Frankreich CO ₂ -Abgabe	48,0	41%
	Luxemburg CO ₂ -Abgabe	59,0	72%
	Dänemark CO ₂ -Abgabe	108,0	44%
	Slowenien CO ₂ -Abgabe	33,0	46%
	Spanien CO ₂ -Abgabe	16,0	2%
Schweiz	ETS	65,0	13%
	CO ₂ -Abgabe	136,0	35%
Vereinigtes Königreich	ETS	57,0	27%
Amerika			
USA	Kalifornien ETS	29,0	76%
	Washington ETS	50,0	71%
	RGGI ETS (10 nordöstl. Bundesst.)	23,0	14%
Kanada	Kanada Staatl. Treibstoffabgabe	66,0	3%
	Alberta ETS	66,0	59%
	British Columbia CO ₂ -Abgabe	66,0	26%
	Quebec ETS	42,0	76%
Asien/Australien/Afrika			
China	Nationaler ETS	12,0	51%
	Shanghai Pilot-ETS	11,0	21%
	Guangdong Pilot-ETS	5,0	12%
	Chongqing Pilot-ETS	6,0	14%
	Hubei Pilot-ETS	5,0	20%
	Tianjin Pilot-ETS	5,0	18%
	Fujian Pilot-ETS	5,0	16%
Japan	Japan CO ₂ -Abgabe	2,0	80%
Australien	ETS	22,0	26%
Singapur	CO ₂ -Abgabe	19,0	71%
Korea	ETS	6,0	79%

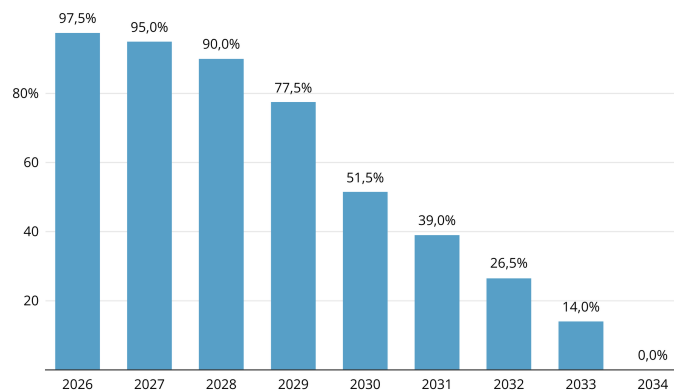
Quelle: eigene Darstellung basierend auf Carbon Pricing Dashboard der Weltbank

Mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu stärken und Carbon-Leakage zu vermeiden, hat die EU für bestimmte energieintensive Produkte einen Grenzausgleichsmechanismus (**Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM**) eingeführt, der schrittweise umgesetzt wird. Ziel von CBAM ist eigentlich die Schaffung eines Level Playing Fields zwischen Produzenten in der EU (die dem EU-ETS unterliegen) und Produzenten aus Drittstaaten. Mit CBAM werden graue CO₂-Emissionen, die in einem

in die EU importierten Produkt enthalten sind, der CO₂-Bepreisung unterworfen. Das Grenzausgleichssystem tritt in zwei Phasen in Kraft.

In der Übergangsphase 2023 bis 2025 wurde das System mit Berichtspflichten erprobt, es bestand aber noch keine Verpflichtung, Emissionszertifikate dafür anzuschaffen. Dem System unterliegt der Import von Zement, Eisen und Stahl, Aluminium, Düngemittel, Strom und Wasserstoff. CBAM wird mehr als 50 Prozent der Emissionen erfassen, die im EU-ETS abgedeckt sind.⁷ Mit Beginn der zweiten Phase ab 2026 ist der Kauf von Emissionszertifikaten notwendig. Gleichzeitig mit dem Hochfahren des Grenzausgleichs werden in einem Übergangszeitraum bis 2034 die freien ETS-Allokationen für europäische Industrieanlagen in diesen Bereichen schrittweise über einen CBAM-Faktor zurückgefahren. Der Faktor ist in Abbildung 3 dargestellt, nach 2028 ist eine rasche Reduktion vorgesehen. Geplant ist zudem, die Palette an Produkten, die dem CBAM unterliegen, auszuweiten.

Abbildung 3: CBAM-Faktor für freie Allokationen bis 2034



Quelle: Emissionshandelsrichtlinie. • Erstellt mit Datawrapper

ECO AUSTRIA
ZENTRUM FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

CBAM hat zwar die Absicht, den Wettbewerbsdruck auf europäische Unternehmen zu verringern, das System ist aber mit Regelungen versehen, die sogar zu einer Verschlechterung der Wettbewerbsfähigkeit führen können.⁸ Zunächst ist das System anfällig für „Resource Shuffling“. Werden etwa bei der Produktion in einem Drittstaat sowohl grüne als auch fossile Energieträger verwendet, dann ist zu erwarten, dass die grüne Produktionstechnologie den Importen in die EU zugeordnet wird, ohne dass CO₂-Reduktionen erreicht würden. Nach bisherigen Plänen sind aufgrund der *asymmetrischen Ausgestaltung* des Grenzausgleichs Exporte von Waren in Drittstaaten betroffen. Der Wegfall der kostenlosen Allokationen verteuert die Exporte, gleichzeitig werden die Kosten für die EU-ETS-Zertifikate beim Export nicht ausgeglichen, sodass es für die Unternehmen deutlich schwieriger wird, ihre Produkte

⁷ Siehe [Link](#).

⁸ Für eine ausführlichere Diskussion siehe etwa Berger et al. (2025).

am Weltmarkt zu platzieren.⁹ Um Carbon-Leakage entgegenzuwirken, ist die Rückerstattung der CO₂-Bepreisung an der EU-Außengrenze notwendig (siehe auch Bittó und Janik, 2022). Damit wäre eine maßgebliche konzeptionelle Veränderung verbunden. Statt der Bepreisung von Emissionen, die im Produktionsprozess entstehen, würden in einem solchen System Emissionen im Zusammenhang mit der Endverwendung bepreist. Statt des derzeitigen produktionsbasierten Ansatzes würde dann der Konsum von Emissionen belastet.

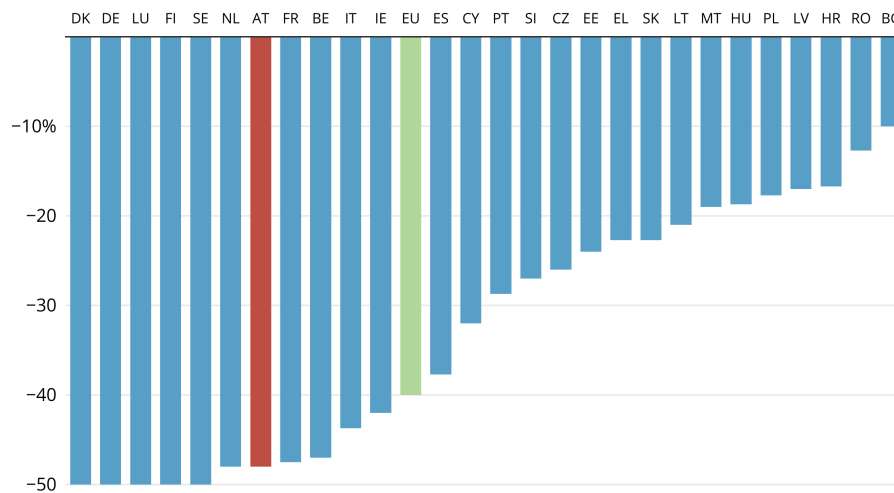
In einer aktuellen Kommunikation hat die Europäische Kommission diese Problematik angesprochen und festgestellt, dass das Carbon-Leakage-Risiko bei der Herstellung von CBAM-Gütern für Exportmärkte mit dem Auslaufen der kostenlosen Zuteilung steigen kann. Diesem Risiko soll nun begegnet werden, indem betroffene Produzenten über einen befristeten Dekarbonisierungsfonds entschädigt werden, wobei sie im Gegenzug Dekarbonisierungsschritte nachweisen müssen.

2.2.2 Effort-Sharing und ETS II

Mit der Effort-Sharing-Regulation (Lastenteilungsverordnung) werden für jeden EU-Mitgliedstaat nationale Ziele der Emissionsvermeidung für den Zeitraum 2021 bis 2030 gesetzt, wobei die Bereiche Landverkehr, Gebäude, Landwirtschaft, kleinere Industriebetriebe (die nicht unter den ETS fallen) und Abfallwirtschaft zusammengefasst werden, sodass davon rund 60 Prozent der Gesamtemissionen der EU betroffen sind. Mit der Verschärfung des Gesamtziels der Emissionsreduktion bis 2030 wurden auch die nationalen Ziele 2030 verschärft. Wie in Abbildung 4 dargestellt reichen diese Ziele von -10 bis -50 Prozent im Vergleich zum Jahr 2005. Für die EU insgesamt beträgt das Reduktionsziel 40 Prozent, für Österreich 48 Prozent. Neun EU-Mitgliedstaaten wird zudem die Möglichkeit eingeräumt, einen begrenzten Beitrag durch Löschung von Zertifikaten aus dem ETS anzurechnen, wovon Österreich auch Gebrauch gemacht hat.

⁹ Anhand einer einfachen Abschätzung können die Auswirkungen des Wegfalls der freien Allokationen an die von CBAM umfassten Anlagen für die Unternehmen illustriert werden. Nach einer groben eigenen Abschätzung basierend auf den ETS-Emissionen könnten in Österreich freie Allokationen im Ausmaß von 12,5 Mio. Tonnen CO₂ dem Grenzausgleichssystem unterliegen. Ein erheblicher Teil der Allokationen entfällt auf die voestalpine AG. Schon bei einem ETS-Preis von 75 Euro pro Tonne und unter der Annahme eines vollständigen Wegfalls könnte dies Kosten von knapp einer Mrd. Euro jährlich verursachen, bei einem unterstellten Zertifikatspreis von 130 Euro würden Kosten von 1,6 Mrd. Euro jährlich anfallen.

Abbildung 4: Nationale Effort-Sharing-Reduktionsziele 2030 im Vergleich zu den Emissionen 2005



Quelle: Effort-Sharing-Verordnung • Erstellt mit Datawrapper

ECO AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

In der Verordnung sind folgende Flexibilitäten zulässig:

- **Banking:** In Jahren, in denen die Emissionen niedriger sind als die jährlichen Emissionszuteilungen, können die Mitgliedstaaten Überschüsse ansparen und in späteren Jahren verwenden
- **Borrowing:** In Jahren, in denen die Emissionen über dem jährlichen Grenzwert liegen, können die Mitgliedstaaten eine begrenzte Menge an Zuteilungen aus dem folgenden Jahr übernehmen.
- **Buying and Selling:** Mitgliedstaaten können Zuteilungen von anderen Mitgliedstaaten kaufen oder an diese verkaufen. Dieses Instrument soll die Kosteneffizienz stärken, da Emissionsreduktionen dort vorgenommen werden sollen, wo sie ökonomisch sinnvoll sind.

Schließlich sieht die Verordnung eine Reserve von maximal 105 Mio. Tonnen vor, vorbehaltlich der gemeinsamen Erreichung des EU-Reduktionsziels von 40 Prozent bis 2030. Mitgliedstaaten, die Schwierigkeiten haben, ihre nationalen Ziele zu erreichen, können über diese Reserve eine begrenzte Anzahl an zusätzlichen Zuteilungen zur Deckung ihrer Emissionen erhalten.

In einer Analyse im Auftrag des Bundesministeriums für Finanzen analysiert KPC (2024) mögliche budgetäre Kosten Österreichs durch eine Verfehlung der ESR-Ziele. Die untersuchten Szenarien unterscheiden sich darin, ob das WEM- (with existing measures) oder das WAM-Szenario (with additional measures)¹⁰ und welche ESR-Flexibilitäten herangezogen werden, sowie in Bezug auf den Preis für ein

¹⁰ Für eine ausführlicher Beschreibung von Emissionsszenarien siehe Kapitel 4.

ESR-Zertifikat. Diese Szenarien verdeutlichen, dass das Ausmaß der budgetären Kosten noch von hohen Unsicherheiten geprägt ist bzw. davon, wie stark Emissionsreduktionen erfolgen. So ermitteln die Autor:innen eine Spannbreite der bis 2030 kumulierten Zielverfehlung im Ausmaß von 3,7 Mio. Tonnen CO₂e im Best-Case- und 50,8 Mio. Tonnen im Worst-Case-Szenario. Dementsprechend beläuft sich die Spannbreite für die Kosten auf kumuliert 370 Mio. Euro bis 5,9 Mrd. Euro. Anzumerken ist, dass diese Analyse die Einführung des ETS II bzw. die Verschärfung der ESR-Ziele im Rahmen des „Fit for 55“-Pakets noch nicht berücksichtigt und auch die Auswirkungen der Energiepreis- bzw. Wirtschaftskrise im Zuge des Ukraine-Kriegs schwächer einschätzt als sie tatsächlich ausgefallen sind. Die KPC-Analyse basiert auf der Publikation Energie- und Treibhausgasszenarien 2023 (Umweltbundesamt, 2023).

Nachdem in den aktuellen Energie- und Treibhausgasszenarien 2025 (Umweltbundesamt, 2025a; siehe auch Kapitel 4 für eine ausführlichere Darstellung der Ergebnisse) sowohl im WEM- als auch im WAM-Szenario geringere Emissionen prognostiziert werden¹¹, würde dies nach aktuellem Stand die Kosten für eine Zielverfehlung etwas dämpfen. Das BMF (2025) hat in seiner jüngsten langfristigen Budgetprognose eine Abschätzung der budgetwirksamen Zahlungen im Zusammenhang mit der Verfehlung von unionsrechtlichen Klimazielen vorgenommen. Dem Basisszenario liegt das WEM-Szenario 2025 zugrunde. Zusätzlich wurden Maßnahmen, die im BFG 2025/2026 bzw. BFRG 2025-2028/2026-2029 enthalten sind, berücksichtigt. Gemäß der Abschätzung erreicht Österreich die ESR-Ziele in den Jahren 2022 und 2023 ohne Nutzung von Flexibilitäten. Für die Jahre 2021 und 2024 bis 2027 reicht die Nutzung der Flexibilitäten aus, um die Ziele zu erreichen. Ab dem Jahr 2028 verfehlt Österreich jedoch in jedem Jahr das vorgegebene Ziel. Die Kosten für die Periode 2021 bis 2030 schätzt das BMF mit knapp 2,9 Mrd. Euro. In der Prognose des Jahres 2022 ging das BMF noch von Kosten von 4,7 Mrd. Euro aus. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass mit der Nutzung der ETS-Flexibilität geringere Einnahmen im Ausmaß von etwas über 1,1 Mrd. Euro aus der Auktionierung von ETS-Zertifikaten verbunden sind. Im Aktivitätsszenario reduzieren sich die budgetären Ausgaben für die Zielverfehlung auf 1,6 Mrd. Euro.

Langfristig geht das BMF für die Jahre nach 2030 von jährlichen Kosten von 0,3 bis 0,4 Prozent des BIP aus. Die Abschätzung dieser Kosten ist jedoch mit beträchtlichen Unsicherheiten verbunden. Wesentliche Bestimmungsgrößen sind das Ausmaß der eigenen Zielverfehlung, die Anzahl von potenziell verfügbaren ESR-Emissionszuteilungen anderer Länder, die erworben werden können, und der Preis für eine ESR-Emissionszuteilung. All diese Größen sind extrem unsicher, sodass die tatsächlichen Kosten erheblich nach oben oder nach unten abweichen können.

¹¹ So betragen die Emissionen nach dem Klimaschutzgesetz (KSG), die für die Zielverfehlung nach der ESR relevant sind, im Jahr 2030 im WEM-2023-Szenario 41,7 Mio. Tonnen und im WEM-2025-Szenario 38,6 Mio. Tonnen. Im WAM-2023-Szenario belaufen sie sich auf 36,9 Mio. Tonnen und im WAM-2025-Szenario (selbst ohne Abzug der nicht-modellierten Reduktionen) auf 34,2 Mio. Tonnen.

Eine grundlegende Änderung bei jenen Emissionen, die bisher durch die Effort-Sharing-Verordnung geregelt werden, erfolgt durch die Einführung eines neuen, separaten Emissionshandels (**ETS-II**) für Straßenverkehr, den Gebäudesektor und Bereiche der Industrie und Energie, die nicht vom EU-ETS erfasst werden. Dafür sind Zertifikate entsprechend den geprüften Emissionen abzugeben. Mit der politischen Einigung vom Dezember 2025 wurde festgelegt, dass die Anwendung des ETS-II nicht 2027, sondern erst 2028 beginnt. Die Gesamtmenge der Zertifikate soll linear gekürzt werden, sodass bis 2030 im Vergleich zu 2005 eine Reduktion um 42 Prozent erreicht wird. Die Zertifikatspreise werden wiederum am Markt gebildet und sind nicht wie bei der bisher in Österreich bestehenden nationalen CO₂-Bepreisung im Vorhinein festgelegt. Analog zur nationalen österreichischen CO₂-Bepreisung sind Verpflichtete im Rahmen des ETS-II nicht die Endverbraucher:innen, sondern die Inverkehrbringer von Kraft- bzw. Brennstoffen, die Ausgabe der Zertifikate erfolgt über Auktionen. Übermäßige Preise oder Preiserhöhungen sollen durch Preisstabilitätsmechanismen vermieden werden. So können in den ersten Jahren zusätzliche Zertifikate aus einer separat eingerichteten Marktstabilitätsreserve für die Auktionierung freigegeben werden, wenn der CO₂-Preis 45 Euro übersteigt. Zudem sollen die Auswirkungen des ETS-II auf gefährdete Gruppen mit einem Klima-Sozialfonds abgedeckt werden, um einen „fairen und inklusiven Übergang“ zu gewährleisten.

Derzeit ist nicht vorgesehen, dass die Einführung des ETS-II die Mitgliedstaaten von der Einhaltung der nationalen Ziele nach der ESR entbindet (selbst wenn durch den ETS-II das gesamteuropäische Ziel erreicht wird). Dies führt zu der Situation, dass der ETS-II ein gesamteuropäisches Vermeidungsziel vorsieht und zusätzlich die ESR nationale Ziele vorgibt, obwohl die in diesen Systemen betrachteten Emissionen überwiegend äquivalent sind. Im Impact Assessment zum ETS-II erkennt die Europäische Kommission zwar an, dass dies als doppelte Regulierung angesehen werden kann. Nach Ansicht der Europäischen Kommission führt dies allerdings nicht zu Ineffizienzen, sondern kann Synergieeffekte mit sich bringen. Sie argumentiert, dass Mitgliedstaaten, in denen der ETS-II nicht zu einer hinreichenden Emissionsreduktion (für die Erreichung des nationalen ESR-Ziels) führt, Zertifikate von jenen Mitgliedstaaten kaufen können, die durch den ETS-II die Emissionsziele (über)erfüllen.¹²

2.3 Nationale Regelungen

Ein zentraler Aspekt der nationalen Regelungen in Österreich besteht in der Umsetzung der internationalen Vorgaben.

Mit dem **Klimaschutzgesetz**, das 2011 beschlossen wurde, wurde der Klimaschutz erstmals in österreichischem Recht gesetzlich verankert. Es bildete den nationalen rechtlichen Rahmen für die

¹² Siehe etwa Nysten (2024).

Einhaltung der Emissionshöchstmengen aus der Effort-Sharing-Verordnung durch das Setzen von Maßnahmen, eine sektorale Aufteilung der Höchstmengen für Österreich sowie einen Klimaschutz-Verantwortlichkeitsmechanismus. Auch wenn das Klimaschutzgesetz keine Sektorziele für die Zeit nach 2020 enthält, ist es damit formal gesehen nicht "ausgelaufen" oder "außer Kraft gesetzt", Koordinations- und Berichtspflichten aus dem Gesetz sind weiterhin aufrecht.

Um die Energie- und Klimaziele der EU für 2030 einzuhalten, müssen die Mitgliedstaaten **Nationale Energie- und Klimapläne (NEKP)** für den Zeitraum 2021-2030 erstellen. Diese wurden erstmals 2019 vorgelegt und sind danach alle zehn Jahre zu aktualisieren. 2024 wurde eine überarbeitete Fassung erstellt. Im Vergleich zur 2019er-Version bleiben in der überarbeiteten Fassung die Grundprinzipien (etwa Verzicht auf Atomenergie, zentrale Ziele wie die vollständige bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien bis 2030 oder der rasche Umstieg auf emissionsfreie Mobilität) weiterhin bestehen. Der aktualisierte NEKP 2024 ist aber deutlich umfassender und orientiert sich unter anderem an wesentlichen Leitlinien wie den verschärften EU-Vorgaben, der Stärkung der Resilienz des Energiesystems, der Versorgungssicherheit ohne russische Importe, der Reduktion von Nicht-CO₂-Emissionen sowie der Forcierung von Kohlenstoffsinken. Eine wesentliche Grundlage des NEKP ist das sogenannte WAM-Szenario (with additional measures), in dem auf Basis aller beschlossenen und bereits geplanten Maßnahmen die Treibhausgas-Reduktion abgeschätzt wird.

Zudem verpflichtet die Governance-Verordnung die EU-Mitgliedstaaten zur Erstellung von **nationalen Langfriststrategien** mit einem Zeithorizont von mindestens 30 Jahren, in denen die Mitgliedstaaten darlegen, wie sie die Einhaltung ihrer Verpflichtungen erreichen wollen. Dabei ist die Kohärenz mit dem NEKP sicherzustellen und der Öffentlichkeit die Möglichkeit zur Beteiligung einzuräumen.

Außerdem verabschieden zunehmend österreichische Bundesländer und Gemeinden rechtliche Vereinbarungen. So haben im Jahr 2025 Wien und das Burgenland Klimaschutzgesetze beschlossen.

In ihrem Regierungsübereinkommen für die Jahre 2025 bis 2029 hat die österreichische Bundesregierung auf das Ziel der **Klimaneutralität bereits im Jahr 2040** verwiesen, das auch Bestandteil des Regierungsprogramms der Vorgängerregierung war. Dieses Ziel bedeutet, dass die nicht- bzw. nur schwer vermeidbaren österreichweiten Treibhausgas-Emissionen spätestens bis zum Jahr 2040 durch Kohlenstoffsinken gemäß nationaler THG-Inventur ausgeglichen sind. Dazu sind in jedem Sektor weitreichende Maßnahmen notwendig. Anzumerken ist jedoch, dass das Ziel der Klimaneutralität 2040 nach aktuellem Stand nicht rechtsverbindlich festgelegt ist.

Schließlich kann auch noch nicht abschließend bewertet werden, ob das ambitioniertere Reduktionsziel Österreichs mit einer Klimaneutralität bis 2040 überhaupt dazu führen wird, dass sich dadurch die Treibhausgasemissionen der EU insgesamt reduzieren. Wenn nicht entsprechend die Ziele im ETS-II bzw.

die gesamteuropäischen ESR-Ziele verschärft werden, ist durchaus denkbar, dass ein ambitionierteres Ziel in Österreich Spielräume für ein weniger ambitioniertes Vorgehen in anderen EU-Mitgliedstaaten öffnet. Denkbar ist auch, dass zwar dann dadurch die Emissionen Europas nicht sinken, dass Österreich aber zumindest im Zuge des Verkaufs von ESR-Zertifikaten fiskalisch profitiert.

3. LITERATURÜBERSICHT ZU DEN ÖKONOMISCHEN EFFEKTEN DES KLIMAWANDELS

Der Klimawandel hat weitreichende Auswirkungen auf das globale Wirtschaftssystem, zum einen durch langfristige Veränderungen des Klimas wie Durchschnittstemperaturen, Niederschläge, Trockenheit, Wüstenbildung und Anstieg des Meeresspiegels. Zum anderen geht der Klimawandel mit einem häufigeren Auftreten von so genannten „sudden onset events“ einher, das sind kurzfristige und plötzlich auftretende Wetterereignisse, die schwere Schäden verursachen können (wie Erdbeben, Überschwemmungen oder Gewitter). Die Auswirkungen des Klimawandels sind nicht gleichmäßig verteilt – es wird argumentiert, dass Entwicklungsländer und wärmere Länder aufgrund ihrer höheren Exposition und begrenzten Anpassungsfähigkeit vor ungleich größeren Herausforderungen stehen.

Die Mechanismen, über die der Klimawandel die Wirtschaft beeinflusst, sind vielfältig. Zu den direkten Auswirkungen zählen Schäden an der Infrastruktur, geringere landwirtschaftliche Erträge und Produktivitätsverluste aufgrund von körperlichen bzw. gesundheitlichen Problemen. Indirekte Auswirkungen wie Störungen des Arbeitskräfteangebots oder Konflikte und Migration (siehe etwa Cattaneo-Peri, 2016; Abel et al., 2019) können diese Herausforderungen zusätzlich verschärfen.

Um die wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels zu analysieren, zeigt die vorhandene Literatur eine Bandbreite verschiedener methodischer Ansätze auf, die auf unterschiedlichen Ebenen und mit verschiedenen Zielen operieren. Zahlreiche Analysen diskutieren die Herausforderungen und Stärken der Modellierung und Bewertung dieser komplexen Zusammenhänge. Piontek et al. (2021) erstellen eine strukturierte Übersicht der verschiedenen Bewertungsmethoden. Sie unterscheiden zwischen Bottom-up-Ansätzen, die sich auf spezifische Wirkungskanäle wie einzelne Sektoren oder Regionen konzentrieren und aggregiert werden, und Top-down-Ansätzen, die ökonometrische Methoden verwenden, um die Gesamtauswirkungen auf makroökonomischer Ebene zu modellieren. Fortgeschrittene Methoden wie die Analyse von Paneldaten und integrierte Bewertungsmodelle (Integrated Assessment Models, IAM) haben entscheidend zur Quantifizierung der Effekte beigetragen und die nuancierte Beziehung zwischen Klimawandel und Wirtschaftsleistung aufgezeigt.¹³

Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt

Kahn et al. (2021) führen eine länderübergreifende Analyse der langfristigen makroökonomischen Auswirkungen des Klimawandels durch. Die Studie verwendet ein Panel-Autoregressive Distributed Lag

¹³ Piontek et al. (2021) bemängeln aber, dass aggregierte Schadensfunktionen in integrierten Bewertungsmodellen oft veraltete Annahmen über Anpassungsfähigkeiten beinhalten bzw. (Änderungen bei den) Anpassungsmaßnahmen nicht hinreichend berücksichtigen. Sie schlagen vor, empirische Beobachtungen stärker mit modellbasierten Ansätzen zu kombinieren, um präzisere Schätzungen zu ermöglichen.

(ARDL)-Modell, um die Beziehung zwischen verschiedenen Klimaindikatoren (Temperatur- und Niederschlagsabweichungen) und dem Pro-Kopf-BIP-Wachstum im Zeitraum 1960-2014 zu analysieren. Auf dieser Grundlage nehmen die Autor:innen eine Szenarienanalyse vor, indem sie zukünftige Temperaturprognosen (RCP2.6 und RCP8.5)¹⁴ verwenden, um die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf das BIP bis 2100 zu schätzen. Das Modell dient somit sowohl zur retrospektiven Analyse der Vergangenheit als auch zur Prognose der ökonomischen Konsequenzen des Klimawandels unter verschiedenen Szenarien. Die Ergebnisse zeigen, dass ärmere Länder besonders anfällig sind, aber auch wohlhabendere Regionen betroffen sind. So schätzen die Autor:innen bei einem Szenario ohne Emissionsreduktionen (RCP8.5) einen Rückgang des BIP pro Kopf in der EU um 3,7 Prozent im Jahr 2050. Während Anpassungsmaßnahmen die klimabedingten Schäden begrenzen können, reichen sie laut der Modellanalyse nicht aus, um die negativen Effekte vollständig zu kompensieren.

Watkiss und Watkiss (2021) untersuchen die wirtschaftlichen Kosten des Klimawandels in unterschiedlichen Regionen in Europa. Ein besonderes Augenmerk ihrer Analyse liegt auf Schäden, die durch Extremwetterereignisse wie Überschwemmungen und Hitzewellen verursacht werden. Die Autor:innen kommen zu dem Ergebnis, dass die Wirtschaftsleistung ohne angemessene Anpassungsmaßnahmen erheblich von klimabedingten Schäden beeinträchtigt wird. Die Untersuchung zeigt eine ausgeprägte regionale Heterogenität in den wirtschaftlichen Auswirkungen, wobei die südlichen und südöstlichen Regionen Europas voraussichtlich überproportional hohe Kosten zu tragen haben. Bei einem Szenario mit moderaten Emissionsreduktionen (RCP4.5) prognostizieren die Autor:innen einen durchschnittlichen Rückgang des BIP in der EU um 2,5 Prozent im Jahr 2050, wobei Österreich etwas moderatere Effekte (2,2 Prozent) aufweist. Ein weiterer kritischer Faktor, den die Autor:innen hervorheben, sind mögliche Unterbrechungen in den Lieferketten, welche sich besonders stark auf exportorientierte Branchen auswirken und deren internationale Wettbewerbsfähigkeit gefährden.

Auch Garcia-León (2015) untersucht die Beziehung zwischen Klima und Wirtschaftsleistung in den europäischen Regionen und analysiert Veränderungen des BIP pro Kopf im Zusammenhang mit Temperaturschwankungen. Die Ergebnisse weisen ebenso auf eine signifikante negative Beziehung zwischen steigenden Temperaturen und dem BIP hin. Die Querschnittsanalyse kommt zu dem Ergebnis, dass ein Temperaturanstieg um 1°C mit einem durchschnittlichen Rückgang des BIP pro Kopf um 2,2 Prozent verbunden ist, wobei ärmere Regionen stärker betroffen sind. Es zeigt sich, dass die Industrie und der Dienstleistungssektor aufgrund niedrigerer Produktivität negativ vom Klimawandel beeinflusst

¹⁴ Der Begriff RCP – representative concentration pathway – wird zur Beschreibung von Szenarien der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre verwendet. Die Zahl beschreibt die kumulierte Gesamtmenge an Treibhausgasen in der Atmosphäre.

werden. Für die landwirtschaftliche Produktion findet er divergierende Ergebnisse, während die Querschnittsanalyse sogar eine leicht positive Reaktion auf den Temperaturanstieg feststellt, zeigt die Panelanalyse leicht negative Effekte.

Garcia-León et al. (2021) untersuchen, wie sich extreme Hitzeereignisse über eine geringere Arbeitsproduktivität auf die Wirtschaftsleistung in Europa auswirken, wobei sie sich auf die südlichen Regionen konzentrieren, in denen die Temperaturen im Allgemeinen höher sind. Die Studie nutzt ein regionales Wirtschaftsmodell in Kombination mit Hitzestressindizes, um die wirtschaftlichen Auswirkungen von Hitzewellen zu quantifizieren. Garcia-León et al. stellen fest, dass die südeuropäischen Länder aufgrund häufiger Hitzewellen Produktivitätsverluste und damit BIP-Einbußen von mehr als 1 Prozent hinnehmen müssen. Während die direkten Auswirkungen der Hitze auf die Arbeitsproduktivität in erster Linie in Sektoren zu spüren sind, in denen viel Arbeit im Freien verrichtet wird, breiten sich diese Verluste über Vorleistungsverflechtungen in der gesamten Wirtschaft aus. Umgekehrt kann der internationale Handel mit weniger von Hitzeperioden betroffenen Regionen die negativen Auswirkungen dämpfen. Ohne weitere Anpassungsmaßnahmen werden sich die hitzebedingten BIP-Verluste bis 2060 in einem Szenario mit hohen Emissionen (RCP8.5) laut ihren Berechnungen fast verfünffachen. Die Autor:innen betonen die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen, wie verbesserte Arbeitsbedingungen und Hitzeschutz, um die Auswirkungen des Klimawandels in gefährdeten Regionen zu begrenzen.

Studien wie die von Kalkuhl und Wenz (2020) und Bilal und Känzig (2024) untersuchen die globalen makroökonomischen Auswirkungen von Temperaturanstiegen. Erstere analysieren die wirtschaftlichen Auswirkungen von Temperaturänderungen auf subnationaler Ebene in 77 Ländern. Sie ermitteln, dass ein Temperaturanstieg um 1°C in bereits warmen Regionen das Bruttoregionalprodukt (BRP) um etwa 3,5 Prozent verringert, wobei die Verluste in arbeitsintensiven Sektoren besonders ausgeprägt sind. Bilal und Känzig (2024) kommen zu deutlich stärkeren Ergebnissen als die meisten anderen Studien. Sie argumentieren, dass globale Temperaturänderungen aufgrund der direkten Auswirkungen auf Extremwetterereignisse besser geeignet sind, die wirtschaftlichen Effekte zu identifizieren, als eine Aggregation lokaler Effekte, welche zumeist mit geringeren Schadenseffekten verbunden sind. Nach ihren Schätzungen wäre ein Anstieg der globalen Temperatur um 1°C mit einem Rückgang des weltweiten BIP um 12 Prozent verbunden, der insbesondere auf Produktivitätsverluste und klimabedingte Schäden zurückzuführen ist.¹⁵

¹⁵ Ihr Modell schätzt einen weltweiten Produktivitätsrückgang von 2,5 Prozent und einen Anstieg der Kapitalabschreibungsrate um 0,3 Prozentpunkte bei einem Anstieg der globalen Mitteltemperatur um 1 °C.

Tabelle 2: Überblick über Wertschöpfungseffekte in der Literatur

Autoren	Daten	Effekte	Methodik	Weitere Resultate
Kahn et al. (2021)	174 Länder 1960-2014	-3,7 % BIP pro Kopf bei Szenario ohne Emissionsreduktionen (RCP 8.5) in der EU bis 2050	Panel-Autoregressive Distributed Lag (ARDL)-Modell	Historisch führte eine 0,01° C Temperaturabweichung zu -0,05 % im BIP pro Kopf, ärmere Länder sind aufgrund begrenzter Anpassungskapazitäten besonders anfällig.
Watkiss & Watkiss (2021)	EU-Länder Simulationsdaten aus Klimamodellen	-2,5 % BIP bei Szenario mit moderatem Emissionsrückgang (RCP 4.5) bis 2050	Intertemporal Computable Equilibrium System	Verluste resultieren v.a. aus Meeresspiegelanstieg, Überschwemmungen und geringeren Ernteerträgen. In Südeuropa sind Arbeitsproduktivität und Energieversorgung stark betroffen, Fischerei und Forstwirtschaft zeigen meist moderate Effekte.
García-León (2015)	DE, FR, UK, IT, SP (NUTS-2-Ebene) 1990-2021	-2,2 % BIP pro Kopf bei +1 °C Temperatur	Ricardianische Regressionsanalyse auf multiregionaler Ebene	Rückgang von Pro-Kopf-BIP um 3,8 % in ärmeren Regionen und negative Auswirkungen auf langfristiges Wachstum, insbesondere im Industrie- und Dienstleistungssektor.
Kalkuhl & Wenz (2020)	77 Länder 1985-2014	-3,5 % Bruttoregionalprodukt in bereits warmen Regionen bei +1 °C Temperatur	Ramsey-Wachstumsmodell	Verluste sind in arbeitsintensiven Sektoren besonders ausgeprägt, wobei neben den kurzfristigen Produktivitätsverluste keine nachweisbaren Einflüsse auf langfristige Produktivitätswachstumsraten identifiziert werden.
Bilal & Känzig (2024)	173 Länder 1900-2020	-12 % weltweites BIP bei +1 °C der globalen Temperatur	Time-series local projection approach	Haupttreiber der negativen BIP-Effekte sind Produktivitätsrückgänge um 2,5 % und ein Anstieg der Kapitalabschreibungsrate um 0,3 PP.

Erstellt mit Datawrapper

ECO AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTS- UND
ENERGIEPOLITIK

Die ökonomische Literatur zum Klimawandel diskutiert zudem die Frage, ob die Effekte einer Temperaturerhöhung linear oder nichtlinear verlaufen. Während viele Modelle eine annähernd lineare Beziehung zwischen Temperaturänderung und BIP-Verlust annehmen bzw. ermitteln (Bilal und Känzig, 2024; García-León, 2015), weisen Studien wie Burke et al. (2015) darauf hin, dass mit zunehmendem Temperaturanstieg die wirtschaftlichen Schäden überproportional zunehmen. Nordhaus (2017) verdeutlicht dies ebenfalls in seiner Arbeit mit dem DICE-Modell, in der er eine quadratische Schadensfunktion unterstellt, um den stärkeren Anstieg der wirtschaftlichen Schäden bei Temperaturerhöhungen über 3–4 °C abzubilden. Dies impliziert, dass eine Erwärmung um 4 °C mehr als doppelt so starke Effekte auslösen könnte wie eine Erwärmung um 2 °C. Potenzielle Kippunkte, wie das Abschmelzen großer Eisschilde oder das Auftauen von Permafrostböden, verstärken die methodische Herausforderung, aus den empirischen Beobachtungen der bisherigen moderaten Erwärmung (gut 1 °C seit der vorindustriellen Zeit) zuverlässige Schlüsse für künftige Entwicklungen zu ziehen (Lenton et al., 2019).

Im Bericht des IPCC (2022) werden unter anderem die ökonomischen Effekte des Klimawandels sowie der Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels diskutiert. Die Darstellung zentraler wissenschaftlicher Arbeiten zu den Effekten des Klimawandels lässt sich folgendermaßen zusammenfassen: in jeder der zentralen Studien reduziert der Klimawandel langfristig das globale BIP und dieser Effekt nimmt mit stärkeren Temperaturanstiegen zu. Gleichzeitig verdeutlicht die Darstellung aber eine sehr starke Heterogenität der Ergebnisse zwischen diesen Studien.

Produktivitätseffekte

Auswirkungen auf die Produktivität werden häufig als einer der zentralen Kanäle identifiziert, über die der Klimawandel wirtschaftliche Auswirkungen entfaltet. Während zahlreiche Studien die Effekte auf das BIP insgesamt untersuchen (siehe Abschnitt oben), konzentrieren sich einige Analysen gezielt auf die Produktivität.

Burke et al. (2015) analysieren den Zusammenhang zwischen Temperatur und Produktivität. Die Studie basiert auf Wirtschaftsdaten aus 166 Ländern über einen Zeitraum von 50 Jahren und berücksichtigt 36 Hauptklimarisiken. Ein zentrales Ergebnis ist, dass die Produktivität oberhalb einer optimalen durchschnittlichen Temperatur von 13 °C deutlich zurückgeht. Diese Effekte sind sowohl in der Landwirtschaft als auch in nicht-landwirtschaftlichen Sektoren zu beobachten.

Gosling et al. (2018) verwenden Simulationen von fünf verschiedenen Modellen, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Arbeitsproduktivität in Europa zu bewerten. Ohne Klimaschutzmaßnahmen könnte demnach die durchschnittliche Produktivität von Arbeiten im Freien in südeuropäischen Ländern klimabedingt bis zum Ende des Jahrhunderts um 10-15 Prozent sinken. In nordeuropäischen Ländern wird mit einem moderateren Rückgang der Arbeitsproduktivität im Freien gerechnet (2-4 Prozent).¹⁶ Das Ausmaß der Auswirkungen auf die Produktivität in Innenräumen ist im Allgemeinen um rund 2-4 Prozentpunkte geringer, wobei es auch hier deutlich unterschiedliche Schätzungen gibt.

Soziale Kosten von CO₂

Die sogenannten sozialen Kosten von CO₂ und die damit verbundenen Wohlfahrtsverluste sind ein weiteres Thema in der ökonomischen Analyse des Klimawandels. Sie repräsentieren eine der prominentesten Formen von Externalitäten, ein Konzept, das auf Pigou (1920) zurückgeht. Im Kontext des Klimawandels stellen Treibhausgasemissionen eine negative Externalität dar, da ihre ökologischen und sozialen Folgen zumeist nicht hinreichend in den Produktions- und Konsumententscheidungen integriert sind. Die Bepreisung von CO₂, etwa im Rahmen des EU-ETS oder der in Österreich im Jahr 2022 eingeführten CO₂-Bepreisung, hat zwar vorrangig das Ziel, die Emissionen zu verringern, internalisiert aber auch Teile dieser externen Kosten.

In den Vereinigten Staaten wurde von der Obama-Regierung eine „Interagency Working Group“ mit der Ermittlung von „offiziellen“ sozialen Kosten des Kohlenstoffs befasst, siehe etwa Auffhammer (2018). Unter Verwendung von drei prominenten integrierten Bewertungsmodellen¹⁷ wurden soziale Kosten auf

¹⁶ Für Österreich wird ein Rückgang prognostiziert, der je nach den verwendeten Klima- und Wirkungsmodellen zwischen 3 Prozent und 8 Prozent liegt.

¹⁷ Das DICE-Modell von Nordhaus, das FUND-Modell von Anthoff und Tol und Hopes PAGE Modell.

Basis verschiedener Annahmen zu sozioökonomischen Variablen, der Diskontrate¹⁸ und einer Reihe anderer Parameter ermittelt. Das zentrale Ergebnis davon, das als Mittelwert von rund 50.000 Schätzungen mit einer Diskontrate von 3 Prozent ermittelt wurde, ergibt soziale Kosten in der Höhe von 42 Dollar pro Tonne CO₂ (bewertet zu Preisen 2007). Bei einer Diskontrate von 2,5 Prozent bzw. 5 Prozent würden sich die sozialen Kosten auf 62 Dollar bzw. 12 Dollar ändern. Auffhammer (2018) argumentiert, dass die auf integrierten Bewertungsmodellen basierenden Berechnungen von sozialen Kosten zumeist auf veralteten Schadensfunktionen basieren. Auch Pindyck (2019) weist auf diesen Umstand hin und ermittelt anhand einer breiten Expert:innenumfrage alternative Schätzungen, welche deutlich höher ausfallen als die oben angeführten Berechnungen und durchschnittlich bei über 200 Dollar pro Tonne CO₂ liegen. Fokussiert man nur auf Expert:innen, die ein hohes Maß an Vertrauen in ihre Antworten ausgedrückt haben, erhält man niedrigere Werte (80 bis 100 Dollar). Kalkuhl und Wenz (2020) schätzen die sozialen Kosten einer Tonne CO₂ auf 73 Dollar, insbesondere aufgrund von Produktivitätsverlusten in heißeren Regionen.

Feyen et al. (2020) liefern eine umfassende Analyse der Wohlfahrtsverluste durch verschiedene Klimaauswirkungen, darunter extreme Hitze, Dürren und Flussüberschwemmungen in Europa. Die Autor:innen kommen zu dem Ergebnis, dass sich die Wohlfahrtsverluste in einem Szenario mit hohen Emissionen bis 2060 auf bis zu 175 Mrd. Euro jährlich belaufen könnten, wobei Südeuropa die schwerwiegendsten Auswirkungen zu spüren bekommt. Demnach löst die durch extreme Hitze verursachte menschliche Sterblichkeit die größten Wohlfahrtskosten aus. Fluss- und Küstenüberschwemmungen stellen die zweitgrößten negativen Effekte dar, insbesondere in Nord- und Mitteleuropa. In Nordeuropa ergeben sich teilweise Vorteile, insbesondere in der Landwirtschaft. Nach Van der Wijst et al. (2021) belaufen sich die kumulierten abdiskontierten Kosten der Klimaerwärmung auf Basis einer Damage-Function bis zum Ende des Jahrhunderts in Österreich auf 140 Mrd. Euro bis 380 Mrd. Euro.

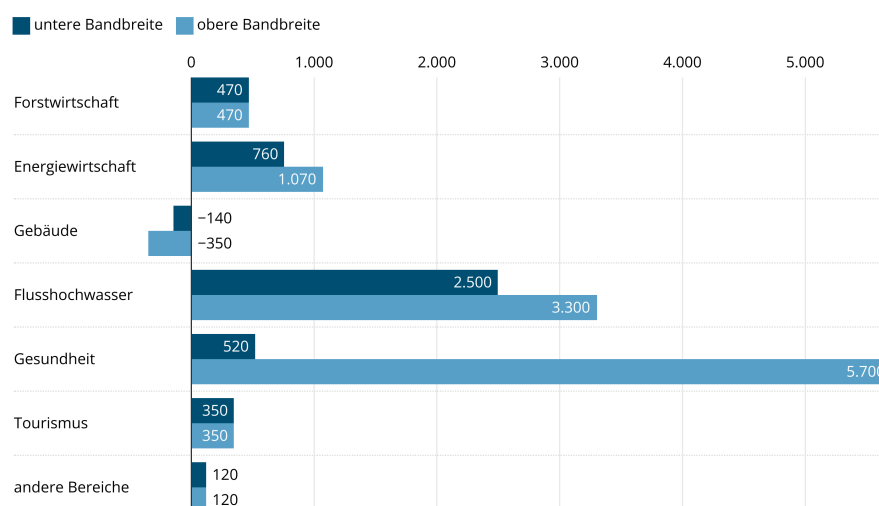
Grundsätzlich sind die sozialen Kosten von Treibhausgasemissionen ein wesentliches Konzept zur Abbildung der externen Kosten und können Anhaltspunkte für die dadurch verursachten Schäden geben. Die recht großen Schwankungsbreiten erklären sich unter anderem durch Unsicherheiten, wie sich der Klimawandel auf z.B. die Mortalität oder die Volkswirtschaft auswirken wird, aber auch durch methodische Herausforderungen, wie etwa der Wert eines Lebens ökonomisch bewertet werden kann oder welcher Diskontfaktor angewendet werden sollte.

¹⁸ Die Diskontrate spiegelt die Präferenz von Menschen für die Gegenwart wider, der Zukunft wird ein geringeres Gewicht beigemessen. Je höher die Diskontrate, desto stärker wird die Gegenwart gewichtet.

Ergebnisse für Österreich

Die bisher umfangreichste Analyse zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Volkswirtschaft stellt das Projekt COIN (COst of INaction) dar, welches 37 von insgesamt 80 identifizierten Wirkungsketten an Klimawandelfolgen monetär quantifiziert (Steininger et al., 2020). Im Szenario, in dem bis 2050 eine globale Erwärmung von maximal 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau nicht überschritten wird, ergeben sich in Österreich laut COIN in manchen Bereichen auch Vorteile, beispielsweise durch eine Reduktion der Heizkosten und eine Ausweitung der Vegetationsperiode. In der Mehrheit der Bereiche überwiegen jedoch die Schäden, beispielsweise in Form von Hochwasser, Dürren oder Schneemangel im Wintertourismus. Laut den Schätzungen steigen die durchschnittlichen wetter- und klimawandelbedingten Schäden in Österreich in den quantifizierten Bereichen von derzeit rd. 2 Mrd. Euro pro Jahr auf 2,5 bis 5,2 Mrd. Euro in der Periode um 2030 bzw. 4,3 Mrd. bis 10,8 Mrd. Euro bis 2050 an. Zudem wird eine hohe Volatilität der Schäden und Verluste erwartet, z.B. aufgrund von Extremwetterereignissen in gewissen Regionen.

Abbildung 5: Folgekosten durch klimawandelbedingte Schäden in Österreich lt. Steininger, 2050, in Mio. Euro



Annahme: Entwicklung der globalen Treibhausgasemissionen, die global bis 2050 zu nicht mehr als 2 Grad Erwärmung führt. 37 von 80 Wirkungsketten konnten monetarisiert werden.

Quelle: Steininger et al. (2020).

Neben den direkten klimabedingten Kosten berechnen Steininger et al. (2020) auch anfallende grenzüberschreitende Kosten, die beispielsweise über internationale Handelsverflechtungen entstehen. So stellen China und Indien wichtige Zuliefer- und Absatzmärkte dar und sind stärkeren klimatischen Veränderungen ausgesetzt als Österreich. Bei einer globalen Erwärmung von 2 °C (bis zum Ende des Jahrhunderts) werden die grenzüberschreitenden Kosten für Österreich für 2050, unter Berücksichtigung

von drei relevanten Klimawandelfolgen – Anstieg des Meeresspiegels, Veränderung der Arbeitsproduktivität durch Hitze und Auswirkungen auf landwirtschaftliche Produktion – auf 1,5 Mrd. Euro jährlich geschätzt.

Zudem hat der Klimawandel Auswirkungen auf die österreichische Energiewirtschaft, insbesondere auf Wasserkraftwerke, welche je nach Wasserführung rund 50 bis 60 Prozent der inländischen Stromproduktion ausmacht. Laut Schleypen et al. (2019) führen klimatische Veränderungen in Österreich zu einer Reduktion von aus Wasserkraft erzeugter Energie um 10 Prozent bis 2070. Das hierbei herangezogene Klimaszenario rechnet mit geringer Klimaerwärmung (RCP4.5), das Ergebnis ist aber vor dem Hintergrund der schwierigen Abschätzung u.a. in Bezug auf die Niederschlagsmengen mit Unsicherheit verbunden. Niedrigerer Produktion in Sommermonaten steht eine höhere Produktion in den Wintermonaten entgegen, die das Angebot an Energie stabilisieren sollte (AFRY Austria, 2023).

Anpassung an den Klimawandel

In den letzten Jahren befasst sich die Literatur zunehmend damit, in welchem Umfang Anpassungsmaßnahmen (Adaptation) die negativen Effekte des Klimawandels dämpfen können. Wesentliche Werkzeuge bei der Analyse sind Integrierte Bewertungsmodelle, ökonometrische Analysen, makroökonomische Simulationsmodelle und Entscheidungsmodelle (siehe Fankhauser, 2017). Aufgrund der Komplexität des Einflusses des Klimas und entsprechender Anpassungsmaßnahmen auf die Volkswirtschaft (siehe etwa Watkiss, 2022) werden zumeist weitgehende Abstraktionen vorgenommen.

Wei und Aaheim (2023) liefern einen Literaturüberblick zur Modellierung von Anpassungsmaßnahmen in CGE-Modellen. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass bereits autonome Anpassungen, also Maßnahmen, die ohne gezielte politische Steuerung oder Beanreizung getroffen werden, die negativen ökonomischen Folgen des Klimawandels reduzieren können. Kahn (2016) argumentiert, dass Marktmechanismen und Innovationen Anpassungsmaßnahmen effizienter machen können. So hat die weit verbreitete Einführung von Klimaanlage die Produktionskosten gesenkt und damit die hitzebedingte Sterblichkeit in den USA deutlich reduziert.

In der schon erwähnten Studie von Steininger et al. (2020) werden auch die ökonomischen Effekte von Anpassungsmaßnahmen in Österreich dargestellt. Demnach reduzieren sich die volkswirtschaftlichen Schäden des Klimawandels (gemessen in Wohlfahrtseinheiten) durch ein Bündel von Anpassungsmaßnahmen in den Bereichen Land- und Forstwirtschaft, Schutz vor Naturgefahren und Katastrophenmanagement um 30 Prozent. Die Effekte dieser Anpassungsmaßnahmen sind für das BIP (70 Prozent weniger Schaden) bzw. die Beschäftigung (50 Prozent geringerer Anstieg der Arbeitslosigkeit) noch stärker. Für Straßen- und Infrastrukturmaßnahmen sind die positiven Folgen der Anpassung zwar etwas schwächer, aber immer noch deutlich. Preinfalk (2021) verwendet ein CGE-

Modell, um die Anpassungsmaßnahmen in Österreich, den Niederlanden und Spanien zu bewerten. Für Österreich ermittelt die Autorin, dass öffentliche Anpassungsmaßnahmen die BIP-Verluste des Klimawandels im Jahr 2050 um insgesamt 83 Prozent reduzieren können.

Berger et al. (2024a) ziehen das Makromodell E-PuMA heran, um die Auswirkungen von Anpassungen für Österreich zu untersuchen. Auf Grundlage der empirischen Arbeit von Gourio und Fries (2020) über Anpassungsmaßnahmen in den USA und der prognostizierten Jahresdurchschnittstemperatur in Österreich werden vier verschiedene Klimaszenarien analysiert. Die Anpassungsmaßnahmen werden über mehrere Kanäle abgebildet, nämlich zum einen über eine geringere Abschreibung des Kapitalstocks (geringere Schäden) und damit geringeren Ersatzbedarf und zum anderen über eine höhere Produktivität (Raumklima zur Erhaltung der Produktivität und Produktinnovationen). Der Simulation zufolge ist die Beschäftigung im RCP8.5-Szenario langfristig um 0,6 Prozent höher als ohne Anpassungsmaßnahmen, was etwa 26.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen entspricht. Das reale BIP fällt demnach langfristig im RCP8.5-Szenario um 2,7 Prozent höher aus, was einem jährlichen Wertschöpfungseffekt von rund 13 Mrd. Euro entspricht. Der positive wirtschaftliche Einfluss spiegelt sich auch in den öffentlichen Finanzen wider, insbesondere über höhere Abgaben. In Szenarien mit weniger starkem Klimawandel sind die positiven Effekte der Anpassungsmaßnahmen geringer, da die Klimaschäden und somit auch der Anpassungsbedarf geringer ausfallen.

Methodisch werden zudem immer wieder Kosten-Nutzen-Analysen verwendet, die den Aufwand (die Kosten) und das Ergebnis (den Nutzen) von Anpassungsmaßnahmen vergleichen. Nach Bellon et al. (2022) ist die Schätzung des Nutzens von Adaptierungen herausfordernd, aber es herrscht weitgehend Übereinstimmung, dass dieser bei effektiv umgesetzten Maßnahmen hoch sein kann. Für verschiedene Maßnahmen liegt das Nutzen-Kosten-Verhältnis demnach oft zwischen 1:1 und 9:1.

4. EMISSIONS- UND ENERGIESZENARIOEN FÜR ÖSTERREICH

Aufbauend auf den internationalen, europäischen und nationalen Regelungen, die in Kapitel 2 zusammengefasst sind, wurden für Österreich verschiedene THG-Emissionsszenarien entwickelt. Das ermöglicht eine Einschätzung darüber, inwieweit mit den bestehenden und/oder geplanten Maßnahmen die einzelnen Emissionsziele erreicht werden können.

Für Österreich ermittelt das Umweltbundesamt im Auftrag des BMLUK regelmäßig derartige Emissionsszenarien (siehe etwa Umweltbundesamt, 2025a). Diese Abschätzungen basieren auf Annahmen in Bezug auf zukünftige Entwicklungen z.B. hinsichtlich der Bevölkerung, der wirtschaftlichen Entwicklung, des Energieverbrauchs, von Viehzahlen, Abfallmengen etc. Diese Szenarien dienen als Grundlage für die Erfüllung von EU-Berichtspflichten sowie als Input für Diskussionen und politische Entscheidungsfindungen.

Grundsätzlich werden zumeist zwei verschiedene Szenarien unterschieden: im Szenario **WEM 2025** (with existing measures) sind jene Maßnahmen berücksichtigt, die vor Juni 2024 umgesetzt bzw. rechtlich verankert wurden. Dazu zählen u.a. das Nationale Emissionszertifikatehandelsgesetz (NEHG) inklusive seiner Überleitung in den ETS II,¹⁹ eine entsprechend dem „Fit for 55“-Paket niedrigere EU-ETS-Obergrenze, das Erneuerbaren-Wärme-Gesetz (EWG), mehr Elektromobilität durch EU-CO₂-Flottenziele und verpflichtende Anteile nachhaltiger Treibstoffe im Flugverkehr sowie höhere Effizienz und mehr erneuerbare Energieträger in der Industrie. Zusätzlich dazu werden aber auch aktuelle Trends (etwa der Rückgang des Tanktourismus) abgebildet.

Im Szenario **WAM 2025** (with additional measures) wurde zusätzlich zu den Maßnahmen laut WEM auch eine Umsetzung der im NEKP 2024 angeführten Maßnahmen angenommen. Im Vergleich zum WEM-Szenario werden höhere CO₂-Preise im ETS mit einem Anstieg auf 200 Euro bis 2040 und 300 Euro bis 2050 sowie im ETS-II (für Verkehr, Gebäude etc.) mit einem Anstieg auf 150 Euro bis 2040 unterstellt. Zusätzlich zu den modellierten Maßnahmen wird im WAM 2025 davon ausgegangen, dass im Effort Sharing Bereich Emissionsreduktionen in Höhe von 0,5 Mio. Tonnen CO₂e durch CCS/U (Carbon Capture

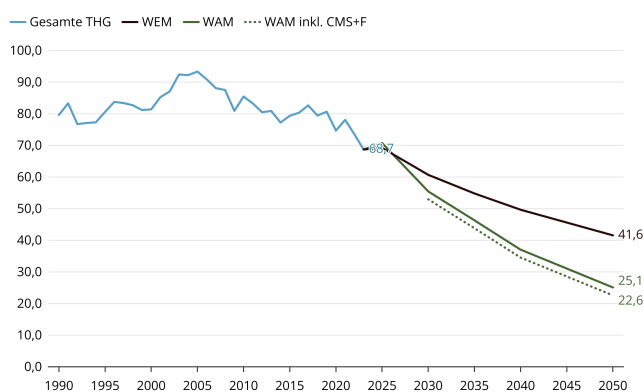
¹⁹ Im WEM-Szenario wird angenommen, dass der ETS II-Preis bis 2030 auf 100 Euro je Tonne steigen und in der Folge auf diesem Niveau bleiben wird. Der ETS-Zertifikatspreis wird den Empfehlungen der EU-Kommission zu den Szenarien für die Governance-Verordnung 2025 entnommen. Die CO₂-Preise des österreichischen nationalen Emissionshandelssystems wurden so entwickelt, dass langfristig eine Angleichung an die europäischen Handelssystempreise erfolgt.

Storage and Utilization) sowie 2 Mio. Tonnen durch die Abschaffung „kontraproduktiver Förderungen“ erreicht werden können.²⁰

In beiden Szenarien ist eine Konsequenz der Neuausrichtung des Energiesystems, dass die Infrastruktur für Energieerzeugung, Speicherung und Übertragung entsprechend angepasst und erweitert werden muss. Dieser Ausbau erfordert eine Reihe von Maßnahmen, etwa eine Ausweisung von Eignungszonen für erneuerbare Energieerzeugung, beschleunigte Verfahren und den Netz- und Energiespeicherausbau. Das Ende Februar 2025 veröffentlichte Programm der neuen österreichischen Bundesregierung wurde in beiden Szenarien nicht mehr berücksichtigt.

Die Entwicklung der gesamten THG-Emissionen (ohne LULUCF) Österreichs seit 1990 sowie die Projektion des Umweltbundesamts bis 2050 sind in Abbildung 6 dargestellt. Nach der Treibhausgasinventur (Umweltbundesamt, 2025b) betragen die Emissionen im Jahr 2023 68,7 Mio. Tonnen CO₂e. Im Vergleich dazu lagen die Emissionen im Jahr 1990 bei 79,6 Mio. Tonnen, im Jahr 2005 bei 93,3 Mio. Tonnen, und auch noch im Jahr 2019 vor der Covid- und der Energiepreiskrise bei 80,6 Mio. Tonnen und damit deutlich höher.

Abbildung 6: Gesamte THG-Emissionen in Österreich, WEM- und WAM-Szenario, in Mio. Tonnen CO₂e



Gesamte THG ohne LULUCF, WEM: with existing measures, WAM: with additional measures, CMS+F: Carbon Management Strategy und Abschaffung kontraproduktiver Förderungen

Quelle: Umweltbundesamt Treibhausgasinventur, Energie- und Treibhausgaszenarien
 • Erstellt mit Datawrapper

ECO AUSTRIA
 INSTITUT FÜR
 WIRTSCHAFTSRECHNUNG

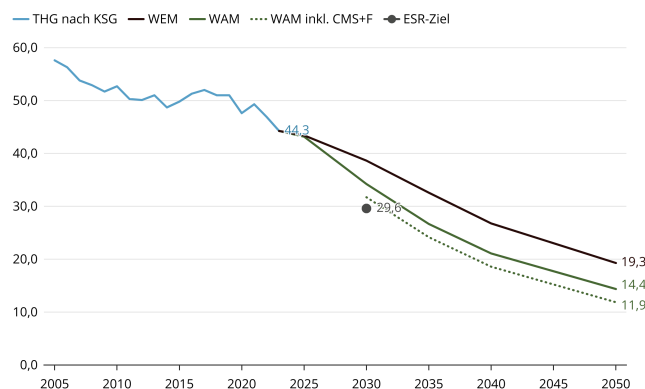
Nach der Modellrechnung des Umweltbundesamts werden die Emissionen im Szenario WEM 2025 (mit den bereits existierenden Maßnahmen) auf 60,7 Mio. Tonnen im Jahr 2030, 49,7 Mio. im Jahr 2040 und

²⁰ In einer aktuellen Studie im Auftrag des BMF analysiert das Umweltbundesamt (2025c) zwei alternative Szenarien. Das Basisszenario weicht geringfügig vom WEM-Szenario ab, im sogenannten Aktivitätsszenario wurden einige zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen abgebildet. Die vorliegende Studie hat jedoch zum Ziel, die Auswirkungen einer Klimaneutralität 2040 im Vergleich zu einem Szenario, das sich an der Zielerreichung laut internationalen Vorgaben orientiert, zu untersuchen. Daher wird hier auf die Szenarien aus Umweltbundesamt (2025a) zurückgegriffen, weil sich das dort abgebildete WAM-Szenario stärker an die Zielerreichung laut internationalen Vorgaben nähert als das deutlich weniger ambitionierte Aktivitätsszenario laut Umweltbundesamt (2025c).

41,6 Mio. im Jahr 2050 zurückgehen. Im Szenario WAM 2025 werden deutlich stärkere Emissionsreduktionen erreicht. Demnach belaufen sich die Emissionen im Jahr 2030 auf 55,5 Mio. Tonnen, im Jahr 2040 auf 37 Mio. Tonnen und im Jahr 2050 auf 25,1 Mio. Tonnen. Berücksichtigt man darüber hinaus die nicht modellierten THG-Reduktionen für CCS/U und die Abschaffung kontraproduktiver Förderungen, dann reduzieren sich die Emissionen jeweils um weitere 2,5 Mio. Tonnen und liegen im Szenario WAM 2025 im Jahr 2030 bei 53 Mio. Tonnen, im Jahr 2040 bei 34,5 Mio. Tonnen und im Jahr 2050 bei 22,6 Mio. Tonnen.

In Abbildung 7 sind Österreichs Emissionen nach dem Klimaschutzgesetz (KSG), das heißt ohne EU-ETS und Emissionen des nationalen Flugverkehrs, seit 2005 dargestellt. Diese lagen im Jahr 2023 bei 44,3 Mio. Tonnen, im Vergleich zu 57,6 Mio. Tonnen im Jahr 2005 und 51 Mio. Tonnen im Jahr 2019. Insbesondere im Zusammenhang mit der Energiepreiskrise sowie der schwachen wirtschaftlichen Entwicklung seit 2022 ergeben sich damit spürbare Emissionsreduktionen.

Abbildung 7: THG-Emissionen nach Klimaschutzgesetz (KSG), WEM- und WAM-Szenario, in Mio. t CO₂e



THG nach Klimaschutzgesetz (KSG), WEM: with existing measures, WAM: with additional measures, CMS+F: Carbon Management Strategy und Abschaffung kontraproduktiver Förderungen, ESR: Effort Sharing Regulation

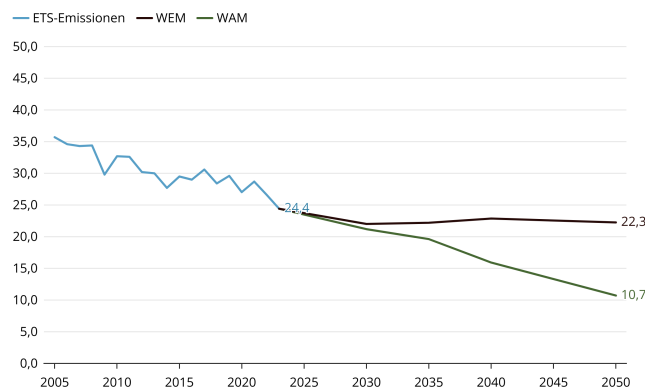
Quelle: Umweltbundesamt Treibhausgasinventur, Energie- und Treibhausgaszenarien

ECO AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Nach der Projektion des Umweltbundesamts gehen die Emissionen nach dem KSG im WEM-Szenario auf 38,6 Mio. Tonnen im Jahr 2030, 26,8 Mio. Tonnen im Jahr 2040 und 19,3 Mio. Tonnen im Jahr 2050 zurück. Im WAM-Szenario betragen die KSG-Emissionen unter Berücksichtigung der nicht-modellierten THG-Reduktion (2,5 Mio. Tonnen) 31,7 Mio. Tonnen im Jahr 2030, 18,6 Mio. Tonnen im Jahr 2040 und 11,9 Mio. Tonnen im Jahr 2050. Im Vergleich dazu liegt das Effort-Sharing-Ziel im Jahr 2030 bei 29,6 Mio. Tonnen. Nach dem Umweltbundesamt kann damit im Szenario WAM 2025 „das Reduktionsziel für Österreich abgebildet werden“, wenn zusätzlich zu einer raschen Abschaffung von „kontraproduktiven Förderungen“ und der Implementierung von CCS/U gleichzeitig der ETS-Flexibilitätsmechanismus sowie das „Banking“ von Überschüssen aus den Jahren 2022 und 2023 in Anspruch genommen werden.

In Abbildung 8 sind die Emissionen Österreichs im EU-ETS im Sektor Energie und Industrie dargestellt. Diese sind in den letzten knapp 20 Jahren von 35,7 Mio. Tonnen im Jahr 2005 auf 24,4 Mio. Tonnen im Jahr 2023 zurückgegangen. Während die ETS-Emissionen im WEM-2025-Szenario in der Zukunft nur mehr moderat sinken, ermitteln die Autor:innen im WAM-2025-Szenario einen deutlich stärkeren Rückgang auf 10,7 Mio. Tonnen im Jahr 2050.

Abbildung 8: Emissionen im EU-ETS, WEM- und WAM-Szenario, in Mio. Tonnen CO_{2e}



Emissionen im ETS, WEM: with existing measures, WAM: with additional measures

Quelle: Umweltbundesamt Treibhausgasinventur, Energie- und Treibhausgaszenarien

ECO AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

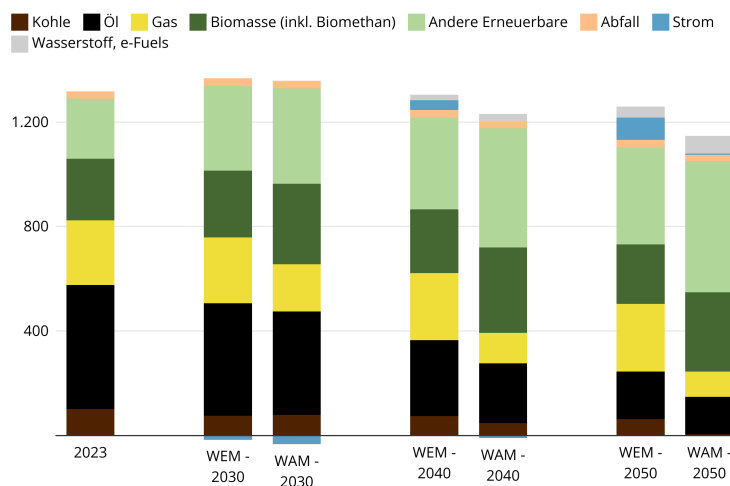
In der Publikation des Umweltbundesamtes (2025a) werden auch für den Energieverbrauch WEM- bzw. WAM-Szenarien entwickelt. In Abbildung 9 ist die prognostizierte Entwicklung des Bruttoinlandsverbrauchs (BIV) dargestellt, der sich aus dem (energetischen und nicht-energetischen) Endverbrauch, Transportverlusten, dem Verbrauch des Sektors Energie sowie dem Umwandlungsverlust²¹ von Energie zusammensetzt.²² Durch die Berücksichtigung des Umwandlungsausstoßes werden Doppelzählungen vermieden, etwa dann, wenn der Energieträger Erdgas zur Stromerzeugung und der erzeugte Strom wiederum von Endverbraucher:innen genutzt wird. Nach dieser Abschätzung zeigt sich im Szenario WEM 2025 ein relativ stabiler bzw. leicht rückläufiger BIV, von 1.317 Petajoule im Jahr 2023 auf 1.353 PJ 2030, 1.303 PJ 2040 und 1.254 PJ im Jahr 2050 trotz wachsender Bevölkerung und Wirtschaftsleistung. Den Autor:innen nach ist dies von Energieeffizienzmaßnahmen sowie der Umstellung auf erneuerbare Energieträger getrieben (während

²¹ Der Umwandlungsverlust entspricht dem Umwandlungseinsatz abzüglich des Umwandlungsausstoßes. Der Umwandlungseinsatz ist der Einsatz eines Energieträgers zur Erzeugung von Sekundärenergieträgern, der Umwandlungsausstoß ist der erzeugte Sekundärenergieträger bei einem Umwandlungsprozess. Das heißt zum Beispiel, in einem Gaskraftwerk ist der Umwandlungseinsatz das eingesetzte Erdgas und der Umwandlungsausstoß die erzeugte elektrische Energie.

²² Am Beispiel der elektrischen Energie bedeutet das, dass beispielsweise der Umwandlungseinsatz von Erdgas und Wasserkraft im Bruttoinlandsverbrauch von Gas und erneuerbaren Energieträgern berücksichtigt ist, während der dadurch erzeugte Umwandlungsausstoß vom Verbrauch der elektrischen Energie abgezogen wird. Somit entspricht der Bruttoinlandsverbrauch von Elektrizität dem Netto-Stromimport.

die Umwandlungsverluste etwa bei Gaskraftwerken im BIV enthalten sind, werden bilanziell in einer Energiebilanz keine Umwandlungsverluste bei der Stromerzeugung durch z.B. Wasserkraft, Wind und PV verbucht). Im Szenario WAM 2025 verringert sich der BIV bis 2040 um 7 Prozent gegenüber dem Jahr 2023.²³

Abbildung 9: Entwicklung Bruttoinlandsverbrauch laut WEM- und WAM-Szenario, in Petajoule



Bruttoinlandsverbrauch von Strom entspricht den Nettoimporten

Quelle: Umweltbundesamt (2025a): Energie- und Treibhausgasszenarien • Erstellt mit Datawrapper

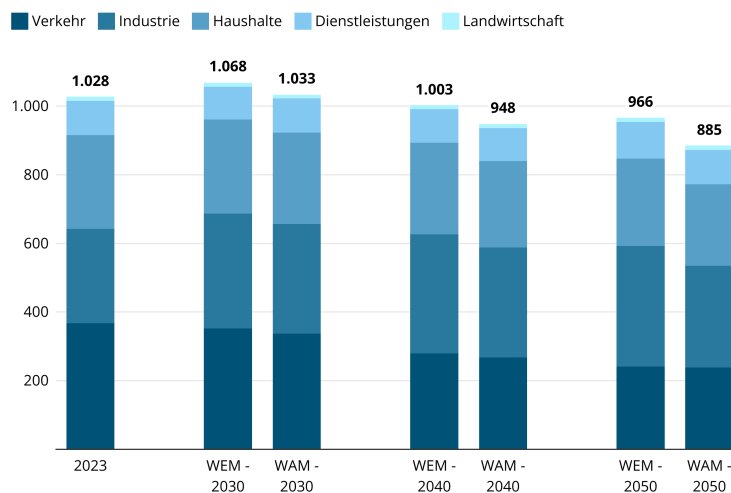
ECO AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Alternativ zum BIV kann auch der Energetische Endverbrauch (EEV) dargestellt werden, der die energetische Verwendung der Verbraucher:innen in den Sektoren Verkehr, Industrie, Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft erfasst. Im Szenario WEM 2025 steigt der EEV bis 2030 und sinkt bis 2040 unter das Niveau von 2023, siehe Abbildung 10. Während der Verbrauch bei Haushalten, Dienstleistungen und in der Landwirtschaft annähernd konstant ist, ermitteln die Autor:innen einen höheren EEV in der Industrie und umgekehrt einen deutlich rückläufigen Verbrauch im Sektor Verkehr. Im Szenario WAM 2025 bleibt der EEV zwischen 2023 und 2030 fast unverändert, sinkt aber bis 2040 deutlich. Im Vergleich zum WEM-Szenario ist insbesondere in den Sektoren Industrie und Haushalte der EEV deutlich geringer. Dennoch resultiert annähernd der gesamte Rückgang im Vergleich zum Jahr 2023 aus dem Sektor Verkehr. Der Studie zufolge ist dieser Rückgang u.a. auf die Elektrifizierung der Flotten, die Verlagerung in Richtung öffentlichen Verkehr, den Ausbau von Fahrgemeinschaften, die Forcierung von Fuß- und Radverkehr sowie eine Ökologisierung der LKW-Maut im Zuge der EU-

²³ Bei der Interpretation dieser Zahlen ist auch entscheidend, dass der Bruttoinlandsverbrauch von Strom den Nettoimporten entspricht. Falls also der im Zuge der Elektrifizierung steigende Stromverbrauch vollständig durch inländische Produktion gedeckt werden kann, würden die Nettostromimporte und damit der Strom-Bruttoinlandsverbrauch nicht steigen.

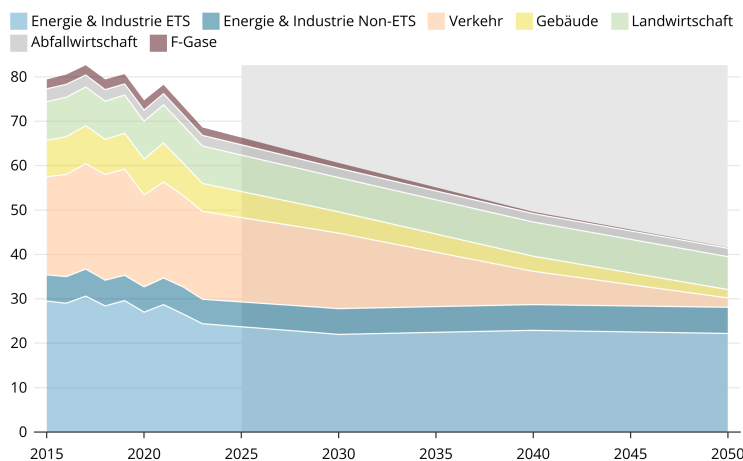
Wegekostenrichtlinie zurückzuführen. Der NEKP sieht zwar ein Endenergieverbrauchsziel von 904 PJ im Jahr 2030 vor, dieses Ziel wird jedoch auch im Szenario WAM 2025 nicht erreicht (1.033 PJ).

Abbildung 10: Entwicklung Energetischer Endverbrauch laut WEM- und WAM-Szenario, in Petajoule



Quelle: Umweltbundesamt (2025a): Energie- und Treibhausgasszenarien

Abbildung 11: Emissionen im WEM-2025-Szenario nach Sektoren, in Mio. Tonnen CO₂e



Sektoreinteilung nach KSG

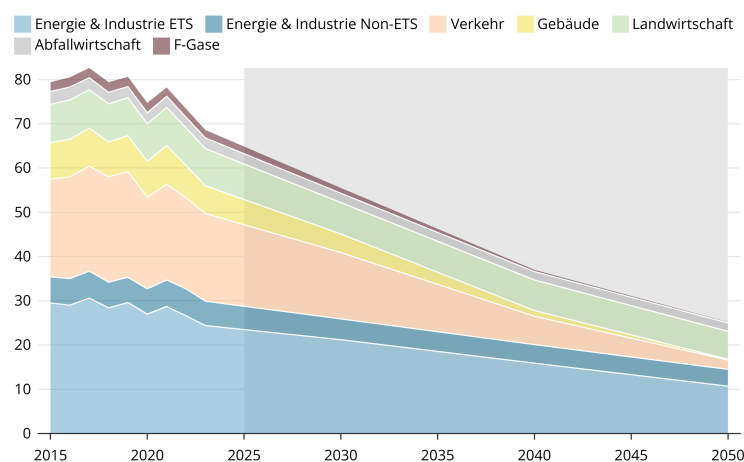
Quelle: Umweltbundesamt Energie- und Treibhausgasszenarien • Erstellt mit Datawrapper

Abbildung 11 stellt Österreichs THG-Emissionen im WEM-2025-Szenario des Umweltbundesamtes nach Sektoren dar. In diesem Szenario ist ein großer Teil des Emissionsrückgangs auf die beiden Sektoren Verkehr (von 19,8 Mio. Tonnen CO₂e im Jahr 2023 auf 17 Mio. Tonnen 2030, 7,5 Mio. Tonnen 2040 bzw. 2,1 Mio. Tonnen im Jahr 2050) und Gebäude (von 6,3 Mio. Tonnen im Jahr 2023 auf 4,8 Mio. Tonnen 2030, 3,4 Mio. Tonnen 2040 und 1,9 Mio. Tonnen im Jahr 2050) zurückzuführen. Im Vergleich dazu fällt

der Rückgang im Sektor Energie und Industrie, in der Landwirtschaft und in der Abfallwirtschaft moderat aus.

Im WAM-2025-Szenario fallen die Emissionsreduktionen in den Sektoren Verkehr (z.B. im Jahr 2040 Emissionen von 7,5 Mio. Tonnen im WEM- und 6,4 Mio. Tonnen im WAM-Szenario) sowie bei Gebäuden (im Jahr 2040 Emissionen von 3,4 (WEM) bzw. 1,3 Mio. Tonnen (WAM)) stärker aus als im WEM-2025-Szenario, siehe Abbildung 12. Darüber hinaus prognostiziert das Umweltbundesamt im WAM-Szenario deutlich geringere Emissionen im Sektor Energie und Industrie (ETS- und Non-ETS gemeinsam betrachtet). Während diese Emissionen im Jahr 2040 im WEM-Szenario 28,6 Mio. Tonnen betragen, liegen sie im WAM-Szenario bei 20,2 Mio. Tonnen.

Abbildung 12: Emissionen im WAM-2025-Szenario nach Sektoren, in Mio. Tonnen CO₂e



Sektoreinteilung nach KSG; nicht-modellierte Carbon Management System (CMS) und Abschaffung kontraproduktive Förderungen (F) nicht berücksichtigt (-2,5 Mio. Tonnen in Zukunft)

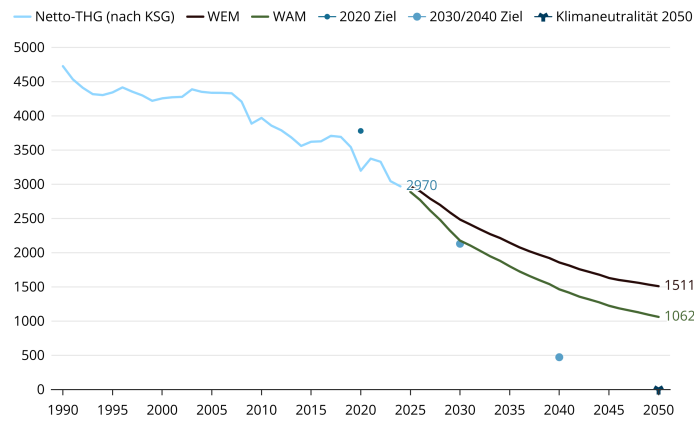
Quelle: Umweltbundesamt Energie- und Treibhausgasszenarien

ECO AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Die Europäische Umweltagentur (2025) fasst die THG-Emissionen und -Projektionen der einzelnen EU-Mitgliedstaaten zusammen und analysiert so die Fortschritte bei der Erreichung der Klima- und Energieziele der EU. Die historische Entwicklung der Netto-THG-Emissionen und die WEM- und WAM-Projektionen für die EU-27 sowie der Vergleich mit den Klimazielen sind in Abbildung 13 dargestellt. Zwischen 1990 und 2022 sind die Emissionen um knapp 30 Prozent zurückgegangen, in den Jahren 2023 und 2024 erfolgte ähnlich wie in Österreich ein weiterer starker Rückgang, sodass die Emissionen 2024 (nach vorläufigen Zahlen) um 37 Prozent geringer sind als 1990. Summiert man die Projektionen der einzelnen EU-Staaten, so ergibt sich, dass die Emissionen im Jahr 2030 im WEM-Szenario um 47 Prozent und im WAM-Szenario um 54 Prozent geringer ausfallen als 1990, sodass nach aktuellem Stand im WEM-Szenario das 55-Prozent-Ziel für 2030 deutlich, im WAM-Szenario jedoch nur knapp verfehlt wird. Die Lücke zwischen den Zielvorgaben und den Projektionen vergrößert sich nach 2030 deutlich. Im WAM-

Szenario sinken die Nettoemissionen 2040 um 69 Prozent und 2050 um 78 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990, im Vergleich zum Reduktionsziel von 90 Prozent für 2040 und dem Ziel der Klimaneutralität für 2050.

Abbildung 13: Netto-THG-Emissionen der EU-27 seit 1990, WEM- und WAM-Projektionen bis 2050 und EU-Klimaziele, in Mio. Tonnen CO₂e



THG nach Europäischem Klimaschutzgesetz, WEM: with existing measures, WAM: with additional measures

Quelle: Europäische Umweltagentur (2025)

5. HERAUSFORDERUNGEN FÜR DEN WIRTSCHAFTSSTANDORT

Der österreichische Wirtschaftsstandort steht derzeit vor vielfältigen Herausforderungen. Nach zwei Jahren mit negativer realer Wachstumsentwicklung dürfte 2025 die Wirtschaftsleistung mit rund einem halben Prozent wieder etwas zugenommen haben. Die Aussichten für 2026 und die kommenden Jahre bleiben aber mit einem Wachstum von etwa einem Prozent moderat²⁴. In den letzten Jahren hat die österreichische Wirtschaft kräftig an Wettbewerbsfähigkeit verloren. Im IMD-Ranking²⁵ liegt Österreich im Jahr 2025 auf Platz 26 nach Platz 19 im Jahr 2021. Nach dem EcoAustria Competitiveness Index (ECI) zeigt sich seit 2022 ebenso ein deutlicher Rückgang in der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen EU-Mitgliedstaaten²⁶.

Deutlich höhere Energiekosten, hohe Inflationsdynamik allgemein, kräftig gestiegene Lohnkosten, eine schwache Produktivitätsentwicklung, geopolitische Krisen und die Ausweitung der Handelsbarrieren haben die Standortqualität und die preisliche Wettbewerbsfähigkeit in erheblichem Maß beeinträchtigt.²⁷ Daneben bestehen weiterhin Problembereiche für die Wettbewerbsfähigkeit, die bereits seit erheblicher Zeit eine Herausforderung darstellen, wie hohe Abgaben zur Finanzierung der Sozialleistungen, die fortschreitende Alterung der Bevölkerung, veränderte Präferenzen bei der Arbeitszeit und die damit einhergehende Ausweitung der Teilzeiterwerbstätigkeit, niedriges Pensionsantrittsalter, hohe bürokratische Lasten und lange Verfahrensdauern. Bei der Abgabenquote nimmt Österreich mit 43,8 Prozent des BIP im Jahr 2024 den vierthöchsten Platz unter den EU-Mitgliedstaaten ein, nach Dänemark, Frankreich und Belgien. Die öffentliche Ausgabenquote belief sich im Jahr 2024 auf 55,2 Prozent des BIP und liegt um 6,1 Prozentpunkte höher als noch im Jahr 2019 und nur moderat niedriger im Vergleich zum COVID-Jahr 2020 mit 57,3 Prozent. In den kommenden Jahren ist nach dem Bundesfinanzrahmen nur ein geringfügiger Rückgang vorgesehen. Dieser hohe Anteil der öffentlichen Hand erschwert die private Wirtschaftstätigkeit und führt zu hohen Kosten zur Finanzierung der Ausgaben.

Öffentliche Finanzen

Der kräftige Anstieg der öffentlichen Ausgaben im Zuge der Krisen der 2020er Jahre und das Verharren auf dem hohen Niveau haben auch deutliche Spuren in den öffentlichen Finanzen hinterlassen. Die Defizitquote liegt seit 2020 im Schnitt deutlich über dem Niveau früherer Perioden, siehe Abbildung 14.

²⁴ Siehe Wirtschaftsprognose von WIFO, IHS oder OeNB.

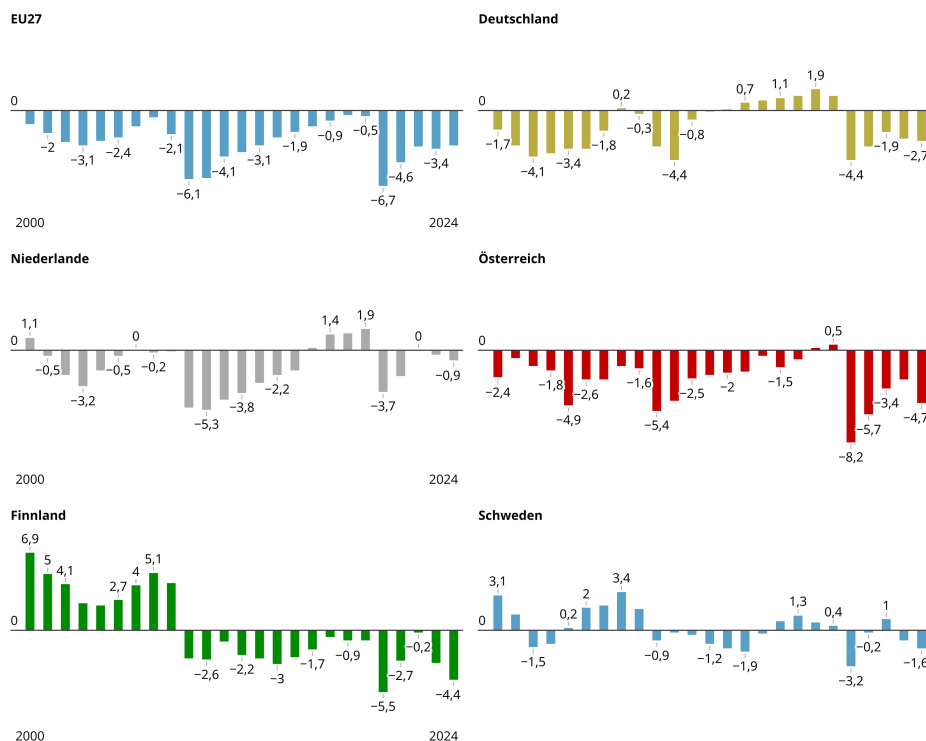
²⁵ IMD (2025).

²⁶ Siehe Köppl-Turyna und Graf (2025).

²⁷ Siehe Produktivitätsrat (2025).

Es gab zwar auch in der Vergangenheit Jahre mit hohem Defizit (2004, teilweise bedingt durch die Steuerreform 2004/5, und 2009 als Folge der Finanz- und Wirtschaftskrise), das Defizit ist in den Folgejahren aber jeweils deutlich reduziert worden. Die beiden Jahre 2018 und 2019 waren die einzigen Jahre mit leichten Überschüssen. Für die kommenden Jahre ist nach dem Strategiebericht der Bundesregierung nur mit einer moderaten Reduktion der Defizitquote zu rechnen. Vergleicht man Österreich mit der EU insgesamt, dann zeigt sich eine ähnlich hohe Bedeutung der Schuldenfinanzierung. Seit dem Jahr 2000 beträgt in Österreich die durchschnittliche Defizitquote 2,6 Prozent, in der EU27 2,8 Prozent. Betrachtet man andere wichtige Wettbewerbsländer, dann sind die Defizite im Schnitt niedriger und es werden wesentlich häufiger Überschüsse erzielt. Für Finnland beispielsweise zeigt sich das Bild von deutlichen Überschüssen vor der Finanz- und Wirtschaftskrise und teilweise kräftigen Defiziten nach dieser Krise.

Abbildung 14: Entwicklung des Maastricht-Budgetsaldos in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten (in % BIP, 2000-2024)

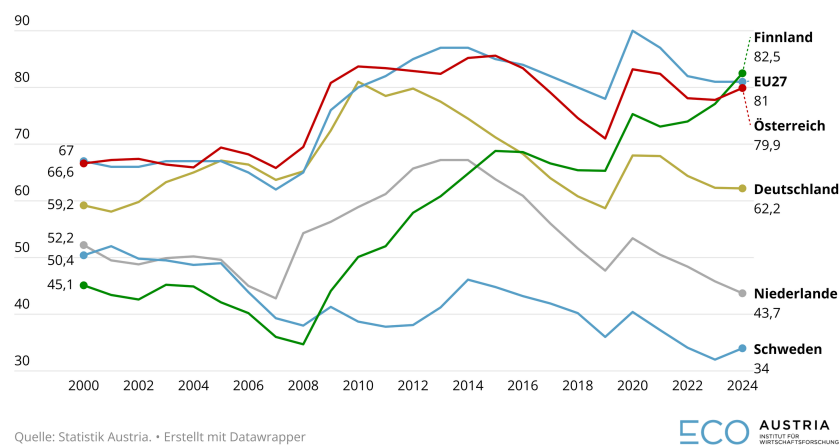


Quelle: Statistik Austria. • Erstellt mit Datawrapper

Die Defizitentwicklung spiegelt sich in der Entwicklung der Schuldenstandsquote wider. Lag die Quote in Österreich im Jahr 2000 noch bei rund 67 Prozent des BIP, so ist sie während der Finanz- und Wirtschaftskrise auf über 80 Prozent gestiegen, in den Jahren nach der Krise nur moderat zurückgegangen und hat mit COVID wieder auf über 80 Prozent zugelegt. Das Muster für die EU27 sieht

sehr ähnlich wie für Österreich aus, während die Schuldenstandsquote in Schweden und in den Niederlanden in den letzten 24 Jahren zurückgegangen ist, für Deutschland ist das Niveau relativ unverändert. Für Finnland zeigt sich hingegen ein kräftiger Anstieg seit der Finanz- und Wirtschaftskrise, sodass die Quote nun höher als für die EU27 liegt.

Abbildung 15: Entwicklung der Schuldenquote in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten (2000-2024)



Gegeben die Entwicklung bei den öffentlichen Finanzen und die fortschreitende Alterung, insbesondere aufgrund des Wechsels der Babyboomer in den Ruhestand, wird der Spielraum bei den öffentlichen Finanzen in Österreich enger. Daher sind weitere spürbare Konsolidierungsanstrengungen notwendig, um das Defizit zu stabilisieren. Dementsprechend stehen von öffentlicher Seite nur begrenzt Mittel zur Unterstützung der Transformation der Wirtschaft zur Verfügung. Es wird daher umso wichtiger sein, Rahmenbedingungen anzupassen, beispielsweise bei Bürokratielasten, Vermeidung von Gold-Plating etc., um Wachstumsimpulse zu setzen.

Klimaziele einzelner Staaten

Vor diesem Hintergrund stellt die Transformation der Wirtschaft und der notwendige Ausbau der relevanten Infrastruktur zur Absenkung der THG-Emissionen und Erreichung des Ziels der Klimaneutralität eine grundlegende Herausforderung dar. Um Klimaneutralität zu erreichen, bedarf es erheblicher Investitionen in den einzelnen Sektoren. Besonders im Bereich des Verkehrs und der Gebäude, aber auch in der energieintensiven Industrie und für die Erzeugung und Bereitstellung erneuerbarer Energien sind erhebliche Investitionserfordernisse gegeben. Für Deutschland, wo das Ziel der Erreichung der Klimaneutralität mit dem Jahr 2045 fixiert wurde, geht Frondel (2026) von zusätzlichen Investitionskosten in der Höhe von 750 Mrd. Euro aus. Für Österreich kommt das Umweltbundesamt (2023) zu dem Ergebnis, dass im Szenario Transition (siehe Kapitel 6.1) im Vergleich mit dem WEM-Szenario zusätzliche durchschnittliche jährliche Investitionen von 4,3 Prozent zwischen

2023 und 2030 und 8,2 Prozent zwischen 2030 und 2040 notwendig sind. Dies entspricht in etwa 5 Mrd. Euro bzw. knapp 10 Mrd. Euro an Investitionen jährlich. Dabei handelt es sich um zusätzliche Investitionen und nicht um Ersatzinvestitionen. Stellt man auf das Vorziehen des Klimaneutralitätsziels von 2050 auf 2040 (zusätzlich zur Erfüllung des EU-Ziels 2040) ab, dann wird dies zwar weniger starke zusätzliche Investitionserfordernisse zur Folge haben. Dennoch ist auch in diesem Fall mit hohen zusätzlichen Investitionserfordernissen zu rechnen. Insbesondere im Bereich der Unternehmen verursachen die Investitionen zusätzliche Kosten, die zwar die Emissionen reduzieren, aber oftmals nicht mit entsprechenden wirtschaftlichen Erträgen verbunden sind. Dies setzt insbesondere jene, die in Drittstaaten (direkt oder indirekt im Rahmen von Vorleistungsverflechtungen) exportieren, zusätzlich unter Druck.

Neben dem EU-Ziel einer Netto-Klimaneutralität im Jahr 2050 haben sich einzelne Staaten eigene und strengere Ziele gesetzt. Finnland plant bereits im Jahr 2035 klimaneutral zu sein, Österreich hat sich mit dem Jahr 2040 ebenso ein besonders ehrgeiziges Ziel gesetzt. Von den 27 EU-Mitgliedstaaten haben nur drei weitere Länder die Absicht vor dem Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen, nämlich Dänemark, Deutschland und Schweden. In den anderen EU-Mitgliedstaaten besteht nicht die Absicht eines Vorziehens der Klimaneutralität. Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, dass in einigen Mitgliedstaaten schwächere Ziele vorgesehen sind bzw. keine expliziten Ziele vorliegen wie in Polen.

Tabelle 3: Nationale Vorgaben für den Zeitraum zur Erreichung der Klimaneutralität

Land	Jahr der Klimaneutralität	Land	Jahr der Klimaneutralität
Finnland	2035	Australien	2050
Österreich	2040	Kanada	2050
Dänemark	2045	Brasilien	2050
Deutschland	2045	Argentinien	2050
Schweden	2045	China	2060
Andere EU-Mitgliedstaaten*	2050	Indien	2070
Island	2040	Vereinigte Staaten	-
Norwegen	-		

* In den anderen EU-Mitgliedstaaten wird entweder das Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2050 oder weniger ambitionierte Ziele verfolgt. Es ist jedoch das Ziel der Klimaneutralität der EU insgesamt im Jahr 2050 zu berücksichtigen.

Quelle: Net Zero Tracker, <https://zerotracker.net/>. • Erstellt mit Datawrapper

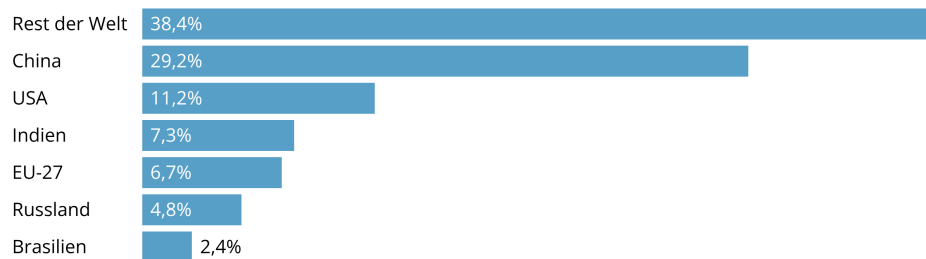
Außerhalb der EU hat Island ebenso wie Österreich 2040 als zeitlichen Horizont vorgesehen, Norwegen hingegen hat sich keine Ziele in dieser Hinsicht gesetzt. In größeren Ländern außerhalb Europas finden

sich ähnlich lange oder längere Zeithorizonte. Australien, Kanada, Brasilien und Argentinien haben sich ebenso wie die EU das Jahr 2050 als Vorgabe für das Klimaneutralitätsziel gesetzt. China und Indien wollen dies bis 2060 bzw. 2070 erreichen. Für die USA besteht keine Zielvorgabe auf zentraler Ebene, in einzelnen Bundesstaaten sind aber Ziele vorgesehen, beispielsweise in Kalifornien und Maine das Jahr 2045, in New York State oder Colorado das Jahr 2050.

Vergleicht man das Ziel Österreichs mit anderen EU-Mitgliedstaaten bzw. mit anderen Regionen, dann zeigt sich, dass Österreich hier besonders ambitioniert vorgehen will. Vor dem Hintergrund der bereits jetzt vorherrschenden Probleme sind mit der kurzen Periode weitere Herausforderungen verbunden. Die verkürzte Frist erfordert Investitionsentscheidungen ohne Kenntnis zukünftig potenziell verfügbarer Technologien und bringt die Problematik mit sich, dass die Vermeidungskosten höher sind als sie bei einer längeren Übergangsperiode ausfallen würden. Dies ist vor allem bei Investitionsgütern mit einer langen Nutzungsdauer problematisch. Darüber hinaus ist Österreich davon abhängig, welche Entscheidungen und Investitionen in anderen Ländern getroffen werden und bis wann notwendige Infrastruktur zur Verfügung steht. Dies spielt insbesondere beim Wasserstoff und im Bereich der elektrischen Energie eine wichtige Rolle. Um das Ziel der Klimaneutralität ökonomisch effizient zu erreichen, werden Strom- und Wasserstoffimporte aus Regionen, die wesentlich günstigere Kosten der Energieerzeugung aufweisen oder Produktionsflauten ausgleichen können, wichtig sein. Ein Alleingang kann damit mit deutlich höheren Kosten verbunden sein und die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Österreich weiter verringern.

Im Falle eines Vorziehens der Klimaneutralität in Österreich bzw. in einzelnen Staaten oder Regionen ist auch deren Relevanz für die weltweiten THG-Emissionen zu beachten. Nach einer Abschätzung des Joint Research Center (Crippa et al., 2023) betragen die globalen THG-Emissionen im Jahr 2022 53,8 Gt CO₂e. Davon betragen die Emissionen Chinas 15,7 Gt (29,2 Prozent der weltweiten Emissionen), jene der USA 6 Gt (11,2 Prozent) und jene Indiens 3,9 Gt (7,3 Prozent), siehe Abbildung 16. In der EU-27 insgesamt wurden demnach 3,6 Gt ausgestoßen, was einem Anteil von 6,7 Prozent entspricht. Österreichs Emissionen im Ausmaß von 0,077 Gt (die Methodik und damit die Daten weichen etwas von der Treibhausgas-Inventur ab) entsprachen 0,14 Prozent der weltweiten Emissionen.

Abbildung 16: Anteile der emissionsstärksten Volkswirtschaften an weltweiten THG-Emissionen, 2022



Quelle: Joint Research Center (2023) • Erstellt mit Datawrapper

Carbon Leakage

Im Zusammenhang mit dem Verlust der Wettbewerbsfähigkeit steht die Verlagerung von THG-intensiver Produktion und die Möglichkeit von Carbon Leakage. Unter Carbon Leakage versteht man die Verlagerung von CO₂ Emissionen von Ländern mit strikterer Klimapolitik in Länder mit weniger restriktiver Politik.²⁸ Eine mögliche Operationalisierung zur Messung des Ausmaßes von Carbon Leakage ist das Verhältnis von zusätzlichen Emissionen im Rest der Welt zu den verringerten Emissionen im Inland. Ein Wert kleiner 1 besagt, dass im Ausland die Emissionen schwächer steigen als sie im Inland zurückgehen, bei einem Wert größer 1 nehmen die Emissionen weltweit sogar zu. Letzteres ergibt sich insbesondere dann, wenn die Produktion im Ausland wesentlich emissionsintensiver als im Inland ist.

Es gibt mehrere Kanäle, über die sich Carbon Leakage ergeben kann, siehe dazu Beck et al. (2023). Carbon Leakage kann erstens die Folge geringerer Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Unternehmen sein, was geringere Produktion im Inland und höhere Produktion im Ausland zur Folge hat. Zweitens kann sich Carbon Leakage ergeben, wenn im Inland die Nachfrage nach fossilen Energieträgern zurückgeht und damit die Weltmarktpreise für diese Energieträger zurückgehen. Letzteres wiederum erhöht die Nachfrage im Ausland. Drittens kann Carbon Leakage eine Folge politischer Vereinbarungen sein. Beispielsweise führt eine geringere Nachfrage nach EU-ETS-Zertifikaten in einem Land zu einem höheren Angebot in den anderen ETS-Ländern, sodass insgesamt die nachgefragte Menge nach fossilen Energieträgern unverändert bleibt, selbst wenn ein Land strengere Klimamaßnahmen umsetzt.

Die optimale Politik zur Vermeidung von Carbon Leakage liegt nach Hoel (1996) in der Einführung eines Grenzausgleichssystems mit Refundierung der CO₂-Abgabe an der Außengrenze und der Belastung von Importen mit der Abgabe. Die EU versucht mit CBAM einen solchen Weg zu gehen, die Ausgestaltung mit fehlender Refundierung und der Belastung von lediglich spezifischen Importprodukten führt dazu, dass CBAM keine optimale Politik darstellt. Dies ist dadurch bedingt, dass Handelskriege vermieden

²⁸ Siehe beispielsweise Europäische Kommission, [Link](#).

werden sollen und die WTO-Regeln den Handlungsspielraum eingrenzen (siehe Cosbey et al., 2019). Stehen umfassende Grenzausgleichsmechanismen nicht zur Verfügung, dann könnte eine optimale Politik auch darin bestehen, unterschiedliche CO₂-Preise und Konsumsteuern für unterschiedliche Produkte in Abhängigkeit vom Ausmaß von Carbon-Leakage festzulegen (Kruse-Andersen und Sorensen, 2022).

Empirische Untersuchungen zu Carbon-Leakage haben auf der einen Seite den Vorteil, dass sie tatsächlich eingetretene Entwicklungen von Umweltpolitiken untersuchen können. Einschränkungen ergeben sich aufgrund fehlender Daten, sodass nicht alle relevanten Effekte berücksichtigt werden können, und der moderaten Preisentwicklung in der Vergangenheit²⁹ (Venmans et al., 2020), sodass es schwierig ist, signifikante Carbon-Leakage-Effekte zu ermitteln. Darüber hinaus setzt die Politik oftmals Maßnahmen, um negative Folgen für den Standort abzufedern, sodass nur selten die reine Umweltmaßnahme vorliegt.

Aichele und Felbermayr (2015) untersuchen den Carbon-Leakage Effekt im Zusammenhang mit verbindlichen Kyotovereinbarungen. Diese Länder haben nach der Ratifizierung im Schnitt striktere Klimamaßnahmen umgesetzt als Länder ohne diese verbindlichen Vereinbarungen. Die Autor:innen verwenden eine Gravitationsgleichung für den CO₂-Gehalt der Handelsgüter und differenzieren zwischen verschiedenen Wirtschaftssektoren. Sie kommen zum Ergebnis, dass verbindliche Kyotoziele zu 8 Prozent höheren Importen aus Exportländern ohne Kyotoziele führen und die CO₂-Intensität der Importe um 3 Prozent zulegt. Wang und Kuusi (2024) untersuchen die Auswirkung des EU-ETS auf die CO₂-Intensität des Handels der EU. Auf Basis von OECD-Daten von 2000 bis 2018 und einem Gravitationsmodell auf sektoraler Ebene finden sie, dass der Emissionshandel den CO₂-Gehalt der Exporte um 12 Prozent reduziert hat, bei Importen aber zu einem Anstieg um 13 Prozent geführt hat. Darüber hinaus ist die Anzahl der importierten Produktkategorien um 6 Prozent höher, bei den Exporten ist die Anzahl der Produktkategorien hingegen um 2 Prozent niedriger. Barker et al. (2007) untersuchen unilaterale Umweltsteuerreformen in Europa zwischen 1995 und 2005 und finden im Gegensatz zu obigen Untersuchungen keinen Carbon-Leakage Effekt.

Auf der anderen Seite können anhand von Gleichgewichtsmodellen einzelne Maßnahmen evaluiert werden, ohne dass es zu Verzerrungen mit anderen gesetzten Maßnahmen kommt. Der Nachteil ist jedoch, dass die Ergebnisse von den Modellparametern und der Modellierung abhängen. Modelluntersuchungen basieren überwiegend auf der Untersuchung von unilateralen Klimapolitiken von einem oder mehreren entwickelten Ländern und der Verwendung von weltweiten

²⁹ Der Preis für EU-ETS-Zertifikate war lange Zeit niedrig. Seit dem Jahr 2020 hat der Preis spürbar angezogen, siehe Abbildung 2.

Gleichgewichtsmodellen. Beck et al. (2023) fasst die Ergebnisse in der Literatur seit dem Jahr 2010 zusammen, die Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt. Die Leakage-Rate beschreibt den Anteil der Treibhausgasreduktion in einer Region, der von höheren Emissionen in anderen Regionen wieder absorbiert wird. Die Spalte THG-Reduktion beschreibt die Reduktion in der Region, in der die THG-Emissionen zurückgefahren werden. Die Leakage-Rate liegt in den Analysen zumeist zwischen 10 und 30 Prozent. In der Literatur wird festgehalten, dass die Leakage-Rate im Allgemeinen niedriger ist, wenn der Geltungsbereich der Politikmaßnahme größer ist bzw. die Menge an THG-Senkung geringer ausfällt. Die in der Tabelle zusammengefassten Untersuchungen betreffen zumindest die EU und oftmals noch größere Regionen, sodass die Leakage-Rate dadurch schwächer ausfällt.

Tabelle 4: Modellergebnisse hinsichtlich Carbon-Leakage in der Literatur

Untersuchung	Leakage-Rate	THG-Reduktion	Geltungsbereich
Antimiani et al. (2013)	12%-13%	14%	Annex I des Kyoto-Protokolls
Böhringer et al. (2018)	14%		OECD
Böhringer et al. (2012) ^a	15%-21%	10%-30%	EU und EFTA Staaten
Böhringer et al. (2010) ^b	10%-28%	20%	USA und/oder EU
Elliott et al. (2010)	15%-25%	3%-15%	Annex B des Kyoto-Protokolls
Fischer und Fox (2012)	7%	-	USA (ausgewählte Sektoren)
Gerlagh und Kuik (2014)	3%-10%	11%	EU
Kuik und Hofkes (2010)	11%	-	EU (nur ETS Sektoren)

^a Eine unilaterale THG-Reduktion von 10 (30) Prozent resultiert in einer Leakage-Rate von 15 (21) Prozent. ^b Leakage-Rate für die USA 10 Prozent, die EU 28 Prozent.

Quelle: Beck et al. (2023). • Erstellt mit Datawrapper

Beck et al. (2023) untersuchen die Folgen für kleinere Länder innerhalb einer Klimakoalition (in diesem Fall die EU) und konzentrieren sich dabei auf Dänemark. Nationale und EU-Regelungen (insbesondere EU-ETS) führen dabei zu einer Leakage-Rate von 37 Prozent in der mittleren und 59 Prozent in der langen Frist, wovon ein erheblicher Teil auf EU-Regelungen zurückzuführen ist. In der kurzen Frist entfallen 11 Prozentpunkte und in der langen Frist 33 Prozentpunkte auf EU-Regelungen. Für Österreich finden die Autor:innen einen Wert von über 60 Prozent (nationale und EU-Regelungen). Die Ergebnisse der Literatur zu Carbon Leakage sowohl empirisch als auch auf Basis von Modellsimulationen deuten auf eine erhebliche Leakage-Rate hin, wobei der Effekt bei stärkeren Maßnahmen ausgeprägter sein dürfte.

Energiewende und Folgen für den Arbeitskräftebedarf

Die Energiewende und die Zielerreichung der Klimaneutralität erfordern beträchtliche Investitionen in der Industrie, bei den Energieunternehmen, bei anderen Waren- und Dienstleistungsproduzenten sowie bei privaten Haushalten. Darüber hinaus sind für die Produktion dieser Güter, insofern Teile davon im

Inland produziert werden, die Installation, den Betrieb und die Wartung Arbeitskräfte notwendig. Die zusätzliche Anzahl an Fachkräften ist davon abhängig, wie rasch der Übergang zu einer klimaneutralen Volkswirtschaft erfolgt. Je länger der Zeitraum gewählt wird, desto eher lässt sich die Anzahl zusätzlicher Arbeitskräfte über die Zeit strecken.

Gleichzeitig geht von der Bevölkerungsentwicklung ein dämpfender Effekt auf das Arbeitsangebot aus. Nach dem Hauptszenario der Bevölkerungsprognose vom November 2025 wird zwar die Bevölkerung in Österreich bis 2040 noch um 2,5 Prozent zulegen, von derzeit 9,2 auf 9,4 Mio. Personen, wobei der Anstieg im Zusammenhang mit einer deutlichen Alterung steht. Der Bevölkerungszuwachs ist ausschließlich auf Wanderungsgewinne (zwischen 28.000 und 43.000 Personen jährlich) zurückzuführen, die Geburtenbilanz (Geburten abzüglich Sterbefälle) ist deutlich negativ. Der Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre steigt demnach bis zum Jahr 2040 von 20 auf 26,2 Prozent. Die Zahl der Personen im erwerbsfähigen Alter (zwischen 20 und 64 Jahren) sinkt dagegen um knapp 5 Prozent. Die Anzahl der Erwerbspersonen, also jener Personen, die tatsächlich am Arbeitsmarkt partizipieren, soll nach der Prognose weniger kräftig abnehmen, im Trendszenario um knapp 1 Prozent, im konstanten Szenario um 3 Prozent. Die Prognose setzt voraus, dass die Zuwanderung nach Österreich weiterhin auf hohem Niveau bleibt.

Hinzu kommt, dass sich auch das Angebot an für die Klimawende wichtigen Fachkräften rückläufig entwickeln könnte. Beispielsweise ist die Zahl der Lehrlinge in den letzten 20 Jahren merklich rückläufig. Im Jahr 2005 belief sich die Anzahl der Lehrlinge nach der Lehrlingsstatistik der Wirtschaftskammer noch auf über 120.000, für das Jahr 2024 wird eine Zahl von rund 106.500 ausgewiesen. Beispielsweise im wichtigen Feld der Elektrotechnik und Elektronik ist die Anzahl der Abschlussprüfungen von 2006 mit knapp 2.900 auf weniger als 1.400 Abschlüsse im Jahr 2024 zurückgegangen.

In Bezug auf Arbeitskräfte, die im Umweltbereich tätig sind, gibt es für Österreich mehrere Quellen, die auf verschiedenen Konzepten aufbauen. Ein sehr breites Konzept ist die Kategorisierung von Berufen als Green Job. Dazu gehören nach der BMAW-AMS-Definition Green Jobs im weiteren Sinne als auch Green Jobs im engeren Sinne. Insgesamt umfassen diese beiden Kategorien 536 Berufe³⁰ nach der 6-Steller-Berufsbezeichnung der AMS-Berufssystematik. Green Jobs im engeren Sinne sind Berufe, die allein durch ihre Ausbildung ohne Zusatzausbildung die Möglichkeit bieten, positiv auf Klimaveränderungen einzuwirken (190 Berufe). Green Jobs im weiteren Sinne sind Berufe, die mit einer entsprechenden Zusatzausbildung klimarelevant sind (346 Berufe). Nach AMS (2023)³¹ arbeiten mehr als ein Fünftel der unselbständig Beschäftigten in einem Green Job im engeren oder weiteren Sinne.

³⁰ Stand: November 2024.

³¹ Die Definition der relevanten Berufe basiert auf einem früheren Stand der Berufsliste.

Die Statistik zur umweltorientierten Produktion und Dienstleistung von Statistik Austria erfasst die Gesamtheit der Tätigkeiten zur Messung, Vermeidung, Verringerung, Beschränkung oder Behebung von Umweltschäden. Nach dieser Abgrenzung, die deutlich enger als die BMAW-AMS-Definition ist, sind im Jahr 2023 rund 230.000 Personen in einer umweltorientierten Beschäftigung tätig mit einer Bruttowertschöpfung von 22,9 Mrd. Euro. Im europäischen Vergleich ist der Anteil in Österreich mit 4,3 Prozent an der Gesamtbeschäftigung im Jahr 2019 deutlich höher als im Schnitt der EU-27 mit 2,3 Prozent (Dorr et al. 2023, S. 16). Darüber hinaus weist die Beschäftigung auch ein signifikantes Wachstum auf. Zwischen 2015 und 2021 ist die Anzahl der Umweltbeschäftigten um 10 Prozent gestiegen. Auch die Zahl der offenen Stellen hat in den letzten 10 Jahren deutlich zugelegt, von rund 3.700 im Jahr 2013 auf über 14.100 im Jahr 2022 (ebda.), und damit relativ gesehen deutlich stärker als die offenen Stellen insgesamt. Gesucht werden insbesondere Fachkräfte für den Bereich Bauen und Sanieren und dabei die Berufe Elektriker:innen, Elektrotechniker:innen, Installateur:innen, Maurer:innen, Maschinenbautechniker:innen, Kälteanlagen techniker:innen und Photovoltaiktechniker:innen. Von besonderer Bedeutung bei Qualifikationen sind Lehrausbildungen mit einem Anteil von 60 Prozent an den Neueinstellungen (ebda.).

Diese Einteilungen geben eine gute Bestandsaufnahme, liefern aber nur wenig Informationen darüber, welche zusätzlichen Arbeitskräfte notwendig sind, um die Energiewende zu handhaben. In den letzten Jahren wurden einige Untersuchungen publiziert, die Auswirkungen der Veränderungen im Energiesektor auf die Arbeitsnachfrage abschätzen. Goers et al. (2020) gehen für Österreich von einem Ausbau der Energieproduktion durch erneuerbare Technologien im Ausmaß von 42 TWh und der Speicherleistung um 3,6 TW bis zum Jahr 2030 aus. Untersucht wird der Beitrag von neun wesentlichen erneuerbaren Energieträgern. Nach den Autoren ist der Ausbau mit einem jährlichen Investitionsvolumen von 4,5 Mrd. Euro und einer zusätzlichen jährlichen Beschäftigung von 100.000 Personen verbunden. Die Analyse umfasst sowohl direkte als auch indirekte und induzierte Beschäftigungseffekte, weist jedoch die direkten Beschäftigungsnachfrageeffekte nicht aus. Aus diesen Ergebnissen lässt sich somit die Auswirkung auf die Beschäftigungsnachfrage nur bedingt ableiten.

Thenius et al. (2023) versuchen die Beschäftigungsnachfrage für drei zentrale Ziele der Energiewende zu ermitteln. Diese sind die Sanierung von Wohngebäuden, der Ölkesseltausch und die Bereitstellung von Strom aus erneuerbaren Energien (PV und Wind). Für die Sanierung werden 200.000 Wohnungssanierungen bis zum Jahr 2040 bzw. eine Gebäudesanierungsrate von 2,5 Prozent unterstellt. Nach den Autoren sind damit 9.300 Vollzeitäquivalente (VZÄ) verbunden. Ausgehend von einer Sanierungsrate von bereits 1,4 bis 1,7 Prozent wird der Bedarf an zusätzlichen Vollzeitarbeitskräften auf 4.600 geschätzt. Das zweite Ziel betrifft den Tausch der Ölheizungen bis zum Jahr 2035. Um dieses zu

erreichen, bedarf es des Tausches von täglich 100 Ölheizungen. Hierfür ist von einem Bedarf an rund 4.000 VZÄ auszugehen. Der Ausbau von PV-Anlagen im Ausmaß von 1,1 TW Leistung pro Jahr bedarf rund 6.400 VZÄ, im Bereich der Windkraft gehen Thenius et al. von 1.300 VZÄ jährlich aus, um eine zusätzliche Stromproduktion von 10 TWh pro Jahr aus Windkraft im Jahr 2030 zu erreichen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass alleine in diesen Bereichen eine erhebliche Ausweitung der Arbeitskräftenachfrage zu erwarten ist, wenngleich quantitative Schlussfolgerungen hinsichtlich des Arbeitskräftebedarfs zur Erreichung der Klimaneutralität insgesamt unter Berücksichtigung der anderen Sektoren nicht abgeleitet werden können.

Deutschland hat sich ähnlich wie Österreich das Ziel gesetzt Klimaneutralität bereits vor dem Jahr 2050 zu erreichen. So sieht das Klimaschutzgesetz in Deutschland vor, bis zum Jahr 2045 klimaneutral zu sein. Ehrentraut et al. (2024) ermitteln vor diesem Hintergrund den Fachkräftebedarf in den Bereichen Photovoltaik, Wind und Wasserstoff. Sie berücksichtigen auch den zusätzlichen Bedarf an Arbeitskräften, der sich entlang der Wertschöpfungskette in Deutschland ergibt. Ausgehend von 200.000 Beschäftigten im Jahr 2022 wird in den Wertschöpfungsketten ein zusätzlicher Bedarf von 300.000 Fachkräften bis 2030 ermittelt. Für die Wasserstoffindustrie wird dabei von einem Bedarf von 50.000 Personen bis 2030 ausgegangen, der bis 2045 auf 80.000 zulegen könnte. Des Weiteren zeigt sich, dass ein Mangel im Arbeitskräfteangebot insbesondere bei Personen auf Fachkräfte- (Abschluss einer zwei- bis drei- oder dreieinhalbjährigen Berufsausbildung) sowie auf Spezialistenniveau (Personen mit einer beruflichen Fortbildung oder Bachelor-Abschluss) zu erwarten ist. Nach den Untersuchungen in der Studie werden 42 Prozent der erfassten beruflichen Qualifikationsprofile als „Engpassberuf“ klassifiziert. Besonders ausgeprägt ist der Fachkräfteengpass bereits derzeit bei Beschäftigten für den Bau und die Installation von Energieerzeugungsanlagen (52 Prozent der Beschäftigten in Engpassberufen und 34 Prozent in Berufen, die durch die Bundesagentur für Arbeit unter Beobachtung wegen potenziellen Engpässen stehen), Netzanschluss und -ausbau (73 Prozent in Engpassberufen) und den Betrieb und Wartung von Energieerzeugungsanlagen (35 Prozent in Engpassberufen und 51 Prozent in Berufen unter Beobachtung). Aber auch in anderen (vorgelagerten) Berufen zeigt sich ein Engpass.

Blazejczak und Edler (2021) schätzen den Arbeitskräftebedarf für Investitionen zur Erreichung eines klimaneutralen Deutschlands im Jahr 2050 ab. Ausgehend von einem Gesamtinvestitionsbedarf von 2,15 Billionen Euro in den Jahren 2015 bis 2050 für die einzelnen relevanten Handlungsfelder sehen die Autoren einen Arbeitskräftebedarf für die Herstellung der Güter von knapp 770.000 Personen im Jahr 2035, wovon 58 Prozent auf Fachkräfte entfällt. Rund 40 Prozent des Bedarfs entfällt auf Berufsgruppen, für welche die Bundesagentur für Arbeit im Jahr 2019 einen Mangel an Fachkräften, Spezialisten oder Experten festgestellt hat.

Nach Ehrentraut et al. (2024) spielt insbesondere die duale Berufsausbildung eine Schlüsselrolle für den Ausbau der erneuerbaren Energien. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass eine Ausweitung der Ausbildung im Umweltbereich den Fachkräftebedarf in anderen Branchen verschärft. In Österreich ist zwar in den letzten Jahren die Zahl der offenen Stellen nach der Erhebung von Statistik Austria von durchschnittlich 230.000 im Jahr 2022 auf 138.100 im 2. Quartal 2025 zurückgegangen, dies ist jedoch vor dem Hintergrund der anhaltenden schwachen Wirtschaftsentwicklung weiterhin ein hoher Wert (im Jahr 2019 belief sich die Zahl der offenen Stellen beispielsweise mit 140.800 Stellen auf einem vergleichbaren Niveau, 2015 war die Zahl mit 73.500 nur etwa halb so hoch).

Neben der Beschäftigungsnachfrage im Energiesektor ist das Ziel der Klimaneutralität auch mit zusätzlicher Beschäftigung für die Transformation der Industrie verbunden, wengleich der Importanteil der Wertschöpfung von Investitionsgütern vergleichsweise hoch ist. Schützenhofer et al. (2024, S. 34) beispielsweise gehen von einem heimischen Wertschöpfungsanteil bei prozessbedingten Investitionen von 50 Prozent aus. Es bleibt darauf hinzuweisen: je rascher das Ziel der Klimaneutralität erreicht werden soll, desto umfassender sind der Arbeitskräftebedarf und notwendige Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass die Nachfrage in den Folgejahren nach Zielerreichung wieder zurückgehen wird, sodass umfangreichere Umschulungen notwendig sind.

6. ÖKONOMISCHE AUSWIRKUNGEN EINER UNILATERALEN KLIMANEUTRALITÄT

In diesem Abschnitt werden ökonomische Auswirkungen analysiert, wenn in Österreich unilateral strengere Ziele als jene im Rahmen der EU-Klimaziele festgeschrieben werden und Klimaneutralität im Jahr 2040 umgesetzt wird. Die möglichen Effekte werden in zwei verschiedenen Szenarien anhand von Modellsimulationen mit dem Makromodell E-PuMA untersucht. Dieses Modell ist eine Erweiterung des regelmäßig bei EcoAustria verwendeten PuMA-Modells und bildet zusätzlich zum Unternehmensbereich, zum Arbeitsmarkt und zum öffentlichen Sektor das Energieangebot, die Energienachfrage sowie Treibhausgasemissionen ab. Auf Basis von E-PuMA lassen sich somit unter anderem makroökonomische Effekte einer Reform, etwa auf die Wertschöpfung, die Investitionstätigkeit, den privaten Konsum und die Preise sowie Folgen für den Arbeitsmarkt ermitteln. Für eine kurze Beschreibung des Modells siehe den Appendix, für eine ausführlichere (technische) Modelldokumentation siehe Berger und Strohner (2020 bzw. 2022).

6.1 Ausgangssituation für die Simulation der Klimaneutralität – Basisszenario

Um die volkswirtschaftlichen Folgen des Ziels der Klimaneutralität in Österreich im Jahr 2040 zu analysieren, bedarf es der Festlegung eines Rahmens, der die Entwicklung ohne das strengere Ziel der Klimaneutralität 2040 bestimmt. Im Folgenden wird dieser Rahmen als Basisszenario bezeichnet. Für die vorliegende Studie wird unterstellt, dass die im Rahmen der EU-Vereinbarungen vorgegebenen Ziele erreicht werden, selbst wenn diese Zielerreichung mit hoher Unsicherheit und erheblichen Anstrengungen verbunden ist. Die wirtschaftlichen Folgen der Klimaneutralität im Jahr 2040 ergeben sich dann als Abweichung von der simulierten Wirtschaftsentwicklung im Basisszenario.

Eine wesentliche Rahmenbedingung für das Basisszenario sind die bereits eingegangenen Verpflichtungen Österreichs zur Reduktion der THG-Emissionen. Wesentlicher Pfeiler ist nach dem EU-Klimagesetz das Ziel der EU, bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Verbleibende Emissionen sind durch natürliche und technische „Senken“ zu kompensieren. Ebenso wurde das Zwischenziel für das Jahr 2030 von einer 40-prozentigen Reduktion gegenüber 1990 auf 55 Prozent erhöht. Für Österreich bedeutet dies für ESR-Emissionen eine Senkung um 48 Prozent gegenüber dem Jahr 2005.

Darüber hinaus wurde auf EU-Ebene ein Prozess zur Festlegung eines 2040-Ziels auf den Weg gebracht. Rat und europäisches Parlament haben sich darauf verständigt, dass die Nettotreibhausgasemissionen bis 2040 um 90 Prozent verringert werden sollen. Zusätzlich soll es über internationale CO₂-Gutschriften ab dem Jahr 2036 eine Flexibilitätsinstrument geben, wobei der Beitrag dieser Gutschriften mit 5 Prozent

der Nettoemissionen der EU des Jahres 1990 begrenzt ist. Der EU-ETS-II soll nun 2028 beginnen, sodass ein erheblicher Teil der THG-Emissionen Österreichs in einem der beiden Emissionshandelssysteme integriert ist.

Zur Festlegung eines Basisszenarios werden zwei Emissionsszenarien des Umweltbundesamtes herangezogen. Das Erste ist das aktuelle WAM-Szenario (siehe Umweltbundesamt 2025a), das Zweite ist das Transition-Szenario (siehe Umweltbundesamt 2023), welches für 2040 für Österreich Klimaneutralität vorsieht. Klimaneutralität wird dabei als national bilanzielle Netto-Null-Emissionen definiert und beinhaltet auch Annahmen über das Ausmaß an CCS/U zur Erreichung des Ziels. Die beiden Emissionsszenarien sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Nach dem WAM-Szenario werden weder 2040 noch 2050 die Zielvorgaben erreicht. Im Jahr 2050 belaufen sich die Nettoemissionen auf 22 Mio. Tonnen und damit auf über 28 Prozent des Wertes von 1990 mit 79,6 Mio. Tonnen. Im Jahr 2040 beträgt der verbleibende Emissionsanteil über 43 Prozent. Kräftige Rückgänge zeigen sich in den Sektoren Verkehr und Gebäude, aber auch bei Energie und Industrie, während in der Land- und Abfallwirtschaft ein großer Teil der Emissionen erhalten bleibt.

Tabelle 5: Aktuelles WAM- und Transitions-Szenario des Umweltbundesamtes (THG-Emissionen in Mio. Tonnen)

WAM	2023	2030	2040	2050	Transition	2030	2040
Energie & Industrie	29,9	25,9	20,2	14,5	Energie & Industrie	20,5	4,5
Verkehr	19,8	15,0	6,4	2,1	Verkehr	8,6	0,1
Gebäude	6,3	4,2	1,3	0,2	Gebäude	3,7	0,2
Landwirtschaft	8,4	7,1	6,9	6,3	Landwirtschaft	5,5	4,3
Abfallwirtschaft	2,4	2,1	1,9	1,9	Abfallwirtschaft	2,0	1,7
F-Gase	1,8	1,2	0,4	0,2	F-Gase	0,8	0,2
CCS/U*		-2,5	-2,5	-2,5	CCS/U		11,0
Bruttoemissionen	68,7	55,5	37,0	25,1	Bruttoemissionen	41,2	11,0
Nettoemissionen	68,7	53,0	34,5	22,6	Nettoemissionen	41,2	0,0
Preisannahmen					Preisannahmen		
EU-ETS I	85	140	200	300	EU-ETS I	200	400
EU-ETS II	31	100	150	200	EU-ETS II	170	400

*CCS/U Carbon Capture, Storage and Utilization, die Werte enthalten auch THG-Reduktionen infolge der Abschaffung kontraproduktiver Förderungen im Ausmaß von 2 Mio. Tonnen CO₂.

Quelle: Umweltbundesamt (2023, 2025). • Erstellt mit Datawrapper

Nach dem Szenario Transition reduzieren sich die Bruttoemissionen auf 41 Mio. Tonnen im Jahr 2030 und 11 Mio. Tonnen im Jahr 2040. Das Ziel der Klimaneutralität wird über CCS/U im Ausmaß von 11 Mio. Tonnen CO₂e erreicht. Diese Emissionen sind laut Umweltbundesamt nicht durch Energieträger- oder

Technologiewechsel vermeidbar, entsprechende natürliche Kohlenstoffsinken stehen derzeit aber nicht zur Verfügung (Umweltbundesamt, 2023). Dementsprechend bedarf es technischer Kohlenstoffsinken, wie Biomasse – CCS oder direct air carbon capture and storage (DACCS). Im Transitionsszenario reduzieren sich die Emissionen bis 2040 gegenüber 2023 besonders deutlich in den Sektoren Energie und Industrie, Verkehr, Gebäude und F-Gase. Große Teile der Emissionen in den Sektoren Land- und Abfallwirtschaft bleiben jedoch erhalten.

Zusätzlich finden sich in den Publikationen Informationen zu den Annahmen über die Emissionshandelspreise im ETS I und ETS II, wobei der Wert für 2023 noch den nationalen Emissionshandel darstellt, für das Jahr 2030 und die nachfolgenden Jahre betrifft die Annahme den EU-weiten Emissionshandel für die Bereiche Industrie (außerhalb des EU-ETS I), Verkehr und Gebäude. Im WAM-Szenario wird für den ETS I ein realer Preisanstieg von 85 Euro im Jahr 2023 auf 140 Euro im Jahr 2030, 200 Euro im Jahr 2040 und 300 Euro im Jahr 2050 angenommen. Gegenüber dem Jahr 2023 würde sich bis 2050 der Preis auf das 3,5-fache erhöhen. Im ETS II wird von einem niedrigeren Preis von 100 Euro im Jahr 2030 und 150 sowie 200 Euro in den Jahren 2040 bzw. 2050 ausgegangen, dennoch legt auch hier der Preis im Zeitverlauf deutlich zu. Der Anstieg ist insbesondere eine Folge davon, dass die Grenzvermeidungskosten bei geringerem Emissionsniveau deutlich zunehmen. Im Transitionsszenario legen die Emissionshandelspreise noch kräftiger zu und betragen im ETS I 200 (2030) bzw. 400 Euro (2040), jene des ETS II sind vergleichbar hoch.

Um ein Basisszenario zu entwickeln, werden die beiden dargestellten Szenarien kombiniert. Im Basisszenario wird Klimaneutralität im Jahr 2050 erreicht und 2040 die Nettoemissionen (nach Berücksichtigung von internationalen Gutschriften und CCS/U) auf 10 Prozent des Wertes von 1990 reduziert, was im Jahr 2040 der Erreichung der Vorgaben aus den EU-Zielen entspricht. Die THG-Emissionen im Jahr 2050 entsprechen dem Transitionsszenario des Umweltbundesamts für 2040. Für das Jahr 2040 des Basisszenarios werden das WAM- und das Transitionsszenario für das Jahr 2050 herangezogen, wobei sich die Werte im Basisszenario in den einzelnen Sektoren als Linearkombination des WAM- und Transitionsszenarios ergeben. Die Bruttoemissionen der einzelnen Sektoren belaufen sich auf 20 Mio. Tonnen CO₂e, was einer Reduktion der Emissionen auf 25 Prozent des Niveaus von 1990 entspricht. Die Nettoemissionen betragen dabei 8 Mio. Tonnen, was dem Ziel von 10 Prozent entspricht. Die Differenz zwischen Brutto- und Nettoemissionen ergibt sich einerseits aus CCS/U in Höhe von 8,1 Mio. Tonnen CO₂e und der Berücksichtigung von internationalen CO₂-Gutschriften im Ausmaß von 5 Prozent der Emissionen von 1990 bzw. rund 4 Mio. Tonnen CO₂e. Diese Gutschriften entfallen bis zum Jahr 2050. Die Werte für die Emissionen in den einzelnen Sektoren sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Basisszenario für die Analyse der Klimaneutralität (THG-Emissionen in Mio. Tonnen)

Basisszenario	2040	2050
Energie & Industrie	10,9	4,5
Verkehr	1,4	0,1
Gebäude	0,2	0,2
Landwirtschaft	5,6	4,3
Abfallwirtschaft	1,8	1,7
F-Gase	0,2	0,2
CCS/U	8,1	11,0
Internationale CO ₂ -Gutschriften	4,0	
Bruttoemissionen	20,0	11,0
Nettoemissionen	8,0	0,0

Erstellt mit Datawrapper

ECO AUSTRIA
INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

6.2 Simulationsdesign

Wie in Tabelle 6 dargestellt, ergeben sich im Basisszenario, in dem angenommen wird, dass die EU-Klimaziele in Österreich umgesetzt und erreicht werden, im Jahr 2040 Nettoemissionen in der Höhe von 8 Mio. Tonnen CO₂e bei Bruttoemissionen von rund 20 Mio. Tonnen. Für das Jahr 2050 ergeben sich in diesem Basisszenario entsprechend dem EU-Ziel der Klimaneutralität Nettoemissionen von 0 bei Bruttoemissionen von 11 Mio. Tonnen. Die ökonomischen Auswirkungen einer Klimaneutralität 2040 in Österreich werden in der vorliegenden Studie in zwei verschiedenen Szenarien untersucht. Im etwas moderateren Klimaneutralitätsszenario 1 wird unterstellt, dass die Nettoemissionen in der Höhe von 8 Mio. Tonnen auf 0 reduziert werden, wobei weiterhin internationale Gutschriften im Ausmaß von 4 Mio. Tonnen angerechnet werden. Vergleicht man die Emissionen der einzelnen Sektoren im Basisszenario 2040 mit dem Transitionsszenario 2040 bzw. dem klimaneutralen Basisszenario 2050, so wird deutlich, dass potenzielle weitere Reduktionen bei den Treibhausgasemissionen insbesondere in den Inventur-Sektoren Energie & Industrie (mit Einsparungen von 6,4 Mio. Tonnen CO₂e), Verkehr (1,3 Mio.) und Landwirtschaft (1,3 Mio.) zu verorten sind.

In der folgenden Modellsimulation wird unterstellt, dass eine zusätzliche THG-Bepreisung umgesetzt wird, über deren Höhe die Ziele erreicht werden. In den Analyseszenarien wird angenommen, dass sich die Bepreisung von THG-Emissionen nicht nur auf CO₂ bezieht, sondern auch auf die anderen Treibhausgase, insbesondere Methan CH₄ und Lachgas N₂O. Grundsätzlich besteht der Vorteil von fiskalischen gegenüber ordnungspolitischen Instrumenten zur Umsetzung von Klimazielen darin, dass die Zielerreichung kosteneffizient erfolgt, insofern die notwendige Infrastruktur und Betriebsmittel vom

Markt bereitgestellt werden und keine Koordinierungsproblematik vorliegt. Auch das IPCC (2022) hält fest, dass bei der Analyse der mittel- und langfristigen Effekte von Klimaschutzmaßnahmen in der Regel unterstellt wird, dass auf effiziente Instrumente zurückgegriffen wird. Die sich daraus ergebenden Entwicklungspfade können als wesentliche Benchmark herangezogen werden, spiegeln aber mitunter nur bedingt reale Entwicklungen wider. So kann durchaus der Fall eintreten, dass aus realpolitischen Gründen und Gegebenheiten andere, weniger effektive Herangehensweisen gewählt werden (siehe etwa Holler und Maidorn, 2025).³² Letzteres hätte zur Folge, dass die gesamtwirtschaftlichen Kosten der Zielerreichung (deutlich) höher ausfallen.

Obwohl mit einer THG-Bepreisung Klimaziele kosteneffizient erreicht werden, zeigen internationale Studien in der Regel, dass mit der Umsetzung strengerer Klimaziele über eine THG-Bepreisung negative wirtschaftliche Effekte verbunden sind. Im Bericht des IPCC (2022) werden die ökonomischen Effekte der Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels analysiert, indem eine Reihe verschiedener Modelle und Vermeidungsszenarien herangezogen werden. Die Autor:innen untersuchen unter anderem die marginalen Vermeidungskosten. Diese beschreiben die Kosten für die Reduzierung der letzten Emissionseinheit, um das Klimaziel zu einem bestimmten Zeitpunkt zu erreichen. Abhängig vom dafür verwendeten Modell und etwa sozioökonomischen, technologischen und politischen Annahmen, variieren die marginalen Vermeidungskosten in den einzelnen Modellanalysen bzw. Klimaschutzszenarien stark. Es zeigt sich aber, dass die Grenzkosten der Vermeidung im Falle strengerer Ziele spürbar zunehmen. Beispielsweise beträgt der Median der Schätzungen für die marginalen Vermeidungskosten im Jahr 2050 für Szenarien, die ein Ziel der globalen Erwärmung von (unter) 1,5 °C erreichen und damit strenge globale Klimaschutzmaßnahmen vorsehen, rund 650 USD je Tonne (zu 2015er-Preisen). Im Szenario mit einer Zielerreichung von (unter) 2 °C beträgt der Median der Grenzvermeidungskosten 200 USD je Tonne. Klimaschutzszenarien, in denen die Erderwärmung auf 2 °C begrenzt wird, bringen den Modellsimulationen zufolge eine Dämpfung des globalen BIP zwischen 1,3 und 2,7 Prozent im Jahr 2050 mit sich. Bei strengeren Szenarien mit einer Erwärmung von (unter) 1,5 °C liegen die Verluste zwischen 2,6 und 4,2 Prozent.³³

Im strengeren Klimaneutralitätsszenario 2 wird angenommen, dass die in den EU-Klimazielen vereinbarte (begrenzte) Möglichkeit internationaler Gutschriften nicht zugelassen wird. Zusätzlich zu den Einsparungen von 8 Mio. Tonnen in Szenario 1 müssen damit weitere 4 Mio. Tonnen eingespart werden.

³² Die Autor:innen untersuchen die im Auftrag des Fiskalrates die Kosteneffektivität österreichischer Klimaschutzmaßnahmen und kommen zu dem Ergebnis, dass die Vermeidungskosten der gesetzten Maßnahmen mitunter sehr hoch und dementsprechend die Maßnahmen kostenineffektiv sind.

³³ In den Schätzungen werden jeweils nur die Auswirkungen der Klimaschutzmaßnahmen ermittelt, die positiven Auswirkungen der Vermeidung des Temperaturanstiegs werden nicht berücksichtigt.

In Szenario 2 wird angenommen, dass diese zusätzlichen Reduktionen über CCS/U erfolgen, was mit entsprechenden Kosten verbunden ist.

Die in der Folge dargestellten Auswirkungen einer unilateral in Österreich umgesetzten Klimaneutralität sind jeweils als Niveauabweichung im Vergleich zum Basisszenario zu verstehen, in dem die EU-Klimaziele erreicht werden. Das jeweilige Klimaneutralitätsszenario unterscheidet sich vom Basisszenario nur dadurch, dass strengere Ziele modelliert werden. Dementsprechend können die dargestellten Auswirkungen als kausale Effekte interpretiert werden. Für die Modellanalysen wird angenommen, dass die stärkeren Treibhausgasreduktionen schrittweise ab dem Jahr 2027 vorgenommen werden und im Jahr 2040 das volle Ausmaß von 8 Mio. bzw. 12 Mio. Tonnen erreichen. Weil im Basisszenario die Erreichung der EU-Klimaziele unterstellt wird, die für das Jahr 2050 Klimaneutralität vorsehen, nähern sich beide Szenarien bis 2050 schrittweise dem Basisszenario an. Die Ergebnisse der Modellsimulation in Klimaneutralitätsszenario 1 sind in Tabelle 7 dargestellt, jene von Szenario 2 in Tabelle 8.

6.3 Modellergebnisse

Modellergebnisse in Klimaneutralitätsszenario 1

Die Bepreisung der THG-Emissionen erhöht die Kosten für den Einsatz fossiler Energieträger bzw. von Prozessen, die THG-Emissionen verursachen, jeweils in Abhängigkeit von der Emissionsintensität dieser Aktivitäten. Ziel dieser Maßnahme ist, dass der Kostenanstieg einen Rückgang des Einsatzes von fossilen Energieträgern bzw. von emissionsverursachenden Produktionsprozessen bewirkt. Zum Teil werden diese fossilen Energieträger und emissionsverursachenden Produktionsprozesse durch klimafreundlichere Alternativen ersetzt, zum Teil verursacht die zusätzliche THG-Bepreisung in Österreich wegen des Verlusts der Wettbewerbsfähigkeit bzw. Verlagerungen (Carbon Leakage) ein Rückfahren dieser Produktion. Die empirisch hergeleiteten Substitutionselastizitäten im E-PuMA-Modell sind Ausdruck davon, wie einfach ein Ersetzen durch erneuerbare Energieträger und klimafreundliche Prozesse möglich ist.

Nach der Modellsimulation ist im Jahr 2040 im moderateren Klimaneutralitätsszenario 1 eine zusätzliche THG-Bepreisung in der Höhe von knapp 400 Euro pro Tonne CO_{2e} (auf Preisbasis 2024) notwendig, um das Ziel der Klimaneutralität 2040 in Österreich zu erreichen.³⁴ In den Jahren 2035 bzw. 2045 sind jeweils deutlich relativ zum Basisszenario der EU-Klimaziele weniger starke THG-Reduktionen für die

³⁴ Im Vergleich dazu: Im Bericht des IPCC (2022) werden marginale Vermeidungskosten für verschiedene Klimawandelvermeidungsszenarien und eine Reihe (ein „Ensemble“) von Modellanalysen ausgewiesen. Im Szenario C1 beträgt die globale Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 50 Prozent weniger als 1,5°C, und es kommt zu keinem oder einem nur begrenzten „Überschießen“ der Temperatur. Die globalen THG-Emissionen fallen in diesem Szenario im Jahr 2050 um 84 Prozent geringer aus als im Jahr 2019. In diesem Szenario beträgt der Median der marginalen Vermeidungskosten im Jahr 2050 630 USD pro Tonne (Preisbasis 2015).

Zielerfüllung notwendig, aus diesem Grund fällt auch die notwendige zusätzliche THG-Bepreisung mit 130 Euro (2035) bzw. 185 Euro (2045) weniger stark aus.

Auf Unternehmensseite erhöht die zusätzliche THG-Bepreisung die Produktionskosten. Dies resultiert entweder daraus, dass für die verbleibenden Emissionen eine deutlich höhere THG-Bepreisung anfällt, oder daraus, dass die Umstellung auf klimafreundliche Produktionsprozesse, die ohne die Bepreisung nicht umgesetzt worden wären, mit zusätzlichen Kosten verbunden ist. Dies erhöht die Preise und dämpft die internationale preisliche Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Der BIP-Deflator nimmt der Modellsimulation zufolge im Jahr 2040 um knapp 1 Prozent zu, der Verbraucherpreisindex um gut 0,7 Prozent. Der Anstieg des BIP-Deflator ist deshalb stärker als jener des VPI, weil private Haushalte primär indirekt über die Weitergabe höherer Produktionskosten von der THG-Bepreisung betroffen sind (ein großer Teil der Emissionsreduktion bei privaten Haushalten erfolgt 2040 schon im Basisszenario der EU-Klimaziele), während Unternehmen zusätzlich auch direkt etwa von höheren Preisen beim Einsatz fossiler Energieträger betroffen sind. Zudem wird ein Teil des privaten Konsums aus dem Ausland importiert, dessen Produktion keinen verschärften Klimazielen unterliegt, sodass dort keine Preissteigerungen erfolgen. Wiederum fallen die Preiseffekte in den Jahren 2035 bzw. 2045 etwas moderater aus, mit 0,5 Prozent bzw. 0,3 Prozent beim BIP-Deflator.

Für die Investitionstätigkeit der Unternehmen sind zwei gegenläufige Effekte relevant. Zum einen schwächen die höheren Kosten sowie die gedämpfte internationale Wettbewerbsfähigkeit die Ertragsrate des Kapitaleinsatzes und damit die Investitionstätigkeit der Unternehmen. Dem wirkt entgegen, dass die Umstellung auf klimafreundliche Energien und Produktionsprozesse zusätzliche Investitionen der Unternehmen bzw. Investitionen in die Infrastruktur erfordert. Der Modellsimulation zufolge überwiegt im Jahr 2040 der investitionsdämpfende Effekt, und die Investitionen sind im Klimaneutralitätsszenario 1 um gut 0,5 Prozent schwächer als im Basisszenario. Im Jahr 2035 überwiegt hingegen der Effekt der zusätzlichen Investitionserfordernisse und die Investitionen sind etwas höher als im Basisszenario. Diese Ergebnisse illustrieren bzw. verdeutlichen, dass eine Analyse der ökonomischen Effekte nicht nur vorwiegend nachfrageseitig positive Effekte zusätzlich notwendiger Investitionen berücksichtigen sollte, sondern auch negative Auswirkungen höherer Kosten bzw. Preise sowie die Dämpfung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit.

Der geringere Energieeinsatz in der Produktion sowie die Umstellung der Produktionsprozesse und Emissionsvermeidungsaktivitäten, die die Produktionskosten erhöhen, dämpfen die Arbeitsproduktivität. In den Lohnverhandlungen schlägt sich diese geringere Arbeitsproduktivität in Form geringerer Arbeitskosten der Unternehmen je Stunde nieder. Dadurch tragen auch Beschäftigte einen Teil des Produktivitätsverlusts über moderatere Erwerbseinkommen. Der Modellsimulation zufolge

fallen die nominellen Arbeitskosten im Jahr 2040 im Schnitt um knapp 1 Prozent geringer aus als im Basisszenario. Die Auswirkungen in den Jahren 2035 und 2045 sind wiederum moderater als jene im Jahr 2040. Für die Beschäftigten kommt hinzu, dass die Verbraucherpreise zunehmen, im Jahr 2040 fällt dementsprechend der Rückgang der realen Nettolöhne mit 1,7 Prozent im Vergleich zum Basisszenario noch spürbar stärker aus. Der Modellsimulation zufolge sind die Auswirkungen bei Beschäftigten mit höheren Qualifikationen etwas stärker als bei Personen mit geringeren Qualifikationen.

Analog zu den Investitionen der Unternehmen ergeben sich durch ein Vorziehen der Klimaneutralitätsziele auch am Arbeitsmarkt unterschiedliche Auswirkungen. Einerseits werden „grüne“ Produktionen bedeutender und damit nimmt auch die Beschäftigung in „Green Jobs“ zu, die die Transformation unterstützen. Umgekehrt fallen Tätigkeiten in weniger klimafreundlichen Bereichen weg. Wesentlich ist aber auch, dass trotz der im Schnitt etwas schwächeren Entwicklung der nominellen Arbeitskosten der Unternehmen die zusätzlichen Produktionskosten bzw. die geringere Arbeitsproduktivität die Lohnstückkosten der Unternehmen erhöhen. Zudem dämpfen die Preiserhöhungen die Inlands- und Auslandsnachfrage und damit auch die Nachfrage nach Arbeitskräften. Der Modellsimulation zufolge fällt die Beschäftigung im Klimaneutralitätsszenario 1 im Jahr 2040 um 0,7 Prozent schwächer aus als im Basisszenario. Wie schon angesprochen ist das als Nettoeffekt zu interpretieren, das heißt die zusätzliche Beschäftigung in grünen Jobs kann den Beschäftigungsrückgang in anderen Bereichen nicht ausgleichen. Die 0,7 Prozent entsprechen einem Beschäftigungseffekt im Ausmaß von rund 30.000 Personen. Dabei reagiert die Beschäftigung bei Geringqualifizierten mit gut 0,8 Prozent etwas stärker als jene von Personen mit mittleren und hohen Qualifikationen. Entsprechend der Dämpfung der Beschäftigung zeigt sich auch ein moderater Anstieg der Arbeitslosigkeit um 0,3 Prozentpunkte (nach internationaler Definition) bzw. 15.000 Personen im Vergleich zum Basisszenario.

Tabelle 7: Ökonomische Auswirkungen in Klimaneutralitätsszenario 1: unilateral umgesetzte Klimaneutralität (unter Einbeziehung internationaler Gutschriften) im Jahr 2040

	2035	2040	2045
BIP, real	-0,84%	-1,71%	-0,72%
Investitionen, real	0,28%	-0,54%	0,14%
Privater Konsum, real	-0,84%	-1,19%	-0,64%
Arbeitskosten je Stunde, nominell	-0,55%	-0,95%	-0,46%
-niedrig	-0,39%	-0,65%	-0,40%
-mittel	-0,52%	-0,88%	-0,43%
-hoch	-0,71%	-1,22%	-0,55%
Nettoeinkommen je Stunde, real	-0,92%	-1,67%	-0,70%
-niedrig	-0,76%	-1,39%	-0,64%
-mittel	-0,89%	-1,61%	-0,67%
-hoch	-1,08%	-1,95%	-0,79%
Beschäftigung	-0,37%	-0,69%	-0,31%
-niedrig	-0,43%	-0,83%	-0,39%
-mittel	-0,36%	-0,68%	-0,29%
-hoch	-0,34%	-0,63%	-0,30%
Arbeitslosenquote (in Prozentpunkten)	0,17	0,31	0,14
-niedrig	0,21	0,38	0,19
-mittel	0,16	0,30	0,13
-hoch	0,16	0,30	0,13
VPI	0,38%	0,74%	0,24%
BIP-Deflator	0,49%	0,97%	0,32%
CO ₂ -Preis zusätzlich (in Euro, Preisbasis 2024)	130,8	393,5	185,4
BIP, real (in Mrd. Euro, Basis 2024)	-4,1	-8,5	-3,6
Beschäftigung (in Tausend Personen)	-16,5	-31,0	-13,9
Arbeitslose (in Tsd Personen, nach Eurostat)	7,9	14,6	6,6

Niveaubewertung relativ zum Basisszenario mit EU-Zielen 2040 und 2050.

Niedrig: Personen mit höchstens Pflichtschulabschluss (ISCED 0-2), Mittel: ISCED 3-4; Hoch: ISCED 5+.

Quelle: E-PuMA-Simulationsmodell.

Auf der Seite der privaten Haushalte schwächen die mit der zusätzlichen THG-Bepreisung einhergehenden Preissteigerungen sowie die Dämpfung der nominellen Arbeitskosten bzw. Bruttolöhne die realen Erwerbseinkommen. Dazu kommt, dass der Rückgang der Beschäftigung die verfügbaren Einkommen und damit die Kaufkraft der privaten Haushalte weiter dämpft. Dementsprechend ist die unilateral umgesetzte Klimaneutralität 2040 mit einem spürbaren Rückgang der Nachfrage der privaten Haushalte verbunden. Der Modellsimulation zufolge fällt der reale private Konsum im Jahr 2040 im Klimaneutralitätsszenario um 1,2 Prozent schwächer aus als im Basisszenario, die Effekte in den Jahren 2035 bzw. 2045 sind wiederum etwas moderater.

Die Modellanalyse kommt zu dem Ergebnis, dass eine unilaterale Umsetzung der Klimaneutralität 2040 in Österreich zu einem Rückgang der Produktionsfaktoren Arbeitseinsatz und Energieeinsatz führt. Die Auswirkungen auf die privaten Investitionen sind zwar lediglich moderat negativ oder positiv. Es gilt jedoch zu beachten, dass ein Teil der Investitionen, die z.B. zur Nutzung oder Bereitstellung von Erneuerbaren Energien erfolgen, zwar mit entsprechender Vermeidung von THG-Emissionen, oftmals aber nicht mit entsprechenden wirtschaftlichen Erträgen bzw. einer am Markt verwertbaren

Wertschöpfung verbunden ist. Ähnliches gilt auch für Vermeidungsaktivitäten der Unternehmen, die zwar mit THG-Reduktionen, umgekehrt jedoch auch mit entsprechendem Ressourceneinsatz in den Unternehmen verbunden sind, aber keinen oder kaum wirtschaftlichen Ertrag liefern. Dementsprechend ergibt sich ein Rückgang der Wirtschaftsleistung in Österreich. Das reale BIP fällt im Jahr 2040 der Modellsimulation zufolge um 1,7 Prozent geringer aus im Basisszenario. Bezogen auf das BIP des Jahres 2024 entspricht dies einer um 8,5 Mrd. Euro geringeren Wirtschaftsleistung. Wiederum sind die Auswirkungen in den Jahren 2035 und 2045 mit 0,8 Prozent bzw. 0,7 Prozent entsprechend geringer, weil in diesen Jahren weniger umfangreiche THG-Vermeidungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen, weil der Unterschied von Klimaneutralitätsszenario 1 und Basisszenario mit Erreichung der EU-Klimaziele moderater ist.

Modellergebnisse in Klimaneutralitätsszenario 2

Im Klimaneutralitätsszenario 2 wird unterstellt, dass Klimaneutralität in Österreich strenger definiert wird, indem die in den EU-Klimazielen 2040 vereinbarte (begrenzte) Möglichkeit internationaler Gutschriften nicht zugelassen wird. Zusätzlich zu den Einsparungen von 8 Mio. Tonnen in Szenario 1 müssen damit im Jahr 2040 weitere 4 Mio. Tonnen reduziert werden. In der folgenden Modellanalyse wird angenommen, dass diese zusätzlichen Reduktionen über CCS/U der Unternehmen erfolgen.

In der Modellsimulation ist CCS/U so implementiert, dass die zusätzlichen Aufwendungen bzw. Technologien dafür Österreichs Netto-THG-Emissionen reduzieren, aber mit entsprechenden Produktionskosten verbunden.³⁵ Diese zusätzlichen Kosten erhöhen die Preise und dämpfen so die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen sowie die internationale preisliche Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Gemäß der Modellsimulation nimmt der BIP-Deflator im Jahr 2040 im strengeren Klimaneutralitätsszenario 2 um knapp 1,5 Prozent im Vergleich zum Basisszenario zu. Das ist spürbar stärker als der Preisanstieg in Szenario 1 (0,97 Prozent). Analog zu Szenario 1 fällt der Anstieg der Verbraucherpreise weniger stark aus, weil diese zum einen überwiegend indirekt über die Weitergabe höherer Produktionskosten betroffen sind. Zum anderen wird ein Teil des heimischen Konsums importiert, diese importierten Güter und Dienstleistungen unterliegen aber keinen verschärften Klimazielen und damit keinen Preissteigerungen. Der Verbraucherpreisindex legt um knapp 1,1 Prozent

³⁵ Die Schätzungen zu den Kosten von CCS/U sind mit erheblichen Unsicherheiten verbunden, dazu sind vermutlich merkliche Skaleneffekte relevant. Umweltbundesamt (2021) führt für verschiedene Formen von technischen Kohlenstoffsenken Kosten (CAPEX und OPEX Kosten) an: für DACCS werden Kosten von 94 bis 400 USD je Tonne CO₂, für BECCS von etwa 90 bis 290 USD, für CCS von 40 bis 120 USD und für CCU von 130 bis 1.280 EUR angegeben. Frontier Economics (2025) beziffert die Kosten für die Abscheidung aus der Luft (DAC) mit bis zu mehr als 1.000 EUR je Tonne. Fraunhofer (2023) geht für die Zukunft von 200 Euro für die Absonderung ohne Transport, Lagerung, Verwaltungskosten, Versicherung etc. aus.

stärker zu als im Basisszenario. Analog zu Szenario 1 fallen die Preiseffekte in den Jahren 2035 und 2045 spürbar moderater aus.

Der weitere Kostenanstieg sowie die gedämpfte internationale Wettbewerbsfähigkeit reduzieren die Ertragsrate und damit die Investitionstätigkeit der Unternehmen. Der Modellsimulation zufolge sind die Investitionen im Jahr 2040 um 1,4 Prozent schwächer als im Basisszenario. Weil die zusätzlich für die Transformation notwendigen Investitionen den Auswirkungen der geringeren Ertragsrate entgegenwirken, sind die Investitionseffekte in Szenario 2 in den Jahren 2035 und 2045 moderat negativ.

Tabelle 8: Ökonomische Auswirkungen in Klimaneutralitätsszenario 2: unilateral umgesetzte Klimaneutralität im strengen Sinn (ohne Einbeziehung internationaler Gutschriften) im Jahr 2040

	2035	2040	2045
BIP, real	-1,25%	-2,57%	-1,21%
Investitionen, real	-0,09%	-1,42%	-0,18%
Privater Konsum, real	-1,21%	-1,75%	-1,08%
Arbeitskosten je Stunde, nominell	-0,85%	-1,43%	-0,77%
-niedrig	-0,59%	-1,00%	-0,66%
-mittel	-0,79%	-1,33%	-0,73%
-hoch	-1,08%	-1,83%	-0,93%
Nettoeinkommen je Stunde, real	-1,39%	-2,46%	-1,18%
-niedrig	-1,14%	-2,05%	-1,08%
-mittel	-1,35%	-2,39%	-1,15%
-hoch	-1,63%	-2,88%	-1,35%
Beschäftigung	-0,54%	-0,99%	-0,50%
-niedrig	-0,64%	-1,20%	-0,65%
-mittel	-0,53%	-0,97%	-0,48%
-hoch	-0,50%	-0,90%	-0,47%
Arbeitslosenquote (in Prozentpunkten)	0,24	0,44	0,23
-niedrig	0,30	0,55	0,30
-mittel	0,23	0,42	0,21
-hoch	0,23	0,42	0,21
VPI	0,56%	1,08%	0,42%
BIP-Deflator	0,75%	1,45%	0,58%
CO ₂ -Preis zusätzlich (in Euro, Preisbasis 2024)	130,8	393,5	185,4
BIP, real (in Mrd. Euro, Basis 2024)	-6,2	-12,7	-6,0
Beschäftigung (in Tausend Personen)	-24,1	-44,5	-22,7
Arbeitslose (in Tsd Personen, nach Eurostat)	11,4	20,9	10,7

Niveauabweichung relativ zum Basisszenario mit EU-Zielen 2040 und 2050.

Niedrig: Personen mit höchstens Pflichtschulabschluss (ISCED 0-2), Mittel: ISCED 3-4; Hoch: ISCED 5+.

Quelle: E-PuMA-Simulationsmodell.

In den Lohnverhandlungen drückt sich wiederum aus, dass die zusätzlichen CCS/U-Aktivitäten der Unternehmen die Produktionskosten erhöhen, größtenteils ohne, dass damit am Markt verwertbare Wirtschaftsleistung verbunden wäre. Im Klimaneutralitätsszenario 2 werden im Jahr 2040 die nominellen Arbeitskosten der Unternehmen um 1,4 Prozent gedämpft (im Vergleich zu knapp 1 Prozent in Szenario 1). Weil zusätzlich auch die durchschnittlichen Verbraucherpreise anziehen, fallen die Nettolöhne der Beschäftigten im Jahr 2040 um 2,5 Prozent geringer aus als im Basisszenario. Wiederum sind die

lohndämpfenden Effekte bei Höherqualifizierten etwas stärker als bei Personen mit geringen und mittleren Qualifikationen.

Auch in Bezug auf die Beschäftigungseffekte kommt die Modellanalyse zu dem Ergebnis, dass die strengeren Klimaziele in Szenario 2 die negativen Beschäftigungseffekte noch verstärken. Dementsprechend überwiegen auch hier die negativen Effekte, insbesondere die höheren Produktionskosten und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit, die positiven Effekte der Schaffung zusätzlicher „Green Jobs“. Die Beschäftigung bleibt in Szenario 2 um 1 Prozent hinter dem Basisszenario der EU-Klimaziele zurück, das entspricht rund 45.000 Beschäftigten. Wiederum fällt der Rückgang bei geringqualifizierten Beschäftigten etwas kräftiger aus.

Analog zu Szenario 1 schwächen die höheren Preise, die Dämpfung der nominellen Arbeitskosten sowie der Beschäftigungsrückgang die real verfügbaren Einkommen und damit die Kaufkraft der privaten Haushalte. Der Modellsimulation zufolge fällt der reale private Konsum in Klimaneutralitätsszenario 2 im Jahr 2040 um 1,75 Prozent schwächer aus als im Basisszenario.

Die von den Unternehmen vorgenommenen Aktivitäten und Aufwendungen für CCS/U bringen einerseits entsprechend geringere Netto-THG-Emissionen, sind aber umgekehrt zumeist nicht mit entsprechenden wirtschaftlichen Erträgen bzw. einer am Markt verwertbaren Wertschöpfung verbunden. Zudem verdeutlichen die Modellergebnisse, dass die strengeren Klimaziele zu einem Rückgang der Produktionsfaktoren Arbeitseinsatz, Energieeinsatz und Kapitalstock führen. Dementsprechend ergibt sich im strengeren Szenario 2 ein deutlich stärkerer Rückgang der Wirtschaftsleistung als in Szenario 1. Das reale BIP fällt im Jahr 2040 der Modellsimulation zufolge um 2,6 Prozent geringer aus im Basisszenario (in Szenario 1 beträgt dieser Effekt 1,7 Prozent). Bezogen auf das BIP des Jahres 2024 entspricht dies einer um 12,7 Mrd. Euro geringeren Wirtschaftsleistung. Analog zu den übrigen Modellergebnissen sind die Auswirkungen in den Jahren 2035 und 2045 mit jeweils gut 1,2 Prozent geringer, weil in diesen Jahren weniger umfangreiche THG-Vermeidungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen, weil die Differenz der Emissionen zum Basisszenario moderater als im Jahr 2040 ist.

Andere Studien zu Klimaneutralität

Wie sind diese Ergebnisse im Vergleich mit anderen Studien einzuordnen? Hinsichtlich der Auswirkungen von Maßnahmen zur Erreichung von Klimaneutralität gibt es nur wenig Literatur, insbesondere für Österreich. Der Großteil der Untersuchungen beschäftigt sich mit der Frage, wieviel zusätzliches Investitionsvolumen in einzelnen Wirtschaftsbereichen bzw. im privaten Bereich notwendig ist, um Treibhausgasemissionen entsprechend einer Zielvorstellung zu reduzieren. Diendorfer et al. (2021) beziffern die Investitionskosten zur Erreichung der Klimaneutralität kumuliert bis 2040 in den

Produktionssektoren je nach investierten Technologien auf zwischen 6,2 und 11,2 Mrd. Euro. Weyerstraß et al. (2024) gehen ebenso der Frage nach, welches Investitionsausmaß notwendig ist, um Klimaneutralität zu erreichen. Ausgangspunkt ist das WEM-Szenario des Umweltbundesamts, berücksichtigt werden nicht nur Produktionssektoren, sondern auch private und öffentliche Haushalte. Die Mehrinvestitionen belaufen sich nach der Untersuchung auf 100 Mrd. bis knapp 180 Mrd. Euro in der Periode 2024 bis 2040. Dies entspricht rund 1,1 bis 1,9 Prozent des BIP jährlich im betrachteten Zeitraum. Von den Mehrinvestitionen entfallen 40 Prozent oder mehr auf den Sektor Energie, zwischen 35 und 45 Prozent auf den Sektor Verkehr, der Rest relativ gleichmäßig auf Industrie und Gebäude. Für die Industrie wird von einem Investitionsmehraufwand von kumuliert 9 bis 15 Mrd. Euro ausgegangen, was sehr ähnlich zu den Ergebnissen von Diendorfer et al. (2021) ist. Das Umweltbundesamt (2023) geht von zusätzlichen Investitionen von 5,2 Prozent gegenüber dem WEM-Szenario aus.

Für Deutschland ermitteln McKinsey & Company (2021) einen Mehrbedarf an Investitionen zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2045 von 40 Mrd. Euro bzw. rund 1 Prozent des BIP jährlich. Frontier Economics (2025) kommen auf Basis einer Meta-Analyse ebenso zu der Aussage, dass die Investitionen deutlich zulegen müssen. Ausgehend von energiebedingten Investitionen von über 80 Mrd. Euro im Mittel der Jahre 2020 bis 2024 erfordert Klimaneutralität 2045 Investitionen im Jahr 2035 von 180 Mrd. Euro, also einen Anstieg um 100 Mrd. Euro.

Die Ergebnisse zum notwendigen Investitionsniveau sind schwierig zu vergleichen. Sie hängen von den betrachteten Sektoren ab, den Annahmen über technologische Entwicklungen und insbesondere vom unterstellten Basisszenario, was das Reduktionsausmaß an Treibhausgasen bestimmen. Da die Untersuchungen nicht das Vorziehen der Zielerreichung der Klimaneutralität auf das Jahr 2040 untersuchen, sondern zumeist die Abweichung von einem WEM- oder WAM-Szenario sind die Investitionsbedarfe zumeist sehr hoch.

In Bezug auf die volkswirtschaftlichen Auswirkungen, insbesondere die Wertschöpfung, betrachten die meisten Studien nur die direkten Effekte der höheren Investitionsnachfrage und liefern daher positive Wachstumswirkungen. Die negativen Auswirkungen der höheren Kosten, höheren Preise und geringeren Wettbewerbsfähigkeit bleiben zumeist außen vor. Dazu gehören das Umweltbundesamt (2023), Umweltbundesamt (2025c), McKinsey & Company (2021), Schützenhofer et al. (2024), oder Weyerstraß et al. (2024). Letztere der Studien untersucht daneben auch noch die Auswirkungen auf die Exporte und findet für die meisten Sektoren einen negativen Zusammenhang zwischen Energiestückkosten und den Exporten. Höhere Energiestückkosten im Klimaneutralitätsszenario führen dazu, dass im Mittel die Abweichung der Exporte nach unten im Jahr 2040 3,6 Prozent beträgt. Chateau et al. (2023) untersuchen die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des „Fit for 55“ Klimaziels im Jahr 2030. Die Konsequenzen für

die einzelnen Länder variieren teilweise deutlich. Im Schnitt über die EU-Länder ist das BIP um 1 Prozent niedriger als im Referenzszenario (in dem für das Jahr 2030 eine Reduktion von 42,5 Prozent anstatt 55 Prozent im Fit for 55-Szenario unterstellt wird). Die Auswirkungen für Deutschland, Frankreich oder Italien belaufen sich ebenso auf etwa 1 Prozent des BIP, für Polen wird ein Wert von 3 Prozent ermittelt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es nach dem Szenario kaum zu einem Verlust der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen EU-Mitgliedstaaten kommt, da auch diese dem strengeren EU-Ziel unterliegen. Bei der vorliegenden Untersuchung der Folgen der Klimaneutralität im Jahr 2040 in Österreich kommt hingegen noch der Verlust der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den anderen EU-Mitgliedstaaten hinzu. Die Europäische Kommission untersucht ebenso die Wachstumseffekte verschiedener Treibhausgasszenarien. Im Szenario S3 (Reduktion der THG-Emissionen im Jahr 2040 um 92 Prozent) liegt das BIP im Vergleich zum Szenario S2 (Reduktion der THG-Emissionen im Jahr 2040 um 88 Prozent) um 0,2 Prozent niedriger. Auch in diesem Fall sind alle EU-Mitgliedstaaten von der Reform betroffen und nicht nur ein einzelnes Land.

Aus den Ergebnissen der Literatur lassen sich keine direkten Vergleiche zu den Ergebnissen in dieser Studie ziehen. Entweder werden nur die Wachstumsimpulse aus der höheren Investitionsnachfrage betrachtet oder Reformszenarien, die kaum mit dem hier vorliegenden vergleichbar sind, bzw. Szenarien, für die der Geltungsbereich (gesamte EU) wesentlich breiter gefasst ist.

7. APPENDIX: MODELLBESCHREIBUNG VON E-PUMA

E-PuMA (Energy-Public policy Model for Austria) ist ein allgemeines dynamisches Gleichgewichtsmodell (dynamic computable general equilibrium model – DCGE), mit besonderem Fokus auf den Arbeitsmarkt, den öffentlichen Sektor und den Energieeinsatz. Es eignet sich speziell für die Beurteilung von wirtschaftspolitischen Maßnahmen und strukturellen Änderungen und deren Auswirkungen auf die österreichische Volkswirtschaft. Einige Beispiele dafür sind Reformen im Bereich der öffentlichen Finanzen, der staatlichen Pensionen, der CO₂-Besteuerung, der Aus- und Weiterbildung, der aktiven Arbeitsmarktpolitik oder auch eine Analyse der Auswirkungen verschiedener Zuwanderungsszenarien. Die dynamische Struktur des Modells erlaubt die Untersuchung von kurz-, mittel- und langfristigen Effekten. Durch die Modellierung des Verhaltens der Haushalte und der Unternehmen können deren Reaktionen genau analysiert werden. Österreich wird als kleine offene Volkswirtschaft modelliert, was impliziert, dass der Kapitalverkehr mobil und der heimische Zinssatz durch weltweite Kapitalnachfrage und -angebot bestimmt wird. Die Kalibrierung von E-PuMA repliziert die gegenwärtige Situation der österreichischen Volkswirtschaft. Dieses Modell ist eine Weiterentwicklung von EU-LMM, das die Autoren für die Generaldirektion Beschäftigung der Europäischen Kommission entwickelt haben, siehe etwa Berger et al. (2009) und Berger et al. (2024b). Eine ausführliche Beschreibung von PuMA findet sich in Berger und Strohner (2020), die Modellerweiterungen für den Energiebereich sind in Berger und Strohner (2022) dokumentiert.

Keuschnigg und Kohler (2002) bzw. Ratto et al. (2009) folgend werden Unternehmen in Investitionsgüter- und Endproduktproduzenten unterteilt. Investitionsgüterproduzenten transformieren Endprodukte, die sie aus dem In- und Ausland beziehen, in Investitionsgüter. Diese Unternehmen maximieren den Gegenwartswert der Dividendenzahlungen über die optimale Wahl des Investitionsniveaus gemäß der von Hayashi (1982) entwickelten Q-Theorie und stellen die Investitionsgüter wiederum den Endproduktproduzenten für die Produktion zur Verfügung. Kapital wird mit einer variablen Rate abgeschrieben, die von der Kapitalnutzung abhängt. Auf dem Investitionsgütermarkt herrscht perfekter Wettbewerb.

Energieunternehmen transformieren verschiedene Energieträger in Kombination mit jeweiliger Kapitalausstattung in Energie für Endproduktproduzenten. Die Struktur des Energie- und Elektrizitätssektor ist an die Arbeit von Annicchiarico et al. (2017) angelehnt. Auf verschiedenen Stufen werden einzelne Energieträger kombiniert, um Energie zu erzeugen. Dies ermöglicht die Abbildung verschiedener Substitutionsmöglichkeiten zwischen den Energieträgern. Zur Energieerzeugung werden die Energieträger Kohle, Öl, Erdgas, erneuerbare Energieträger und elektrische Energie herangezogen. Elektrizitätsunternehmen erzeugen elektrische Energie unter Einsatz derselben Energieträger (mit

Ausnahme von elektrischer Energie) und bieten diese den Energieunternehmen und privaten Haushalten an. Wie bei den Energieunternehmen erfordert der Einsatz eines Energieträgers einen entsprechenden Kapitalstock.

Durch die optimale Wahl der Energie-, Kapital- und Arbeitsnachfrage produzieren Endproduktunternehmen Güter für die private und öffentliche Konsumnachfrage, die Investitions- und die Auslandsnachfrage. Darüber hinaus wählen sie das optimale Niveau an Weiterbildungsmaßnahmen für die MitarbeiterInnen und an Kapitalnutzung. In E-PuMA wird unvollkommene Substituierbarkeit zwischen den verschiedenen Ausbildungsgruppen in der Produktion angenommen. Wie in Jaag (2005) und Krusell et al. (2000) wird Kapital-Ausbildungs-Komplementarität unterstellt. Das bedeutet, dass Höherqualifizierte und der Kapitaleinsatz stärker zueinander komplementär sind (weniger einfach substituiert werden können) als dies bei Geringqualifizierten der Fall ist. Eine geringere Investitionstätigkeit ist damit mit einer schwächeren Produktivitäts- und Lohnentwicklung bei Personen mit höherer Qualifikation verbunden, womit sich auch die Anreize in Bildung zu investieren reduzieren. Endproduktproduzenten unterliegen monopolistischer Konkurrenz mit freiem Markteintritt: Jedes Unternehmen produziert eine eigene Marke, welche sich von den Konkurrenzprodukten unterscheidet. Die Nachfrage basiert auf Dixit-Stiglitz (1977) Präferenzen, wobei die einzelnen Marken unvollkommene Substitute darstellen.

Der Arbeitsmarkt wird im Rahmen eines Sucharbeitslosigkeitsmodells repräsentiert (vgl. Mortensen, 1986, und Mortensen und Pissarides, 1999). Dabei wird auf ein statisches Sucharbeitslosigkeitsmodell wie etwa bei Boone und Bovenberg (2002) zurückgegriffen, das die wesentlichen Einsichten des dynamischen Modells erlaubt. Unternehmen fragen Arbeit und Kapital für die Produktion nach. Der Arbeitsinput wird analog zu Jaag (2005) mit Hilfe einer dreistufigen CES-Produktionsfunktion weiter nach dem Ausbildungsniveau (gering, mittel, hoch) unterschieden. Die Endproduktunternehmen maximieren den Gegenwartswert ihrer Profite durch die optimale Wahl der ausgeschriebenen Stellen, die optimale Kündigungsentscheidung und die optimale Menge von firmenfinanziertem Training sowie das Ausmaß an Kapitaleinsatz sowie dessen Auslastung. Kapitalgüter werden von Investitionsgüterproduzenten bereitgestellt.

In E-PuMA ist die Bevölkerung in acht verschiedene Altersgruppen unterteilt, von welchen die ersten fünf Gruppen die Personen im erwerbsfähigen Alter umfassen, während die restlichen drei Gruppen die ältere Bevölkerung abbilden. Die fünfte Altersgruppe unterscheidet sich von den ersten vier Gruppen dahingehend, dass sie eine Mischgruppe darstellt, d.h. ein Teil dieser Gruppe ist noch erwerbstätig, während der andere Teil bereits in Pension ist. Das Pensionsantrittsalter wird endogen von den Personen dieser Gruppe gewählt und passt sich bei Reformmaßnahmen oder strukturellen Änderungen an. Weiters

wird eine Unterscheidung in drei unterschiedliche Ausbildungsniveaus vorgenommen, nämlich Geringqualifizierte (maximal Pflichtschulabschluss, ISCED 0-2), Individuen mit mittlerer Qualifikation (Lehrlinge, Absolventen einer mittleren bzw. höheren Schule etc., ISCED 3-4) und Hochqualifizierte ((Fach-)Hochschüler und Absolventen von Akademien). Personen mit höherer Qualifikation treten später in den Arbeitsmarkt ein als Personen mit geringerer Qualifikation, wodurch der notwendige zeitliche Aufwand für Bildung berücksichtigt wird.

Die gewählte Unterteilung in die verschiedenen Gruppen ermöglicht es, Individuen im Modell unterschiedliche Charakteristika zuzuweisen. Dazu gehören z.B. die Arbeitsproduktivität, um das Lohnprofil in Österreich gut nachbilden zu können und Investitionen in die Weiterbildung. Altersabhängige Charakteristika sind z.B. Sterbewahrscheinlichkeiten und Gesundheitsausgaben. Durch die Struktur des Modells kann die prognostizierte demographische Entwicklung abgebildet werden.

Das Einkommen der privaten Haushalte setzt sich aus dem Nettoarbeits-, dem Arbeitslosen-, dem Pensions- und dem Kapitaleinkommen, Abfertigungsansprüchen sowie aus den sonstigen Transfer- und Sachleistungen des Staates an die Haushalte zusammen. Gegeben, dass öffentliche Pensionsleistungen im Durchschnitt geringer als das vor Pensionsantritt erwirtschaftete Einkommen sind, sparen Erwerbstätige, um das Einkommen in höherem Alter durch Auflösung von Ersparnissen aufzustocken.

Die Individuen maximieren den Gegenwartswert ihres Nutzens (ihre Wertfunktion) durch die optimale Wahl ihres Arbeitseinsatzes (Arbeitszeit, Partizipation), ihrer Suchintensität nach einer Arbeitsstelle, ihrer Aus- und Weiterbildungsentscheidung und durch die optimale intertemporale Bestimmung der Sparquote sowie die Aufteilung der Konsumausgaben auf die Bereiche Verkehr, Raumklima, Strom und andere Konsumgüter. Beim Verkehr und Raumklima wird die Nachfrage weiter nach den wesentlichen Energieträgern unterschieden. Im Bereich Verkehr sind dies beispielsweise Benzin, Diesel und Strom. Der Arbeit von Varga et al. (2021) folgend werden dauerhafte Konsumgüter in den beiden Nachfragekategorien von „Leasingunternehmen“ gemietet.

Die Wahl des Arbeitseinsatzes ist abhängig vom Nettolohn und berücksichtigt zusätzlich generierte Ansprüche an die öffentlichen Sozialversicherungsträger (zukünftige Pensions-, Arbeitslosenansprüche) sowie Abfertigungsansprüche. Arbeitslose Individuen wählen die Intensität ihrer Suche nach einer Arbeitsstelle. Diese Entscheidung ist abhängig vom Nettoarbeitseinkommen, dem Arbeitsloseneinkommen und der Wahrscheinlichkeit, einen Arbeitsplatz zu finden. Unternehmen wählen eine optimale Anzahl an ausgeschriebenen offenen Stellen. Eine sogenannte *matching function* führt Arbeitssuchende und offene Stellen zusammen. Zusätzlich treffen die Unternehmen eine Kündigungsentscheidung. Durch die Unterscheidung in einzelne Alters- und Ausbildungsgruppen kann E-PuMA alters- bzw. ausbildungsabhängige Arbeitslosenquoten abbilden. Die Wahl des

Pensionsantrittsalters bzw. die Partizipationsentscheidung wird im Wesentlichen vom Nettoarbeitseinkommen und der Nettoersatzrate bzw. der sozialen Absicherung bestimmt. Die Aus- und Weiterbildungsentscheidungen hängen vor allem von der erwarteten Rendite von höherem Humankapital und den Kosten (inkl. Opportunitätskosten durch Verdienstentgang) ab.

Im öffentlichen Bereich werden Budgets für die soziale Sicherung und ein allgemeines Budget zur Finanzierung der öffentlichen Ausgaben unterschieden. Einnahmen der Sozialversicherungen bestehen aus Dienstnehmer- und Dienstgeberbeiträgen bzw. Transfers aus dem allgemeinen Budget. Ausgabenerhöhungen im Sozialversicherungsbereich können alternativ durch eine Erhöhung der Beitragssätze oder über zusätzliche Zuschüsse aus dem Budget finanziert werden.

Aus dem allgemeinen Budget werden die Ausgaben des Bundes und untergeordneter Gebietskörperschaften für den öffentlichen Konsum, für die Zuschüsse an die Sozialversicherungsträger und Transfers an die privaten Haushalte und Unternehmen und für den Zinsdienst der Staatsverschuldung über Einnahmen aus dem Steuersystem finanziert. Dabei werden alle wesentlichen Steuern des österreichischen Steuersystems (wie Lohn- und Einkommensteuer, Körperschaftsteuer, Konsumsteuern, Kapitalertragssteuern auf Zinsen und Dividenden und Lohnsummensteuern) explizit modelliert. E-PuMA bildet hierbei sowohl das progressive Einkommensteuersystem als auch das System der Sozialversicherung (inklusive Höchstbeitragsgrundlage) und weitere lohnabhängige Abgaben ab.

LITERATURVERZEICHNIS

Abel, G. J., M. Brottrager, J. C. Cuaresma und R. Muttarak (2019). Climate, conflict and forced migration, *Global environmental change* 54, 239-249.

AFRY Austria (2023). Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserkraft in Österreich, Endbericht im Auftrag von Österreichs Energie.

Aichele, R. und G. Felbermayr (2015). Kyoto and Carbon Leakage: An Empirical Analysis of the Carbon Content of Bilateral Trade, *The Review of Economics and Statistics* 97(1), 104-115.

AMS (2023). Green jobs und klimarelevante Berufe. Ein Klassifizierungsvergleich – Follow-up zur Studie Ökojobs für Arbeitslose, Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung.

Annicchiarico, B., S. Battles, F. Di Dio, P. Molina und P. Zoppoli (2017). GHG mitigation schemes and energy policies: A model-based assessment for the Italian economy, *Economic Modelling* 61, 495–509.

Antimiani, A., V. Costantini, C. Martini, L. Salvatici und M. C. Tommasino (2013). Assessing alternative solutions to carbon leakage, *Energy Economics* 36, 299-311.

Auffhammer, M. (2018). Quantifying economic damages from climate change, *Journal of Economic Perspectives* 32(4), 33-52.

Barker, T., S. Junankar, H. Pollitt und P. Summerton (2007). Carbon leakage from unilateral environmental tax reforms in Europe, 1995-2005, *Energy Policy* 35(12), 6281-6292.

Beck, U. R., P. K. Kruse-Andersen und L. B. Stewart (2023). Carbon leakage in a small open economy: The importance of international climate policies, *Energy Economics* 117, 106447.

Bellon, M., Z. Aligishiev und E. Massetti (2022). Macro-Fiscal Implications of Adaptation to Climate Change, *Staff Climate Notes* 2022(002), 1.

Berger, J., M. Köppl-Turyna und L. Strohner (2025). Welche Auswirkungen hat leistbare Energie auf den Standort Oberösterreich, *EcoAustria Projektbericht im Auftrag des NEOS Lab*.

Berger, J., V. Bittó, M. Gillesberger, M. Köppl-Turyna und L. Strohner (2024a). Anpassungen an den Klimawandel – Welche positiven ökonomischen Effekte sind zu erwarten? *EcoAustria Studie im Auftrag von Oecolution*.

Berger, J., L. Strohner, N. Graf und M. Köppl-Turyna (2024b). Update and Extension of the Labour Market Model, *EcoAustria Research Report im Auftrag von Europäische Kommission, DG EMPL*.

Berger, J. und L. Strohner (2022). Extensions of the Energy Public Policy Model for Austria and other European countries E-(PuMA), EcoAustria Research Paper No. 19.

Berger, J. und L. Strohner (2020). Documentation of the Public Policy Model for Austria and other European countries (PUMA), EcoAustria Research Paper No. 11.

Berger, J., C. Keuschnigg, M. Keuschnigg, M. Miess, L. Strohner und R. Winter-Ebmer (2009). Modelling of Labour Markets in the European Union. Studie im Auftrag der DG EMPL der Europäischen Kommission.

Bilal, A. und D. Känzig (2024). The Macroeconomic Impact of Climate Change: Global vs. Local Temperature, NBER Working Paper 32450.

Bittó, V. und R. Janik (2022). Aspekte der handelsrechtlichen Ausgestaltung des CO₂-Grenzausgleichs in der EU, EcoAustria Kurzanalyse Nr. 20.

Blazejczak, J. und D. Edler (2021). Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland, Kurzstudie im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen, Berlin.

BMF (2025). Langfristige Budgetprognose 2025 – Bericht der Bundesregierung gemäß § 15 Abs. 2 BHG 2013, Wien.

Böhringer, C., J. C. Carbone und T. F. Rutherford (2018). Embodied carbon tariffs, *Scandinavian Journal of Economics* 120(1), 183-210.

Böhringer, C., J. C. Carbone und T. F. Rutherford (2012). Unilateral climate policy design: Efficiency and equity implications of alternative instruments to reduce carbon leakage, *Energy Economics* 34, S208-S217.

Böhringer, C., C. Fischer und K. E. Rosendahl (2010). The global effects of subglobal climate policies, *B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 10(2), 35.

Boone, J. und L. Bovenberg (2002). Optimal Labour Taxation and Search, *Journal of Public Economics* 85, 53-97.

Burke, M., S. M. Hsiang und E. Miguel (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production, *Nature* 527(7577), 235–239.

Cattaneo, C. und G. Peri (2016). The Migration Response to Increasing Temperatures, *Journal of Development Economics* 122, 127-146.

- Chateau, J., A. Miho und M. Borowiecki (2023). Economic effects of the EU's 'Fit for 55' climate mitigation policies: A computable general equilibrium analysis, OECD Economics Department Working Papers No. 1775.
- Cosbey, A., S. Droege, C. Fischer und C. Munnings (2019). Developing guidance for implementing border carbon adjustments: Lessons, cautions, and research needs from the literature, *Review of Environmental Economics and Policy* 13(1), 3-22.
- Diendorfer, C., B. Gahleitner, B. Dachs, T. Kienberger, P. Nagovnak, H. Böhm, S. Moser, G. Thenius und K. Knaus (2021). Klimaneutralität Österreichs bis 2040 – Beitrag der österreichischen Industrie, [Link](#).
- Dixit, A. K. und J. E. Stiglitz (1977). Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity, *American Economic Review* 67(3), 297-308.
- Dorr, A., E. Heckl, A. Marcher, K. Petzelberger und C. Depperschmidt (2023). Green Jobs in Österreich mit Fokus auf Lehrausbildungen – Berufsprofile, Kompetenzen, Beschäftigungschancen, herausgegeben vom Arbeitsmarktservice Österreich.
- Ehrentraut, O., A. Greschkow, P. Kreuzer, H. Toborg und L. Wandhoff (2024). Defossilisierung und Klimaneutralität – Fachkräftebedarf und Fachkräftegewinnung in der Transformation, Studie im Auftrag der DIHK.
- Elliott, J., I. Foster, S. Kortum, T. Munson, F. Perez Cervantes und D. Weisbach (2010). Trade and carbon taxes, *American Economic Review* 100(2), 465-469.
- Europäische Umweltagentur (2025). Trends and projections in Europe 2025.
- Fankhauser, S. (2017). Adaptation to Climate Change, *Annual Review of Resource Economics* 9, 209-230.
- Feyen, L., J. C. Ciscar, S. Gosling, D. Ibarreta und A. Soria (2020). Climate change impacts and adaptation in Europe: JRC PESETA IV final report.
- Fischer, C. und A. K. Fox (2012). Comparing policies to combat emissions leakage: Border carbon adjustments versus rebates, *Journal of Environmental Economics and Management* 64(2), 199-216.
- Fraunhofer ISI (2023). Direct Air Carbon Capture and Storage – Ein Gamechanger in der Klimapolitik?, *Perspektiven Policy Brief*.
- Frondel, M. (2026). Die Verschiebung des deutschen Ziels der Treibhausgasneutralität vom Jahr 2045 auf das Jahr 2050: Mögliche ökonomische und ökologische Effekte, *Diskussionspapier, RWI Materialien Heft* 172.

- Frontier Economics (2025). Neue Wege für die Energiewende („Plan B“), Studie im Auftrag der Deutschen Industrie- und Handelskammer.
- García-León, D. (2015). Weather and Income: Lessons from the Main European Regions, SSRN Scholarly Paper 2602748. Social Science Research Network.
- García-León, D., A. Casanueva, G. Standardi, A. Burgstall, A. D. Flouris und L. Nybo (2021). Current and projected regional economic impacts of heatwaves in Europe, *Nature Communications* 12(1), 5807.
- Gerlagh, R. und O. Kuik (2014). Spill or leak? Carbon leakage with international technology spillovers: A CGE analysis, *Energy Economics* 45, 381-388.
- Goers, S., F. Schneider, H. Steinmüller und R. Tichler (2020). *Wirtschaftswachstum und Beschäftigung durch Investitionen in Erneuerbare Energien*, Linz.
- Gourio, F. und C. Fries (2020). Adaptation and the Cost of Rising Temperature for the U.S. economy, Federal Reserve Bank of Chicago WP 2020-08.
- Gosling S. N., J. Zaherpour und D. Ibarreta (2018): PESETA III: Climate change impacts on labour productivity, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Hayashi, F. (1982). Tobin's Marginal Q and Average Q. A Neoclassical Interpretation, *Econometrica* 50, 213-224.
- Hoel, M. (1996). Should a carbon tax be differentiated across sectors? *Journal of Public Economics* 59(1), 17-32.
- Holler, J. und S. Maidorn (2025). *Kosteneffektivität von Klimaschutzmaßnahmen in Österreich*, Studie im Auftrag des Fiskalrates.
- IMD (2025). *IMD World Competitiveness Booklet 2025*, [Link](#).
- IPCC (2022). *Climate Change 2022 – Mitigation of Climate Change*, Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jaag, C. (2005). *The Role of Endogenous Skill Choice in an Aging Society*.
- Kahn, M. E. (2016). The Climate Change Adaptation Literature, *Review of Environmental Economics and Policy* 10(1), 166–178.
- Kahn, M. E., K. Mohaddes, R. N. C. Ng, M. H. Pesaran, M. Raissi und J.-C. Yang (2021). Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis, *Energy Economics* 104, 105624.
- Kalkuhl, M. und L. Wenz (2020). The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions, *Journal of Environmental Economics and Management* 103, 102360.

Keuschnigg, C. und W. Kohler (2002). Eastern Enlargement of the EU: How Much Is It Worth for Austria?, *Review of International Economics* 10(2), 324-342.

Köppl-Turyna, M. und N. Graf (2025). Wettbewerbsfähigkeit Österreichs und Anforderungen einer Industriestrategie, *EcoAustria Policy Note* 62.

KPC (2024). Strategische Flexibilitäten zur Zielerreichung Österreichs im ESR (EU 2030 Klimaziel).

Kruse-Andersen, P. K. und P. B. Sorensen (2022). Energy taxes and cost-effective unilateral climate policy: Addressing carbon leakage, *Energy Economics* 109, 105928.

Krusell, P., L. E. Ohanian, J. V. Rios-Rull und G. L. Violante (2000). Capital-Skill Complementarity and Inequality: A Macroeconomic Analysis, *Econometrica* 68(5), 1029-1053.

Kuik, O. und M. Hofkes (2010). Border adjustment for European emission trading: Competitiveness and carbon leakage, *Energy Policy* 38(4), 1741-1748.

Lenton, T. M., J. Rockström, O. Gaffney, S. Rahmstorf, K. Richardson, W. Steffen und H. J. Schellnhuber (2019). Climate tipping points — too risky to bet against, *Nature* 575(7784), 592–595.

McKinsey & Company (2021). Net-Zero Deutschland – Chance und Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2045, [Link](#).

Mortensen, D. (1986). Job search and labour market analysis, in: Ashenfelter, O. und R. Layard (Hrsg.), *Handbook of Labour Economics*, vol. 2, Amsterdam: Elsevier Science.

Mortensen, D. und C. Pissarides (1999). New developments in models of search in the labor market, in: Ashenfelter, O. und D. Card (Hrsg.), *Handbook of Labor Economics*, vol. 3B. Amsterdam: Elsevier Science.

Nordhaus, W. D. (2017). Revisiting the social cost of carbon, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(7), 1518–1523.

Nysten, J. V. (2022), On the legality of national carbon pricing instruments alongside the new EU ETS 2, *npj Climate Action*|(2024)3:91.

Ohanian, L., M. Orak und S. Shen (2023). Revisiting Capital-Skill Complementarity, Inequality, and Labor Share, *Review of Economic Dynamics* 51, 479-505.

Pietzker, R. et al. (2021). Notwendige CO₂-Preise zum Erreichen des europäischen Klimaziels 2030, *Ariadne-Hintergrund* Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

Pindyck, R. S. (2019). The social cost of carbon revisited, *Journal of Environmental Economics and Management* 94, 140-160.

Piontek, F., L. Drouet, J. Emmerling, T. Kompas, A. Méjean, C. Otto, J. Rising, B. Soergel, N. Taconet und M. Tavoni (2021). Integrated perspective on translating biophysical to economic impacts of climate change, *Nature Climate Change* 11(7), 563–572.

Produktivitätsrat (2025). Produktivitätsbericht 2025 – Strukturwandel als Chance für Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung, [Link](#).

Ratto, M., W. Roeger und J. in't Veld (2009). QUEST III: An estimated open-economy DSGE model of the euro area with fiscal and monetary policy, *Economic Modelling* 26, 222-233.

Schleypen, J. R., S. Dasgupta, S. Borsky, M. Jury, M. Ščasný und L. Bezhanishvili (2019). D2.4 Impacts on Industry, Energy, Services, and Trade, Deliverable of the H2020 COACCH project.

Schützenhofer, C. et al. (2024). transform.industry – Transformationspfade und FTI-Fahrplan für eine klimaneutrale Industrie 2040 in Österreich, Studie im Auftrag des Klima- und Energiefonds.

Steininger, K. W., B. Bednar-Friedl, N. Knittel, G. Kirchengast, S. Nabernegg, K. Williges, R. Mestel, H. Hutter, L. Kenner (2020). Klimapolitik in Österreich: Innovationschance Coronakrise und die Kosten des Nicht-Handelns.

Thenius, G., K. Knaus und S. Sahin (2023). Green Jobs 2030+ - Einordnung des Arbeitskräftebedarfs für die Erreichung zentraler Ziele der Energiewende, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien.

Umweltbundesamt (2025a). Energie- und Treibhausgas-Szenarien 2025, im Auftrag des BMLUK, Wien 2025.

Umweltbundesamt (2025b). Klimaschutzbericht 2025, im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft, Wien 2025.

Umweltbundesamt (2025c). Treibhausgas-Szenarien für die langfristige Budgetprognose 2025, Studie im Auftrag des BMF.

Umweltbundesamt (2025d). Austria's National Inventory Document 2025, Wien 2025.

Umweltbundesamt (2023). Energie- und Treibhausgas-Szenario Transition 2040, im Auftrag des BMK, Wien 2023.

Umweltbundesamt (2021). Certification of Carbon Removals, Part 1: Synoptic review of carbon removal solutions, REP-0795.

Van der Wijst, K., F. Bosello, P. Ignjacevic, E. Preinfalk et al. (2021). D4.3 Macroeconomic assessment of policy effectiveness. Deliverable of the H2020 COACCH project.

Varga, J., W. Roeger und J. in't Veld (2021). E-QUEST – A Multi-Region Sectoral Dynamic General Equilibrium Model with Energy, European Economy Discussion Paper 146.

Venmans, F., J. Ellis und D. Nachtigall (2020). Carbon pricing and competitiveness: are they at odds?, *Climate Policy* 20(9), 1070-1091.

Wang, M. und T. Kuusi (2024). Trade flows, carbon leakage, and the EU Emissions Trading System, *Energy Economics* 134, 107556.

Watkiss, P. (2022). Challenges for Adaptation Modelling, in: Kondrup, C., P. Mercogliano, F. Bosello, J. Mysiak, E. Scoccimarro, A. Rizzo, R. Ebrey, M. de Rooter, A. Jeuken und P. Watkiss (Hrsg.) *Climate Adaptation Modelling*, Springer Climate, Cham, Schweiz.

Watkiss, P. und M. Watkiss (2021). D5.7 Climate Change Impacts & Policy Synthesis, Deliverable of the H2020 COACCH project.

Wei, T. und A. Aaheim (2023). Climate change adaptation based on computable general equilibrium models – a systematic review, *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 15(4), 561–576.

Weyerstraß, K. et al. (2024). Gesamtwirtschaftlicher Investitionsbedarf in Österreich zur Erreichung der Klimaziele, IHS-Projektbericht im Auftrag der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien sowie der Wirtschaftskammer Österreich in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt und Institut für Raumplanung an der TU Wien.