

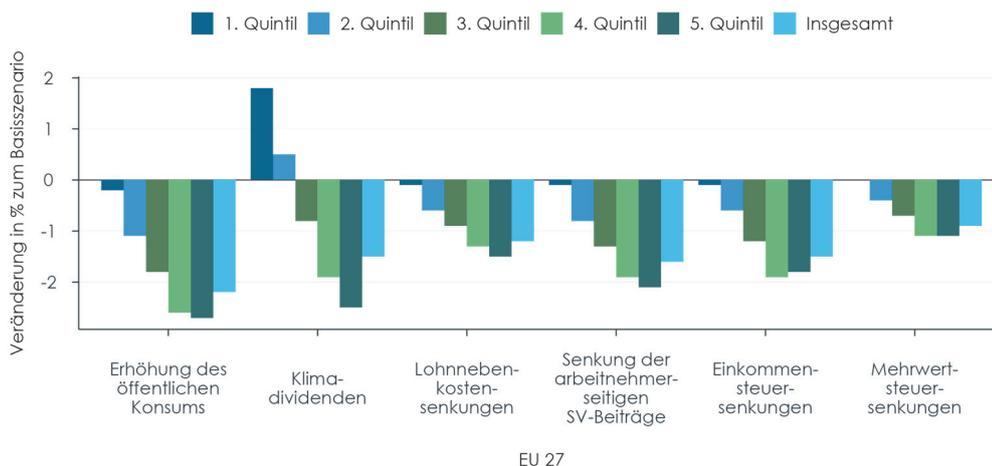
EU-weite CO₂-Bepreisung und Optionen zur Einnahmenverwendung

Effekte auf Emissionen, Wirtschaft und Verteilung

Claudia Kettner, Daniela Kletzan-Slamanig, Mark Sommer, Gerhard Streicher

- Mit dem Europäischen Klimagesetz hat sich die Europäische Union verpflichtet, bis 2050 klimaneutral zu werden. Ab 2027 wird ein zweites Emissionshandelssystem eingeführt, das Emissionen aus dem Straßenverkehr und dem Gebäudesektor bepreist.
- Der vorliegende Beitrag analysiert die Effekte einer EU-weiten CO₂-Bepreisung in Verbindung mit unterschiedlichen Rückvergütungsoptionen mit dem makroökonomischen Modell ADAGIO.
- Die Einführung der CO₂-Bepreisung hat in der EU insgesamt negative makroökonomische Effekte, wobei ihr Ausmaß je nach Rückvergütungsoption und den Modellannahmen variiert.
- Für Österreich und Polen, die im Detail betrachtet wurden, ergeben die Szenarien leicht positive makroökonomische Auswirkungen.
- Zudem bestätigt die Modellanalyse einen Trade-off zwischen makroökonomischer Effizienz und dem Entlastungspotenzial für einkommensschwächere Haushalte durch unterschiedliche Optionen der Einnahmenrückvergütung.

Auswirkungen der Einnahmenrückvergütung auf das real verfügbare Haushaltseinkommen nach Einkommensquintilen



"Der EU-Fonds für einen gerechten Übergang kann dazu beitragen, die negativen sozioökonomischen Auswirkungen der grünen Transformation abzumildern und eine Verschärfung der Ungleichheit innerhalb und zwischen den Ländern zu verhindern."

Die Einnahmenrückvergütung ist zentral, um unerwünschte Verteilungswirkungen zu minimieren. Die Klimadividende führt als einzige Option zu einem leichten Anstieg des Haushaltseinkommens der unteren zwei Quintile (Q: WIFO-Berechnungen).

EU-weite CO₂-Bepreisung und Optionen zur Einnahmenverwendung

Effekte auf Emissionen, Wirtschaft und Verteilung

Claudia Kettner, Daniela Kletzan-Slamanig, Mark Sommer, Gerhard Streicher

EU-weite CO₂-Bepreisung und Optionen zur Einnahmenverwendung. Effekte auf Emissionen, Wirtschaft und Verteilung

Obwohl mit dem Emissionshandelssystem 2 (ETS 2) die Einführung eines EU-weiten CO₂-Preises für die Sektoren Gebäude und Verkehr bereits beschlossen wurde, sind detaillierte Analysen zu den makroökonomischen und verteilungspolitischen Auswirkungen bislang rar. Der vorliegende Beitrag stützt sich auf das makroökonomische Modell ADAGIO, um die Effekte der EU-weiten CO₂-Bepreisung in sechs verschiedenen Szenarien zur Einnahmenrückvergütung zu simulieren. Mit Österreich und Polen stehen neben der EU 27 zwei Länder im Zentrum der Analyse, die sich hinsichtlich ihrer Energiesysteme und Wirtschaftsstruktur erheblich unterscheiden. Der Fokus liegt auf den makroökonomischen Effekten der CO₂-Bepreisung einschließlich Rückvergütung, ihrem Beitrag zur Emissionsreduktion und auf ihren Verteilungswirkungen.

JEL-Codes: Q54, Q58, H23 • **Keywords:** CO₂-Bepreisung, Einnahmenrückvergütung, makroökonomische Effekte, Verteilungseffekte

Der vorliegende Beitrag basiert auf einem WIFO Working Paper mit finanzieller Unterstützung des Jubiläumsfonds der Oesterreichischen Nationalbank (Projektnummer 11819, Förderungsnummer 18472): Claudia Kettner, Daniela Kletzan-Slamanig, Mark Sommer, Gerhard Streicher, EU-wide Carbon Pricing – Macroeconomic Effects and Distributional Implications (September 2024, 38 Seiten, kostenloser Download: <https://www.wifo.ac.at/publication/pid/54289860>).

Begutachtung: Margit Schratzenstaller • **Wissenschaftliche Assistenz:** Katharina Köberl-Schmid (katharina.koeberl-schmid@wifo.ac.at), Susanne Markytan (susanne.markytan@wifo.ac.at) • Abgeschlossen am 27. 9. 2024

Kontakt: Claudia Kettner (claudia.kettner@wifo.ac.at), Daniela Kletzan-Slamanig (daniela.kletzan-slamanig@wifo.ac.at), Mark Sommer (mark.sommer@wifo.ac.at), Gerhard Streicher (gerhard.streicher@wifo.ac.at)

EU-wide Carbon Pricing and Options for Revenue Recycling. Effects on Emissions, Economy and Distribution

While the EU has already adopted an EU-wide carbon price for the buildings and transport with the Emissions Trading System 2 (ETS 2), detailed analyses of the macroeconomic and distributional effects are rare. This article applies the macroeconomic model ADAGIO to simulate the effects of EU-wide carbon pricing under six different revenue recycling options. Austria and Poland, two countries that differ considerably in terms of their energy systems and economic structure, are at the centre of the analysis. The focus is on the macroeconomic effects of carbon pricing, its contribution to emissions reduction and its distributional effects.

1. Hintergrund

Im Rahmen des "Fit for 55"-Pakets wurde die Einführung eines EU-weiten Emissionshandelssystems für Gebäude und Verkehr beschlossen.

Mit dem im Jahr 2021 verabschiedeten Europäischen Klimagesetz hat sich die Europäische Union rechtlich verpflichtet, bis 2050 klimaneutral zu werden, und damit die Notwendigkeit anerkannt, den anthropogenen Klimawandel ambitioniert zu bekämpfen. Das Gesetz enthält das Zwischenziel, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55% im Vergleich zu 1990 zu reduzieren. Obwohl die EU-weiten Emissionen in den letzten drei Jahrzehnten (1990/2022) um 31% gesunken sind, erfordert das Erreichen des ehrgeizigen langfristigen Dekarbonisierungsziels weitere Anstrengungen. Der Treibhausgasausstoß muss in allen Bereichen, insbesondere in den

Sektoren Gebäude und Verkehr, drastisch gesenkt werden.

Das 2021 vorgestellte "Fit for 55"-Paket soll einen regulatorischen Rahmen schaffen, der sicherstellt, dass die Klimaziele in den EU-Mitgliedsländern auf faire und kosteneffiziente Weise erreicht werden können. Daher wurde die EU-Klima- und Energiepolitik angepasst und neue Instrumente eingeführt. Fast alle legislativen Vorschläge des Pakets wurden inzwischen angenommen¹⁾. Für große Emittenten in Industrie und Energieerzeugung führte die EU bereits 2005 das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS) ein,

¹⁾ Es steht nur mehr die Reform der Energiesteuerlinie aus. Das Einstimmigkeitsprinzip bei Steuerfragen erweist sich seit Jahrzehnten als großes Hindernis für die Reform der Energiebesteuerung in der EU. Nicht

zuletzt aufgrund des Widerstandes einiger Mitgliedsländer (insbesondere Polens) ist eine Einigung derzeit nicht in Sicht.

das etwa 45% der gesamten Treibhausgasemissionen erfasst. Für diese Sektoren wurde ein EU-weites Reduktionsziel von 62% (2005/2030) definiert²⁾. Dagegen wurden Emissionen aus anderen Quellen, insbesondere aus Gebäuden und Verkehr, bisher auf Ebene der Mitgliedsländer reguliert. Diese nicht vom EU-ETS erfassten Sektoren sollen bis 2030 eine Emissionsreduktion von 40% erreichen, wobei für die einzelnen Mitgliedsländer im Rahmen der Lastenteilungsverordnung differenzierte Reduktionsziele gelten.

Bisher waren demnach nationale Energie- und CO₂-Steuern wichtige Instrumente zur Verringerung des Treibhausgasausstoßes. Ab 2027 wird jedoch ein zweites, separates EU-weites Emissionshandelssystem (ETS 2) den Betrieb aufnehmen. Es erfasst Emissionen aus dem Straßenverkehr, Gebäuden und anderen Sektoren, hauptsächlich kleinen, nicht durch das bestehende EU-ETS geregelte Industriesparten. Die Emissionszertifikate im ETS 2 werden vollständig versteigert, wobei die Einnahmen teilweise dem neuen Klima-Sozialfonds (Social Climate Fund – SCF) zufließen sollen. Der SCF wurde eingerichtet, um das neue Emissionshandelssystem zu ergänzen, negative Auswirkungen in den regulierten Sektoren abzumildern, sowie von Energie- oder Mobilitätsarmut betroffene private Haushalte, Verkehrsnutzer:innen und Kleinstunternehmen zu unterstützen.

Die Einführung des Klima-Sozialfonds unterstreicht, dass die EU verstärkt auf die sozialen Aspekte der Klimapolitik achtet. Der kräftige Energiepreisanstieg infolge des Ukraine-Krieges zeigte, wie wichtig Ausgleichsmaßnahmen sind, um insbesondere vulnerable Haushaltsgruppen vor Mehrbelastungen zu schützen, die aus Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität folgen können. Dazu zählen sowohl Energiepreiserhöhungen als auch Investitionsbedarfe, etwa zur Verbesserung der thermischen Qualität von Wohngebäuden oder zur Dekarbonisierung des Heizsystems. Zudem gilt es, Unterschiede in den Bedürfnissen und Möglichkeiten für eine Änderung der Konsum- und Produktionsmuster in verschiedenen Bevölkerungsgruppen und Regionen zu berücksichtigen.

In der wissenschaftlichen Literatur zur Ökologisierung des Steuersystems und insbesondere zur CO₂-Bepreisung werden unterschiedliche Optionen der Einnahmerückvergütung hinsichtlich ihres Potenzials diskutiert, makroökonomisch oder verteilungspolitisch unerwünschte Effekte abzufedern. In der Praxis erfolgt die Rückvergütung zumeist über die Senkung von Steuern oder Sozialversicherungsbeiträgen oder über Pauschal-

zahlungen wie den (regional differenzierten) österreichischen Klimabonus.

Obwohl die EU-weite CO₂-Bepreisung für die Sektoren Gebäude und Verkehr mit ETS 2 bereits beschlossen wurde, gibt es bislang kaum detaillierte Analysen der makroökonomischen und verteilungspolitischen Effekte (sowohl innerhalb als auch zwischen den Ländern). Bisher konzentrierten sich die Untersuchungen auf die EU als Ganzes (z. B. Chevallier, 2011; Metcalf & Stock, 2020; Europäische Kommission, 2021; Green, 2021; Fragkos & Fragkiadakis, 2022; Känzig, 2023; Känzig & Konradt, 2023), ohne die Besonderheiten der einzelnen Mitgliedsländer, z. B. Unterschiede im Energiesystem oder im Einkommensniveau, zu berücksichtigen.

In Bezug auf die verteilungspolitischen Auswirkungen deuten die meisten Studien auf unerwünschte Effekte der CO₂-Bepreisung auf Haushaltsebene hin, wenn die Einnahmen nicht rückvergütet werden. In diesem Fall ergibt sich eine Mehrbelastung für einkommensschwache Haushalte, die CO₂-Bepreisung wirkt also regressiv (Büchs, 2021; Cunha Montenegro et al., 2019; Rüb, 2024; Symons et al., 2002³⁾). Auf EU-Ebene hat die CO₂-Bepreisung laut Feindt et al. (2021) ebenfalls problematische Verteilungswirkungen, da einige Länder mit geringen Pro-Kopf-Einkommen stärker betroffen seien. Die Autor:innen folgern, dass zwar auch eine Umverteilung auf nationaler Ebene eine progressive EU-weite Wirkung sicherstellen könne, eine unionsweite Umverteilung jedoch effektiver wäre, um die am stärksten gefährdeten privaten Haushalte zu entschädigen, da die Regressivität auf EU-Ebene durch länderübergreifende Effekte verursacht werde.

Der vorliegende Beitrag modelliert die Effekte einer EU-weiten CO₂-Bepreisung in Kombination mit unterschiedlichen Rückvergütungsoptionen mit dem makroökonomischen Modell ADAGIO (Kratena et al., 2017). Im Mittelpunkt stehen mit Österreich und Polen zwei EU-Länder, die sich hinsichtlich ihrer Energiesysteme und der Wirtschaftsstruktur erheblich unterscheiden (Kletzan-Slamanig & Kettner, 2024). Die Ergebnisse werden mit jenen für die EU 27 verglichen. Der Fokus liegt zunächst auf den makroökonomischen Folgen der CO₂-Bepreisung und ihren Auswirkungen auf den Treibhausgasausstoß. Die Szenarien unterstellen jeweils eine von sechs verschiedenen Optionen zur Einnahmerückvergütung, namentlich eine Erhöhung des öffentlichen Konsums, Pauschalzahlungen an private Haushalte, sowie Senkungen der arbeitnehmerseitigen Sozialversiche-

²⁾ Zudem wird das System auf den internationalen Seeverkehr ausgeweitet.

³⁾ Demgegenüber ermittelten Landis et al. (2019) für die meisten Länder selbst ohne Einnahmerückvergütung positive bis neutrale Effekte der CO₂-Bepreisung. Rüb (2024) zeigt erhebliche Unterschiede zwischen

den Ländern auf, wobei mittlere Einkommensgruppen am stärksten belastet seien. Die Analyse von Feindt et al. (2021) weist darauf hin, dass die CO₂-Bepreisung auf nationaler Ebene hauptsächlich neutrale, manchmal progressive Effekte hat.

Soziale Aspekte der Klimapolitik gewinnen in der politischen Diskussion an Bedeutung und rücken zunehmend in den Fokus der Forschung.

Bisher gibt es nur wenige Studien, die die Effekte einer EU-weiten CO₂-Bepreisung auf Ebene der Mitgliedsländer analysieren.

Der vorliegende Beitrag analysiert die Effekte einer EU-weiten CO₂-Bepreisung in Kombination mit unterschiedlichen Rückvergütungsoptionen.

rungsbeiträge, der Einkommensteuern, der Lohnnebenkosten und der Mehrwertsteuersätze. Darüber hinaus werden die Verteilungseffekte der Szenarien für 15 verschie-

dene Haushaltstypen (Einkommensquintile in drei verschiedenen Regionstypen) untersucht, wodurch eine wichtige Dimension der horizontalen Verteilung adressiert wird.

2. Szenarien zur Rückvergütung

Im Folgenden werden die zentralen Annahmen der Politiksznarien beschrieben. Diese Szenarien werden mit einem kontrafaktischen Basisszenario verglichen, in dem keine CO₂-Bepreisung für die nicht vom bestehenden EU-ETS erfassten Sektoren eingeführt wird. In den Politiksznarien gilt dagegen ab 2027 ein EU-weiter CO₂-Preis für diese Sektoren. Er liegt in der gesamten Zehnjahresperiode bis 2036 konstant bei 45 € je t CO₂, was dem Zielpreis für das ETS 2 im Jahr 2030 entspricht. In den vom bestehenden EU-ETS abgedeckten Sektoren steigt der CO₂-Preis von 60 € je t im Jahr 2027 auf 120 € je t im Jahr 2036.

Die Simulationen umfassen sechs Optionen zur Einnahmenrückvergütung, die negative makroökonomische Effekte sowie unerwünschte Verteilungseffekte abmildern sollen.

Während die Annahmen zu den CO₂-Preispfaden in allen Politiksznarien gleich sind, werden sechs Optionen zur Einnahmenrückvergütung unterschieden, die negative makroökonomische Effekte sowie unerwünschte Verteilungseffekte abmildern sollen:

- PCI: Im ersten Fall werden die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung für den öffentlichen Konsum verwendet.
- CDP: Der zweite Fall beinhaltet die Rückführung der CO₂-Steuereinnahmen über Pauschalzahlungen (Klimadividenden)

an die privaten Haushalte. Die Zahlungen werden pro Kopf verteilt, wobei Kinder bis 14 Jahre einen reduzierten Betrag von 40% erhalten.

- LCR: Im dritten Fall sinken die Lohnnebenkosten durch Reduktion der arbeitgeberseitigen Sozialversicherungsbeiträge. Dies ist die einzige Option mit direkten positiven Auswirkungen auf die preisliche Wettbewerbsfähigkeit.
- SSCw: Die hier unterstellte Senkung der arbeitnehmerseitigen Sozialversicherungsbeiträge hat im Gegensatz zur LCR-Option keine direkten (positiven) Auswirkungen auf die preisliche Wettbewerbsfähigkeit.
- ITR: Die fünfte Option beinhaltet eine Senkung der Einkommensteuern und ähnelt LCR und SSCw. Wie in CDP und SSCw steigt ceteris paribus das verfügbare Einkommen.
- VTR: Der sechste Ansatz zur Einnahmenrückvergütung ist die Senkung des Standard-Mehrwertsteuersatzes auf Waren und Dienstleistungen, mit Ausnahme von Energiegütern. Indirekt beeinflusst diese Option über eine reduzierte Inflation den Lohnsatz und damit die preisliche Wettbewerbsfähigkeit.

Modellbeschreibung ADAGIO

ADAGIO ist ein dynamisches globales Input-Output-Modell. Es gehört zu einer Familie von Modellen, die eine "dynamische neukeynesianische" Philosophie teilen (für eine detaillierte Beschreibung siehe Kratena et al., 2017). Obwohl es kein traditionelles Allgemeines Gleichgewichtsmodell ("Computable General Equilibrium"-Modell – CGE) ist, zeigt ADAGIO ein gleichgewichtsähnliches Verhalten auf den Güter- und Arbeitsmärkten; die Bestimmungsfaktoren der Finanzmärkte (wie Zins- und Wechselkurse) sind jedoch exogen. Das "neukeynesianische" Element wird durch ein langfristiges Vollbeschäftigungsgleichgewicht repräsentiert, das kurzfristig aufgrund institutioneller Rigiditäten nicht erreichbar ist. Dazu gehören Liquiditätsbeschränkungen für Konsument:innen, Lohnverhandlungen und unvollkommener Wettbewerb.

Als Input-Output-Modell ist ADAGIO nachfrageorientiert. Es geht jedoch in mehrfacher Hinsicht über traditionelle (statische) Input-Output-Modelle hinaus: Das Preissystem berücksichtigt – ausgehend von den gemeinsam mit den Produktionsfaktoren Kapital, Arbeit, Energie und importierte sowie heimische Vorleistungen bestimmten Erzeugerpreisen – nutzerspezifische Preise, die unterschiedliche Margen, Steuern, Subventionen und Importanteile widerspiegeln (im Außenhandel werden internationale Transport- und Handelsspannen sowie Zölle berücksichtigt). Damit ergeben sich konsistente Preissignale für die Schätzung der Nachfragestrukturen in Produktion, Konsum, Investitionen und Exporten.

Für die vorliegende Analyse wurde ADAGIO um Merkmale seines Schwestermodells DYNK (einem Ein-Land-Modell mit detaillierter Darstellung von Energieflüssen und Emissionen, siehe z. B. Kettner et al., 2024b; Kirchner et al., 2019; Sommer & Kratena, 2020) erweitert. Die Erweiterungen bestehen aus spezifischen Modulen zum Energiemix der Industriesektoren und zur Energienachfrage der privaten Haushalte für Mobilität, Heizung und Geräte. Das Produktionsmodul wurde um die Möglichkeit der Substitution von Brennstoffen erweitert.

ADAGIO basiert auf nationalen Supply-Use-Tabellen und Handelsmatrizen, die die Wirtschaft in Form von Warenflüssen zwischen Sektoren und Nutzer:innen (sowie zwischen den Modellregionen) darstellen. Die Supply-Use-Tabellen beziehen sich auf die im WIOD-Projekt (Timmer et al., 2015) enthaltenen Regionen und umfassen 43 Länder sowie die übrige Welt. Da die WIOD-Datenbank nicht mehr aktualisiert wird, basiert die aktuelle Version von ADAGIO auf Supply-Use-Tabellen, die von Eurostat (für die EU 27 und EU 28) und der OECD (für die sonstigen Länder) adaptiert wurden (Basisjahr 2017/18).

Die Einführung des CO₂-Preises ist in allen sechs Szenarien aufkommensneutral, d. h. das Gesamtvolumen der Ausgleichsmaßnahmen entspricht den Einnahmen, die

durch den CO₂-Preismechanismus im jeweiligen Mitgliedsland generiert werden.

3. Simulationsdesign und zentrale Wirkungskanäle

Die Politikszenerarien wurden mit dem makroökonomischen Modell ADAGIO simuliert (Näheres siehe Kasten "Modellbeschreibung ADAGIO"). Für die Szenarien-Simulationen werden folgende Annahmen zu den Staatseinnahmen und -ausgaben getroffen: Die Arbeitslosenleistungen werden endogen auf der Grundlage der Zahl der Arbeitslosen, die als Differenz zwischen der Gesamtbeschäftigung und dem Arbeitskräfteangebot berechnet wird, und der Lohnquote bestimmt. Bei anderen Transferleistungen wie Pensionen und Familienleistungen wird davon ausgegangen, dass sie real konstant bleiben und an die Inflation angepasst werden. Diese Annahme entspricht der gängigen Praxis und ist realistischer als die Beibehaltung nomineller Werte.

Der öffentliche Konsum wird ebenfalls endogen bestimmt, um einen vorher festgelegten Budgetdefizitpfad einzuhalten. Das Budgetdefizit entspricht der Differenz zwischen den Staatseinnahmen (vor allem aus Steuern und Sozialversicherungsbeiträgen) und den Ausgaben (vor allem Arbeitslosenunterstützung und Staatsverbrauch). Dieser Ansatz führt zu ausgeprägten Effekten, da der öffentliche Konsum direkt auf Veränderungen sowohl der Einnahmen als auch der Ausgaben reagiert.

Die wichtigsten exogenen Variablen sind finanzieller Art: Abgesehen von den Zinssätzen wird der Wechselkurs als exogen – und fix – angenommen. Der feste Wechselkurs hat große Auswirkungen auf die Modellergebnisse (siehe auch Kapitel 5): In der realen Welt könnte einer Verschlechterung der Terms-of-Trade durch Interventionen auf dem Devisenmarkt entgegengewirkt werden; tatsächlich werden einige Wechselkurschwankungen durch normale Marktkräfte hervorgerufen, wenn die Kapitalströme auf Veränderungen der Preise und des Wachstums reagieren. In den vorliegenden Simulationen wird von solchen Anpassungen abgesehen. Infolgedessen sind die Auswirkungen des CO₂-Preises auf die Exporte ausgeprägter, als sie es in der Realität (und in anderen Modellanwendungen) wahrscheinlich wären.

Die CO₂-Bepreisung beeinflusst die Wirtschaft in erster Linie über ihre Auswirkungen

auf die Erzeugerpreise. Durch die Verteuerung der Energieinputs erhöht sie die sektoralen Erzeugerpreise und in weiterer Folge die inländischen Verbraucherpreise. Damit verschlechtern sich die Terms-of-Trade, wodurch die preisliche Wettbewerbsfähigkeit der Exporte sinkt und die Importnachfrage angekurbelt wird, was sich letztlich dämpfend auf das BIP auswirkt. Während die Auswirkungen auf die Erzeugerpreise bei niedrigeren CO₂-Preisen mäßig sind, werden sie bei höheren Preisen ausgeprägter, insbesondere in energieintensiven Sektoren.

Die verschiedenen Optionen zur Rückvergütung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung dürften die negativen Auswirkungen auf die privaten Haushalte oder die Volkswirtschaft als Ganzes über folgende Kanäle abmildern:

- Werden die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung für eine Erhöhung des öffentlichen Konsums verwendet, wirkt dies wie eine "antizyklische" Politik, die die negativen makroökonomischen Auswirkungen höherer Energiekosten abmildert.
- Werden die Einnahmen in Form einer Klimadividende an die privaten Haushalte rückvergütet, erhöht sich das verfügbare Haushaltseinkommen. Dies kurbelt den privaten Konsum an.
- In ähnlicher Weise wirkt sich eine Senkung der Sozialversicherungsbeiträge oder der Einkommensteuern für Arbeitnehmer:innen in erster Linie auf das verfügbare Einkommen aus, auch wenn mit den Erwerbstätigen ein geringerer Anteil der Bevölkerung davon profitiert als von Klimadividenden.
- Eine Senkung der Mehrwertsteuer auf nichtenergetische Güter verringert über die Verbraucherpreise den Lohndruck und damit indirekt die Arbeitskosten. In den Modellsimulationen wird unterstellt, dass die Senkung der Mehrwertsteuer vollständig an die Verbraucher:innen weitergegeben wird.
- Die Senkung der Arbeitgeberbeiträge zur Sozialversicherung schließlich verringert direkt die Lohnnebenkosten, wodurch die Beschäftigung gefördert und der Inflationsdruck gemildert wird, und wirkt sich stärker auf die Erzeugerpreise (also die Preise "ab Werkstor") aus.

Der öffentliche Konsum wird im Modell endogen bestimmt, um einen vorher festgelegten Budgetdefizitpfad einzuhalten; Wechselkurse werden als exogen und fix angenommen.

Die CO₂-Bepreisung dämpft das Wirtschaftswachstum. Die unterschiedlichen Rückvergütungsoptionen mildern diesen Effekt über verschiedene Kanäle ab.

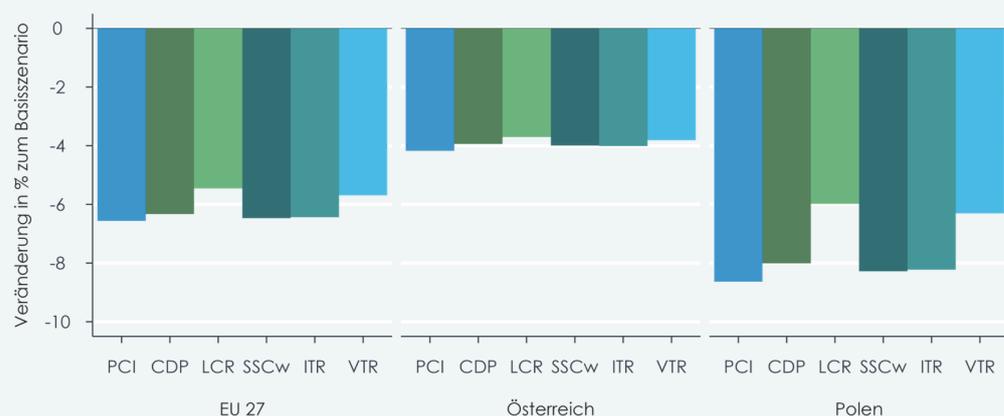
4. Simulationsergebnisse

4.1 Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen

Für die EU 27 ist die CO₂-Emissionsreduktion insgesamt (EU-ETS und ETS 2) zehn Jahre nach Einführung der CO₂-Bepreisung je nach Rückvergütungsoption um 6% bis 7% höher als im Basisszenario. In Österreich beträgt der Minderausstoß etwa 4% und in Polen zwischen 6% bis 9% (Abbildung 1). In ADAGIO sinken die Emissionen nach der Einführung des CO₂-Preises rasch. Dies geht in erster Linie auf die abrupte Anpassung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte zurück, während der intermediäre (produktionsbezogene) Energieverbrauch langsamer reagiert. Die Ursache hierfür liegt

in der Produktionsfunktion des Modells, die eine allmähliche Anpassung der Faktornachfrage ermöglicht – im Gegensatz zur sofortigen Reaktion der Energienachfrage der privaten Haushalte auf Preisänderungen. Diese Diskrepanz spiegelt die Herausforderungen bei der ökonometrischen Modellierung des Verhaltens der Haushalte wider, insbesondere in Bezug auf Investitionsentscheidungen. Anders als Unternehmen haben private Haushalte oft längere Austauschzyklen für energieintensive Kapitalgüter, wie z. B. Heizungsanlagen, und möglicherweise keinen Einfluss auf energetische Verbesserungen in Mietobjekten.

Abbildung 1: CO₂-Emissionsreduktion im Jahr 2036 nach Rückvergütungsoption



Q: WIFO-Berechnungen. PCI . . . Erhöhung des öffentlichen Konsums, CDP . . . Klimadividenden, LCR . . . Lohnnebenkostensenkung, SSCw . . . Senkung der arbeitnehmerseitigen Sozialversicherungsbeiträge, ITR . . . Einkommensteuersenkung, VTR . . . Mehrwertsteuersenkung.

4.2 Makroökonomische Effekte

Ohne Rückvergütung ist die CO₂-Bepreisung mit negativen makroökonomischen Effekten verbunden.

Abbildung 2 zeigt die Auswirkungen eines CO₂-Preises von 45 € je t auf das reale BIP in den verschiedenen Rückvergütungsszenarien. Zusätzlich zu den sechs in Kapitel 2 beschriebenen Optionen ist auch ein Szenario ohne Rückvergütung ("No") enthalten. Diese unplausible Annahme führt – vor allem kurzfristig – zu extremen Ergebnissen. Der Rückgang des realen BIP betrüge in Polen 8,9%, während Österreichs relativ CO₂-effiziente Wirtschaft im Vergleich zum Basisszenario um 0,8% schrumpfen würde⁴⁾. Auf Ebene der EU 27 würde das BIP im Jahr 2036 um mehr als 5% geringer ausfallen als im kontrafaktischen Basisszenario. Angesichts dieser drastischen Ergebnisse wurde das Szenario ohne

Rückvergütung in der weiteren Analyse ausgeklammert.

Die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung sind beträchtlich: Bei einem CO₂-Preis von 45 € je t erzielt Österreich zehn Jahre nach der Einführung Einnahmen in Höhe von etwa 1,6 Mrd. €. Polen lukriert 6,7 Mrd. € und die EU 27 etwa 77 Mrd. €, die annahmegemäß zur Finanzierung von Kompensationsmaßnahmen verwendet werden. Allerdings hat der CO₂-Preis in den Modellsimulationen selbst bei einer Rückvergütung erhebliche negative makroökonomische Auswirkungen. Auf EU-Ebene sinkt das reale BIP je nach Szenario um 1,0% bis 2,1%, in Österreich um 0,4% bis 0,9% und in Polen um 1,2% bis 3,3% im Vergleich zum Basisszenario.

⁴⁾ Im Jahr 2036 führt dieses Szenario in Österreich zu ähnlichen Ergebnissen wie einige der Rückvergütungsszenarien. In den ersten acht Jahren nach Einführung der CO₂-Bepreisung sind die Auswirkungen ohne Rückvergütung allerdings negativer. Den stärksten dämpfenden Effekt verzeichnen alle Regionen vier

Jahre nach Einführung der CO₂-Bepreisung. Danach erholt sich das BIP rasch; in Österreich ist diese Erholung besonders ausgeprägt, was bis 2036 zu diesem scheinbar "neutralen" Effekt gegenüber anderen Rückvergütungsoptionen führt.

Die Reduktion der Lohnnebenkosten (LCR) und die Senkung der Mehrwertsteuer (VTR) führen zu den günstigsten Ergebnissen in Bezug auf das reale BIP. Eine Senkung der Lohnnebenkosten wirkt sich direkt dämpfend auf die Erzeugerpreise aus und wirkt so der durch die CO₂-Bepreisung induzierten Verteuerung entgegen. Eine Mehrwertsteuersenkung wirkt dagegen indirekt, indem sie die Inflation dämpft. Dies hat geringere Lohnsteigerungen zur Folge, was wiederum die Erzeugerpreise dämpft, wenn auch in geringerem Maße als eine Senkung der Lohnnebenkosten. Darüber hinaus belebt die Mehrwertsteuersenkung jedoch auch den Konsum, was bei der Lohnnebenkostensenkung nicht der Fall ist. In einigen Ländern, wie z. B. Polen, führt die Senkung der Arbeitgeberbeiträge zur Sozialversicherung zunächst zu einem Anstieg des BIP, bevor die negativen Preiseffekte überwiegen. Dieses Phänomen ist auf die Modelldynamik zurückzuführen, da die dämpfende Wirkung der reduzierten Sozialversicherungsbeiträge schneller eintritt als die verzögerte Reaktion anderer Preisvariablen, insbesondere der Lohnsätze.

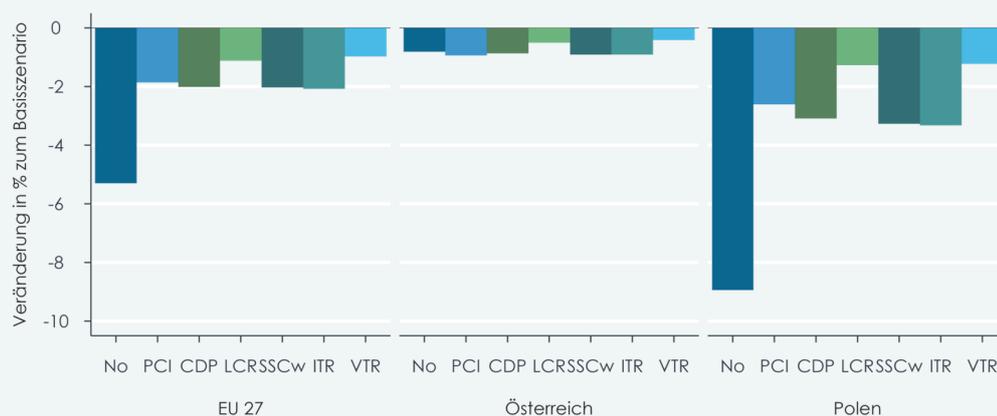
Der Rückgang des realen BIP infolge der CO₂-Bepreisung resultiert aus einer beträchtlichen Inflation. Manche Rückvergütungsoptionen können diesen Inflationsdruck jedoch

erheblich abmildern. Während Klimadividenden oder erhöhte Staatsausgaben die Teuerung eher anheizen, können eine Senkung der Lohnnebenkosten und vor allem eine Reduktion der Mehrwertsteuer (auf Waren und Dienstleistungen ohne Energiegüter) die Verbraucherpreisinflation wirksam eindämmen. Wenngleich ihre dämpfende Wirkung auf die Verbraucherpreise schwächer ist, wirkt sich die Senkung der Arbeitgeberbeiträge zur Sozialversicherung positiv auf die reale Exportleistung aus. Dieser Effekt ist jedoch von Land zu Land etwas unterschiedlich ausgeprägt. In Österreich wie auch in der EU insgesamt führt die Mehrwertsteuersenkung zu besseren Exportergebnissen als die Senkung der Lohnnebenkosten, während in Polen die beiden Szenarien in Bezug auf die Exporte sehr ähnliche Ergebnisse liefern. Diese Unterschiede ergeben sich aus dem unterschiedlichen Verhältnis zwischen den Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung und den arbeitgeberseitigen Sozialversicherungsbeiträgen in den einzelnen Ländern: Während in Österreich die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung weniger als 8% der gesamten Arbeitgeberbeiträge zur Sozialversicherung ausmachen, belaufen sie sich in Polen auf mehr als 25%, was im Szenario LCR zu einer stärkeren Dämpfung der Erzeugerpreise führt.

Eine Reduktion der Lohnnebenkosten und eine Senkung der Mehrwertsteuer sind am besten dazu geeignet, negative makroökonomische Effekte abzumildern.

Die sechs Rückvergütungsoptionen haben unterschiedliche Effekte auf die Inflation.

Abbildung 2: **Veränderung des realen BIP im Jahr 2036 nach Rückvergütungsoption**



Q: WIFO-Berechnungen. No . . . Szenario ohne Rückvergütung. PCI . . . Erhöhung des öffentlichen Konsums, CDP . . . Klimadividenden, LCR . . . Lohnnebenkostensenkung, SSCw . . . Senkung der arbeitnehmerseitigen Sozialversicherungsbeiträge, ITR . . . Einkommensteuersenkung, VTR . . . Mehrwertsteuersenkung.

Entgegen der Erwartung hat die regressivere Einnahmerückvergütung über Einkommensteuersenkungen nur geringfügig ungünstigere makroökonomische Ergebnisse zur Folge als die Rückverteilung über pauschale Klimadividenden. Angesichts der höheren marginalen Konsumneigung von privaten Haushalten mit niedrigem Einkommen – sie beträgt etwa 100%, gegenüber 60% bei Haushalten mit höherem Einkommen – wäre a priori eine stärkere positive Wirkung von Pauschalzahlungen zu erwarten. Die unter-

schiedlichen Konsummuster der Einkommensgruppen schwächen diesen Effekt jedoch ab. Haushalte mit geringerem Einkommen geben einen größeren Teil davon für Lebensmittel und Mieten aus, während die Ausgaben für Freizeit und touristische Dienstleistungen sowie der Anteil der imputierten Mieten geringer sind. Lebensmittel weisen einen relativ hohen Importanteil auf, während Dienstleistungen zur Freizeitgestaltung im Inland konsumiert werden. Folglich geben Haushalte mit niedrigem Einkommen, die

Das unterschiedliche Konsumverhalten der Haushaltsgruppen gleicht die Wirkung der einzelnen Rückvergütungsoptionen aus.

Eine Erhöhung des öffentlichen Konsums ist mit dem stärksten Rückgang an Beschäftigung verbunden.

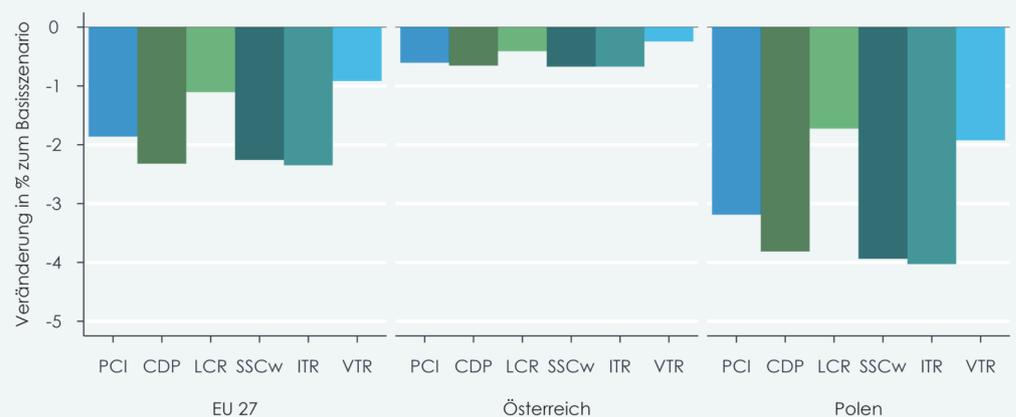
anteilig mehr Nahrungsmittel konsumieren, einen größeren Teil ihres verfügbaren Einkommens für importierte Güter aus als einkommensstärkere Haushalte. Dieses Muster vertieft sich durch den relativ hohen Importanteil von Energiegütern, die ebenfalls einen überdurchschnittlichen Anteil an den Konsumausgaben einkommensschwächerer Haushalte ausmachen.

Im Gegensatz zum Lebensmittelkonsum hat der Wohnbau, der per Definition im Inland erfolgt, weniger expansive Auswirkungen. Der größte Teil der Mieteinnahmen kommt einkommensstärkeren Haushalten mit geringerer Konsumneigung zugute, was das Wachstum des Gesamtverbrauchs dämpft.

Senkungen der Mehrwertsteuer (VTR) und der Lohnnebenkosten (LCR) wirken sich am günstigsten auf die Beschäftigung aus, da

sie positive Effekte auf die Preise, die Exporte und damit auf das BIP haben. Umgekehrt sind Senkungen der arbeitnehmerseitigen Sozialversicherungsbeiträge (SSCw) oder der Einkommensteuern (ITR) sowie Klimadividenden (CDP) mit den ungünstigsten Ergebnissen verbunden (Abbildung 3). Nur in den Szenarien LCR und VTR wird die Arbeitslosigkeit wirksam eingedämmt. Polen verzeichnet im Modell für 2036 sogar einen Rückgang der Arbeitslosigkeit im Vergleich zum Basisszenario, während die Arbeitslosenquote in der EU 27 relativ stabil bleibt. Im Gegensatz dazu führen andere Szenarien, wie z. B. die Erhöhung des öffentlichen Konsums oder Einkommensteuersenkungen, in Polen zu einer Verdoppelung der Arbeitslosigkeit. Ein derartiger Anstieg kann nicht durch den Rückgang der Erwerbsbevölkerung kompensiert werden.

Abbildung 3: Beschäftigungsrückgang im Jahr 2036 nach Rückvergütungsoption



Q: WIFO-Berechnungen. PCI ... Erhöhung des öffentlichen Konsums, CDP ... Klimadividenden, LCR ... Lohnnebenkostensenkung, SSCw ... Senkung der arbeitnehmerseitigen Sozialversicherungsbeiträge, ITR ... Einkommensteuersenkung, VTR ... Mehrwertsteuersenkung.

4.3 Verteilungseffekte

Ein weiterer Fokus der Analyse liegt auf den Verteilungseffekten der CO₂-Bepreisung unter den verschiedenen Annahmen zur Einnahmerückvergütung. Das Modell unterscheidet entlang der Einkommensquintile fünf Gruppen von Haushalten, die unterschiedliche Merkmale aufweisen, insbesondere das unterste Quintil.

Erstens unterscheidet sich die Zusammensetzung des Einkommens erheblich zwischen den Quintilen. Das einkommensschwächste Fünftel der Haushalte bezieht weniger als 20% seines Einkommens aus Löhnen, Gewinnen oder Vermögenserträgen, während es im obersten Quintil über 95% sind. Im Gegensatz dazu sind Sozialtransfers für das 1. Quintil mit über 80% die Haupteinkommensquelle, machen aber im obersten (5.) Quintil weniger als 5% aus. Folglich hat die CO₂-Bepreisung für einkommensschwächere Haushalte

relativ geringere Einkommensverluste zur Folge, da Sozialtransfers, einschließlich Pensionen, Familienleistungen und Arbeitslosengeld, weniger empfindlich auf wirtschaftliche Schwankungen reagieren. Die angenommene vollständige Indexierung der Transfers schützt diese Haushalte zusätzlich vor Einkommensverlusten infolge von Konjunkturabschwüngen.

Zweitens unterscheidet sich die Konsumneigung deutlich zwischen den Quintilen. Haushalte im 1. Quintil konsumieren fast ihr gesamtes Einkommen, während jene im obersten Quintil oft mehr als ein Drittel sparen. Darüber hinaus variiert die Konsumstruktur, wobei der Energieverbrauch über die Quintile hinweg relativ homogen ist (er beträgt rund 10% in Österreich und 16% in Polen), sich aber nach Nutzungsart unterscheidet: Strom und Heizung sind für einkommensschwächere Haushalte in relativer Betrachtung wichtiger, der private Verkehr für

Die Verteilungseffekte spiegeln die unterschiedliche Einkommensstruktur und Konsumneigung der fünf Haushaltsgruppen wider.

einkommensstärkere. Ärmere Haushalte wenden tendenziell einen größeren Anteil ihres Einkommens für Energie auf, was sie anfälliger für Preissteigerungen macht. Darüber hinaus haben Nahrungsmittel und Wohnraum im Warenkorb einkommensschwächerer Haushalte ein höheres Gewicht, während solche Haushalte weniger für Freizeitaktivitäten und Dienstleistungen ausgeben. Dies beeinflusst die Wirkung der unterschiedlichen Einnahmerückvergütungsoptionen.

Es ist wichtig zu beachten, dass das Haushaltseinkommen und seine Struktur nicht statisch sind. Die Haushalte können im Laufe der Zeit verschiedenen Einkommensquintilen angehören, was die Analyse der Verteilungseffekte erschwert. Ein dynamisches Mikrosimulationsmodell wäre erforderlich, um die Auswirkungen auf die einzelnen Haushalte genau zu erfassen.

Mit Ausnahme der Rückvergütung über eine Senkung der arbeitgeberseitigen Sozialver-

sicherungsbeiträge (LCR) dämpft die CO₂-Bepreisung das verfügbare Einkommen ärmerer Haushalte im Allgemeinen schwächer als jenes reicherer Haushalte. Dies ist in erster Linie auf die Indexierung der Transfers zurückzuführen, die einen gewissen Schutz vor Inflation bietet. In einigen Fällen führt dieser Mechanismus in der Anfangsphase des Simulationszeitraums sogar zu Nettogewinnen.

In den meisten Rückvergütungsszenarien bleibt das real verfügbare Einkommen der einkommensschwächeren Quintile relativ stabil. Klimadividendenzahlungen bedeuten für diese Gruppen sogar leichte Einkommenszuwächse. In Österreich ähneln sich die Effekte in den Quintilen 4 und 5 sowie 2 und 3. In Polen ist das nicht der Fall, da die Verluste aufgrund der negativen makroökonomischen Effekte infolge der CO₂-Bepreisung mit dem Einkommen zunehmen (Abbildung 4).

Klimadividenden sind am besten dazu geeignet, negative Effekte der CO₂-Bepreisung auf einkommensschwache Haushalte zu kompensieren.

Übersicht 1: Real verfügbares Einkommen im Jahr 2036 nach Rückvergütungsoption und Haushaltseinkommensquintilen

	PCI	CDP	LCR	SSCw	ITR	VTR
	Veränderung des real verfügbaren Einkommens in % gegenüber dem Basiszenario					
Österreich						
1. Quintil	- 0,2	+ 0,6	- 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,1
2. Quintil	- 0,8	+ 0,0	- 0,4	- 0,5	- 0,5	- 0,3
3. Quintil	- 1,2	- 0,6	- 0,6	- 0,7	- 0,9	- 0,5
4. Quintil	- 1,6	- 1,0	- 0,8	- 1,0	- 1,2	- 0,6
5. Quintil	- 1,5	- 1,2	- 0,7	- 0,9	- 0,8	- 0,4
Insgesamt	- 1,3	- 0,8	- 0,6	- 0,8	- 0,8	- 0,4
Polen						
1. Quintil	- 1,0	+ 3,5	- 0,6	- 0,7	+ 0,0	- 0,3
2. Quintil	- 2,0	+ 1,7	- 0,9	- 1,2	- 0,6	- 0,7
3. Quintil	- 3,2	- 0,5	- 1,2	- 1,9	- 1,6	- 1,3
4. Quintil	- 4,2	- 2,4	- 1,6	- 2,6	- 2,6	- 1,8
5. Quintil	- 4,7	- 4,3	- 2,0	- 3,3	- 3,2	- 2,0
Insgesamt	- 3,9	- 2,3	- 1,6	- 2,6	- 2,4	- 1,6
EU 27						
1. Quintil	- 0,2	+ 1,8	- 0,1	- 0,1	- 0,1	+ 0,0
2. Quintil	- 1,1	+ 0,5	- 0,6	- 0,8	- 0,6	- 0,4
3. Quintil	- 1,8	- 0,8	- 0,9	- 1,3	- 1,2	- 0,7
4. Quintil	- 2,6	- 1,9	- 1,3	- 1,9	- 1,9	- 1,1
5. Quintil	- 2,7	- 2,5	- 1,5	- 2,1	- 1,8	- 1,1
Insgesamt	- 2,2	- 1,5	- 1,2	- 1,6	- 1,5	- 0,9

Q: WIFO-Berechnungen. PCI . . . Erhöhung des öffentlichen Konsums, CDP . . . Klimadividenden, LCR . . . Lohnnebenkostensenkung, SSCw . . . Senkung der arbeitnehmerseitigen Sozialversicherungsbeiträge, ITR . . . Einkommenssteuersenkung, VTR . . . Mehrwertsteuersenkung.

Die Rückvergütung über Klimadividenden (CDP) sticht insofern heraus, als sie sowohl in Österreich als auch in Polen zu leichten Einkommensgewinnen für Haushalte im untersten Quintil führt, die vor allem städtischen Haushalten zugutekommt. Im 2. und 3. Quintil werden die positiven Auswirkungen der Klimadividende in städtischen Gebieten jedoch durch erhebliche Lohneinbußen über-

kompensiert, was insgesamt einen Einkommensrückgang zur Folge hat.

In den übrigen Rückvergütungsszenarien sind die stärksten negativen Effekte im untersten Einkommensquintil (1. Quintil) in Regionen mit mittlerer Besiedlungsdichte zu beobachten (Abbildung 4). Im Gegensatz dazu sind in städtischen Gebieten die Quin-

Regionale Unterschiede in den Verteilungseffekten spiegeln die unterschiedliche regionale Einkommensstruktur wider.

tile 2 und 3 am stärksten von Einkommensverlusten betroffen, was vor allem auf die Löhne zurückzuführen ist, die in Städten eine wichtigere Einkommenskomponente darstellen als im ländlichen Raum. Dagegen verzeichnen die oberen Einkommensquintile 4

und 5 in städtischen Regionen geringere Einkommensverluste als in den anderen Regionen, da sie erheblich von Steuersenkungen auf verschiedene Einkommensquellen profitieren.

Abbildung 4: Real verfügbares Einkommen im Jahr 2036 nach Rückvergütungsoption, Haushaltseinkommensquintilen und Regionstyp



Q: WIFO-Berechnungen. Die nationalen Ergebnisse wurden mit Hilfe von Informationen aus EU-SILC regionalisiert. PCI . . . Erhöhung des öffentlichen Konsums, CDP . . . Klimadividenden, LCR . . . Lohnnebenkostensenkung, SSCw . . . Senkung der arbeitnehmerseitigen Sozialversicherungsbeiträge, ITR . . . Einkommensteuersenkung, VTR . . . Mehrwertsteuersenkung.

5. Diskussion

Die Modellannahmen beeinflussen die Ergebnisse erheblich. So führt die gewählte "Model Closure" – die Randbedingung eines konstanten Haushaltsdefizits – tendenziell zu ausgeprägteren Ergebnissen. Annahmen zum Wechselkurs – für die Simulationen

wurden fixe Wechselkurse unterstellt – und zur Exogenität des technologischen Fortschritts spiegeln sich ebenfalls in den Resultaten.

Modellannahmen bezüglich "Model Closure", Wechselkursen und technischem Fortschritt beeinflussen die Ergebnisse erheblich.

Um die Bedeutung der ersten beiden Faktoren zu bewerten, wurde eine Reihe von Sensitivitätsanalysen durchgeführt (Kettner et al., 2024a). Sie zeigten, dass die Verwendung einer anderen "Model Closure" (Konstanthaltung des realen öffentlichen Konsums anstelle des Haushaltsdefizits) mittelfristig zu moderateren Ergebnissen führt, obwohl die Unterschiede kurzfristig viel stärker ausgeprägt sind. Die Wechselkursentwicklung hat einen beträchtlichen Einfluss auf die Ergebnisse, obwohl das Modell sie wahrscheinlich überbewertet: Auf dem Weltmarkt werden einige Güter in Dollar bepreist; für diese können inländische Preiserhöhungen nicht einfach "weggewertet" werden. ADAGIO kann jedoch nicht zwischen Gütern, die in nationaler Währung gehandelt werden, und in Dollar gehandelten Gütern unterscheiden, wodurch es der Einfluss der Wechselkurse überschätzt.

Die dritte Annahme, die Exogenität des technologischen Fortschritts, bedeutet nicht, dass es keinen technologischen Fortschritt gibt; er ist vielmehr in den Gleichungen zur Beschreibung der Faktoranteile in den sektoralen Produktionsprozessen enthalten. Er ist

6. Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Schlussfolgerungen der vorliegenden Analyse beziehen sich auf vier Kernpunkte. Der erste Punkt betrifft die Verwendung von makroökonomischen Modellen zur Analyse politischer Maßnahmen, wie z. B. der Einführung einer CO₂-Bepreisung. Wie sich zeigte, sind die Ergebnisse der Simulationen nicht nur von den Szenarienannahmen (z. B. Höhe des CO₂-Preises) abhängig, sondern werden auch erheblich von den Modellannahmen (z. B. der angewandten "Model Closure") beeinflusst. Dies macht deutlich, wie wichtig eine klare und transparente Beschreibung der Modellannahmen ist.

Zweitens bestätigt die Analyse den Trade-off zwischen makroökonomischer Effizienz und Verteilungsgerechtigkeit im Hinblick auf verschiedene Optionen der Einnahmerückvergütung (siehe z. B. Goulder et al., 2019; Kettner et al., 2024b; Kirchner et al., 2019). Unter den sechs untersuchten Optionen verhindern nur Klimadividenden wirksam Einkommensverluste für einkommensschwache Haushalte des 1. und 2. Quintils. In Bezug auf die makroökonomischen Effekte schneiden Klimadividendenzahlungen jedoch deutlich schlechter ab als Senkungen der Lohnnebenkosten oder der Mehrwertsteuersätze. Eine vorgelagerte Bedürftigkeitsprüfung oder die Koppelung der Klimadividende an die Einkommensteuer könnte es ermöglichen, einen Teil der Einnahmen aus der CO₂-Be-

⁵⁾ Der Just Transition Fund (Fonds für einen gerechten Übergang) ist ein Instrument der Kohäsionspolitik, das im Rahmen des europäischen "Green Deal" eingeführt wurde. Ziel des Fonds ist es, jene Regionen, die vom

jedoch in allen Szenarien identisch. Die Exogenitätsannahme ist aufgrund folgender Aspekte nicht allzu problematisch: Zum einen ist über den relativ kurzen Untersuchungszeitraum von zehn Jahren das Potenzial der CO₂-Bepreisung, den technologischen Fortschritt spürbar zu beeinflussen, ebenso begrenzt wie das Potenzial für die Einführung klimafreundlicher Produkte – Kfz mit fossilem Antrieb, die heute gekauft werden, werden zumeist noch in zehn Jahren in Gebrauch sein. Andere Technologien (wie Gebäude und Heizsysteme) haben eine noch längere Lebensdauer. Außerdem ist die Endogenisierung des technologischen Fortschritts schwierig, da sie eine gewisse "Elastizität" der Energieeffizienz (direkt oder indirekt über Forschung und Entwicklung, Innovation und Investitionen) in Bezug auf die Energiepreise voraussetzen würde. Große Fortschritte – sowohl bei der Energieeffizienz als auch hinsichtlich anderer Dimensionen – folgen allerdings nicht einem linearen Pfad, sondern resultieren aus Durchbrüchen. Bei der Berücksichtigung des technologischen Fortschritts ist darauf zu achten, nicht voreilig von solchen Entwicklungen auszugehen.

preisung für andere Politikoptionen zu verwenden und auf einen Maßnahmenmix zu setzen. So ließe sich z. B. eine Senkung der Lohnnebenkosten als die aus makroökonomischer Sicht effizienteste Rückvergütungsoption umsetzen, ohne vollständig auf die positiven Verteilungseffekte der Klimadividende zu verzichten.

Drittens zeigen die Ergebnisse für Polen, dass Länder, die mit größeren sozioökonomischen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Dekarbonisierung konfrontiert sind, eine höhere Unterstützung benötigen. Dies ist auf eine überdurchschnittliche CO₂-Intensität zurückzuführen, die durch eine geringere Wirtschaftsleistung und einen verzögerten industriellen Strukturwandel noch verschärft wird. Der Just Transition Fund⁵⁾ der EU kann dazu beitragen, die negativen sozioökonomischen Auswirkungen der grünen Transformation abzumildern und eine Verschärfung der Ungleichheiten innerhalb und zwischen den EU-Ländern zu verhindern.

Als letzter wichtiger Aspekt muss die CO₂-Bepreisung in einen breiteren Policy-Mix eingebettet werden, um die Klimaziele zu erreichen. So gilt es, technologische Innovation und deren Anwendung (Steigerung der Energieeffizienz, Umstellung auf kohlenstoffarme Technologien und umweltfreundliche Industrieprozesse) zu unterstützen. Dazu müssen optimale Bedingungen für Forschung

Übergang zur Klimaneutralität am stärksten betroffen sind, zu unterstützen, um zu verhindern, dass regionale Ungleichheiten zunehmen (Verordnung (EU) 2021/1056).

Die Analyse bestätigt den Trade-off zwischen makroökonomischer Effizienz und Verteilungsgerechtigkeit.

Eine CO₂-Bepreisung muss in einen umfassenden Politikmix eingebettet werden, um die Klimaziele zu erreichen.

und Entwicklung geschaffen und Investitionen in neue, effizientere Technologien und Prozesse aufseiten der Industrie und der privaten Haushalte gefördert werden, um

sowohl ökologische Effektivität als auch wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten.

7. Referenzen

- Büchs, M. (2021). Sustainable welfare: How do universal basic income and universal basic services compare? *Ecological Economics*, 189, 107152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107152>.
- Chevallier, J. (2011). A model of carbon price interactions with macroeconomic and energy dynamics. *Energy Economics*, 33(6), 1295-1312. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.07.012>.
- Cunha Montenegro, R., Lekavičius, V., Brajković, J., Fahl, U., & Hufendiek, K. (2019). Long-Term Distributional Impacts of European Cap-and-Trade Climate Policies: A CGE Multi-Regional Analysis. *Sustainability*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/su11236868>.
- Europäische Kommission (2021). *Impact Assessment Report accompanying the document Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757 (SWD(2021) 601 final; Commission Staff Working Document)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021SC0601>.
- Feindt, S., Kornek, U., Labeaga, J. M., Sterner, T., & Ward, H. (2021). Understanding regressivity: Challenges and opportunities of European carbon pricing. *Energy Economics*, 103, 105550. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105550>.
- Fragkos, P., & Fragkiadakis, K. (2022). Analyzing the Macro-Economic and Employment Implications of Ambitious Mitigation Pathways and Carbon Pricing. *Frontiers in Climate*, 4. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.785136>.
- Goulder, L. H., Hafstead, M. A. C., Kim, G., & Long, X. (2019). Impacts of a carbon tax across US household income groups: What are the equity-efficiency trade-offs? *Journal of Public Economics*, 175, 44-64. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2019.04.002>.
- Green, J. F. (2021). Does carbon pricing reduce emissions? A review of ex-post analyses. *Environmental Research Letters*, 16(4), 043004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abdae9>.
- Känzig, D. R. (2023). The Unequal Economic Consequences of Carbon Pricing. *NBER Working Paper Series*, (31221). <https://doi.org/10.3386/w31221>.
- Känzig, D. R., & Konradt, M. (2023). Climate Policy and the Economy: Evidence from Europe's Carbon Pricing Initiatives. *NBER Working Paper Series*, (31260). <https://doi.org/10.3386/w31260>.
- Kettner, C., Kletzan-Slamanig, D., Sommer, M., & Streicher, G., (2024a). EU-wide Carbon Pricing – Macroeconomic Effects and Distributional Implications. *WIFO Working Papers*, (687). <https://www.wifo.ac.at/publication/pid/54289860>.
- Kettner, C., Leoni, T., Köberl, J., Kortschak, D., Kirchner, M., Sommer, M., Wallenko, L., Bachner, G., Mayer, J., Spittler, N., & Kulmer, V. (2024b). Modelling the economy-wide effects of unilateral CO₂ pricing under different revenue recycling schemes in Austria – Searching for a triple dividend. *Energy Economics*, 137, 107783. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107783>.
- Kirchner, M., Sommer, M., Kratena, K., Kletzan-Slamanig, D., & Kettner-Marx, C. (2019). CO₂ taxes, equity and the double dividend – Macroeconomic model simulations for Austria. *Energy Policy*, 126, 295-314. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.030>.
- Kletzan-Slamanig, D., & Kettner, C. (2024). Energy, greenhouse gas emissions and climate policies: Austria and Poland compared. In Civel, E., de Perthuis, C., Milne, J., Andersen, M. S., & Ashiabor, H. (Hrsg.), *Biodiversity and climate: Tackling global footprints* (S. 117-130). Edward Elgar Publishing.
- Kratena, K., Streicher, G., Salotti, S., Sommer, M., & Valderas Jaramillo, J. M. (2017). FIDELIO 2: Overview and theoretical foundations of the second version of the fully interregional dynamic econometric long term input output model for the EU 27. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/313390>.
- Landis, F., Rausch, S., Kosch, M., & Böhringer, C. (2019). Efficient and Equitable Policy Design: Taxing Energy Use or Promoting Energy Savings? *The Energy Journal*, 40(1), 73-104. <https://doi.org/10.5547/01956574.40.1.flan>.
- Metcalf, G. E., & Stock, J. H. (2020). Measuring the Macroeconomic Impact of Carbon Taxes. *AEA Papers and Proceedings*, 110, 101-106. <https://doi.org/10.1257/pandp.20201081>.
- Rüb, D. (2024). Inequality beyond income quantiles: Distributional effects of climate mitigation policies. *Ecological Economics*, 216, 108019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108019>.
- Sommer, M., & Kratena, K. (2020). Consumption and production-based CO₂ pricing policies: Macroeconomic trade-offs and carbon leakage. *Economic Systems Research*, 32(1), 29-57. <https://doi.org/10.1080/09535314.2019.1612736>.
- Symons, E. J., Speck, S., & Proops, J. L. R. (2002). The distributional effects of carbon and energy taxes: The cases of France, Spain, Italy, Germany and UK. *European Environment*, 12(4), 203-212. <https://doi.org/10.1002/eet.293>.
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. J. (2015). An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics*, 23(3), 575-605. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/roie.12178>.