

Gabriel Felbermayr, Friedrich Lührs, Hendrik Mahlkow, Johannes Müller, Isabel Pham, Robin Sogalla, Joschka Wanner

Grenzausgleich für die EU-Klimapolitik: Optionen und ihre ökonomischen Wirkungen

Der Preis für den Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) ist in der Europäischen Union im weltweiten Vergleich hoch – Tendenz steigend. Dies führt zu einem Wettbewerbsnachteil für die europäische Industrie und zu einer Verlagerung der CO₂-intensiven Produktion. Sowohl Deutschland als auch die EU sind bereits heute Nettoimporteure von CO₂-intensiven Gütern, obwohl sie Nettoexporteure von Waren und Dienstleistungen sind. Deswegen hat die EU einen CO₂-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) entwickelt, der ab Januar 2026 in die Zahlungsphase eingetreten ist. Die Idee: Wie bei der Mehrwertsteuer sollen Importe der heimischen CO₂-Bepreisung unterworfen und Exporte davon befreit werden. Ist CBAM eine gute Idee? Oder wären Alternativen wie der Leakage Border Adjustment Mechanism (LBAM) oder eine Klimaabgabe besser geeignet?

Die Europäische Union setzt bei der Erreichung ihrer Klimaziele vor allem auf die Bepreisung von CO₂-Emissionen im Rahmen des Emissionshandelssystems (EU-ETS). Mit einem aktuellen Zertifikatspreis von rund 80 € pro Tonne liegen die europäischen CO₂-Kosten um ein Vielfaches über denen der meisten Handelspartner – der globale Durchschnittspreis beträgt etwa 1,7 € pro Tonne. Zur Erreichung des „Fit-for-55“-Ziels – einer Reduktion der Emissionen um 55 % gegenüber 1990 bis 2030 – müsste der Preis bei angenommener konstanter Technologie sogar auf 125 € pro Tonne steigen.

Diese Preisasymmetrie setzt die europäische Industrie unter erheblichen Wettbewerbsdruck. Es besteht die Gefahr des sogenannten Carbon-Leakage: einer Verlagerung CO₂-intensiver Produktion in Länder mit geringer oder fehlender CO₂-Bepreisung. Dies würde nicht nur zur Deindustrialisierung der EU beitragen, sondern auch die Wirkung auf das Weltklima schwächen, da im Ausland in der Regel CO₂-intensiver produziert wird. Sowohl Deutschland als auch die EU sind bereits heute Nettoimporteure von CO₂-intensiven Gütern, obwohl sie Nettoexporteure von Waren und Dienstleistungen sind.

Um die heimische Industrie vor den Folgen der einseitigen CO₂-Bepreisung zu schützen, hat die EU einen CO₂-Grenzausgleichsmechanismus (Carbon Border Adjust-

Prof. Gabriel Felbermayr, Ph.D., ist Direktor des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung (WIFO) und Professor an der Wirtschaftsuniversität Wien (WU).

Friedrich Lührs leitet den Bereich Volkswirtschaftliche Analysen & Umfragen der Stiftung Familienunternehmen in München.

Dr. Hendrik Mahlkow ist Postdoctoral Researcher an der Universität Kiel und Researcher am Kiel Institut für Weltwirtschaft.

Dr. Johannes Müller ist stellvertretender Leiter des Bereichs Wissenschaft & Programme der Stiftung Familienunternehmen in München.

Isabel Pham, MSc, ist Ökonomin am WIFO und Doktorandin in Wirtschaftswissenschaften an der WU Wien.

Dr. Robin Sogalla ist Postdoctoral Researcher an der Universität Mannheim.

Prof. Dr. Joschka Wanner ist Juniorprofessor für Quantitative International and Environmental Economics an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg.

© Der/die Autor:in 2026. Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht (creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de).

Open Access wird durch die ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft gefördert.

ment Mechanism, CBAM) entwickelt, der ab Januar 2026 in die Zahlungsphase eingetreten ist. Die Grundidee ist überzeugend: Wie bei der Mehrwertsteuer sollen Importe der heimischen CO₂-Bepreisung unterworfen und Exporte davon befreit werden. In der Umsetzung mussten allerdings erhebliche Kompromisse gemacht werden. Das Omnibus-Paket I (COM(2025)87) hat den Anwendungsbe- reich weiter eingeschränkt: Nur noch Importeure mit Im- portmengen von über 50 Tonnen pro Jahr in den von EU- CBAM betroffenen Sektoren sind erfasst. Dies entspricht etwa 10% aller Importeure. Dies reduziert zwar den bü- rokratischen Aufwand, wirft jedoch die Frage auf, ob die Effektivität des Systems noch gewährleistet ist.

Die vorliegende Analyse untersucht die ökonomischen und ökologischen Wirkungen des EU-CBAM und vergleicht ihn quantitativ mit zwei alternativen Grenzausgleichsmecha- nismen – einem Leakage Border Adjustment Mechanism (LBAM) und einer Klimaabgabe. Mittels eines allgemeinen Gleichgewichtshandelsmodells, das auf 141 Länder und 25 Industriesektoren (65 Sektoren insgesamt) kalibriert ist, zeigen wir, welches Design die Balance zwischen Indus- trieschutz, Klimawirksamkeit und administrativer Umsetz- barkeit am besten herstellt. Der Beitrag basiert auf einer umfassenderen Studie im Auftrag der Stiftung Familienun- ternehmen (Stiftung Familienunternehmen, 2026).

Strukturelle Probleme des EU-CBAM

Ein idealtypischer Grenzausgleich funktioniert analog zur Mehrwertsteuer: Importe werden mit dem heimischen CO₂-Preis belastet, Exporte davon befreit. Damit wer- den alle Produzenten – unabhängig vom Standort – im Inland demselben CO₂-Preis unterworfen. Standortent- scheidungen werden nicht verzerrt und es entstehen An- reize zur Dekarbonisierung im Ausland. Der tatsächliche EU-CBAM weicht von diesem Ideal in vier wesentlichen Punkten ab:

Nichterfassung der Exporte. Europäische Exporte werden nicht von den bei ihrer Herstellung angefallenen CO₂- Kosten befreit. Europäische Hersteller verlieren dadurch Marktanteile auf Drittmärkten gegenüber Wettbewerbern ohne CO₂-Kosten. Die EU hat auf eine Exportentlastung verzichtet, weil sie den CBAM über Art. XX GATT (Um- weltschutzausnahme) statt über Art. III GATT (Inländer- behandlung) rechtfertigt. Letzteres würde Exportrücker- stattungen ermöglichen, setzt aber voraus, dass der CO₂- Gehalt importierter Güter präzise bestimmt werden kann.

Unvollständige Importabdeckung. Der EU-CBAM erfasst nur sieben Grundstoffsektoren (Eisen und Stahl, Alumi- num, Zement, Düngemittel, Elektrizität, Wasserstoff sowie ab 2026 bestimmte Chemikalien). Dadurch steigen die

Kosten für nachgelagerte Industrien, die diese Grundstof- fe als Inputs verwenden, ohne dass sie selbst geschützt werden. Wenn beispielsweise Stahl durch den CBAM in der EU verteuert wird, gerät nicht nur die Stahlprodukti- on, sondern auch die stahlverarbeitende Industrie unter Druck – von der Herstellung von Möbelbeschlägen bis zur Produktion von Gabelstaplern. Die Industrie kommt so vom Regen in die Traufe.

Reshuffling. Ausländische Firmen können systematisch für Exporte in die EU „saubere“ Energie verwenden und für Verkäufe auf anderen Märkten „schmutzige“ Energie einsetzen, ohne ihren durchschnittlichen Energiemix zu verändern. Damit werden die Dekarbonisierungsanreize des CBAM untergraben.

Retorsionsrisiko. Die Handelspartner der EU – allen voran die USA – betrachten den CBAM als Klimazoll und drohen mit Vergeltungsmaßnahmen, die den Nettonutzen des Grenzausgleichs vermindern oder sogar negativ machen könnten. Gleichzeitig diskutieren einige große Emittenten wie Brasilien und die Türkei die Einführung eines CO₂- Preises, unter anderem als Reaktion auf den EU-CBAM.

Fünf Designoptionen im Überblick

Angesichts dieser Schwächen untersuchen wir neben dem EU-CBAM zwei alternative Grenzausgleichsme- chanismen und vergleichen sie mit einem Szenario ohne Grenzausgleich sowie einem theoretischen Idealszenario.

Kein BAM. Das Emissionsreduktionsziel wird ohne jegli- chen Grenzausgleich verfolgt. Dieses Szenario dient als Referenz.

EU-CBAM. Der Grenzausgleich in seiner aktuellen Ge- setzgebung: Importzölle auf sieben Grundstoffsektoren, keine Exportentlastung, hoher Informationsbedarf über den CO₂-Gehalt importierter Güter, Rechtfertigung über Art. XX GATT.

Idealer CBAM. Ein theoretisch idealer Grenzausgleich, der alle 25 Industriesektoren sowohl import- als auch ex- portseitig abdeckt. Er würde die stärkste Einkommens- stabilisierung bieten, ist jedoch aufgrund seiner extremen Informationsanforderungen praktisch nicht umsetzbar. Er dient als analytische Benchmark.

LBAM. Der Leakage Border Adjustment Mechanism (Stai- ger, 2022; Campolmi et al., 2025) verfolgt einen grund- sätzlich anderen Ansatz: Statt den CO₂-Gehalt von Impor- ten zu bepreisen, neutralisiert er die handelsseitigen Ef- fekte der europäischen CO₂-Bepreisung durch kalibrierte Importzölle und Exportsubventionen. Dafür muss lediglich

die heimische, nicht die ausländische CO₂-Intensität bekannt sein. Der Informationsbedarf ist gering, die sektorale Abdeckung umfassend, und die Maßnahme ist mit Art. III GATT (Inländerbehandlung) kompatibel. Allerdings entstehen keine Dekarbonisierungsanreize im Ausland.

Klimaabgabe. Die Klimaabgabe (Neuhoff et al., 2025) kombiniert die fortgesetzte Zuteilung freier ETS-Zertifikate an Produzenten CO₂-intensiver Güter mit einer nicht-diskriminierenden Verbrauchssteuer. Der Ansatz ist administrativ am einfachsten, da standardisierte Sätze ausreichen und keine Messung von Lieferkettenemissionen erforderlich ist. Er ist WTO-konform und behandelt Import- und Inlandsprodukte gleich. Allerdings verlagert er die Anpassungslast primär auf die Konsumenten und schafft keine Emissionsminderungsanreize im Ausland.

Modell und Daten

Zur quantitativen Bewertung der Szenarien verwenden wir das KITE-Modell (Kiel Institute Trade Policy Evaluation; Hinz et al., 2025), ein Mehr-Länder-, Mehr-Sektoren-Gleichgewichtshandelsmodell. Das Modell baut auf der Ricardianischen Handelstheorie von Eaton und Kortum (2002) auf, erweitert um Input-Output-Verflechtungen nach Caliendo und Parro (2015) sowie Firmenheterogenität nach Sogalla (2026). Es erfasst die wesentlichen Kanäle, über die CO₂-Bepreisung und Grenzausgleich auf Produktion, Handel und Emissionen wirken, einschließlich zweier Leakage-Kanäle: das direkte Leakage über die Produktmärkte sowie das indirekte Leakage über die globalen Märkte für fossile Brennstoffe, wo sinkende Weltmarktpreise zu Mehrverbrauch in Drittländern führen.

Das Modell ist auf die GTAP-11-Datenbank (Aguiar et al., 2022) kalibriert und umfasst 141 Länder und 65 Sektoren, darunter 25 Industriesektoren. Die sektoralen CO₂-Intensitäten werden entlang der gesamten internationalen Lieferkette zugeordnet (Mahlkow & Wanner, 2023). Die EU27 agiert als Koalition mit einem Emissionsreduktionsziel von 67 % gegenüber dem Basisjahr 2017, was einer 55-prozentigen Reduktion gegenüber 1990 entspricht. Die vollständige Modelldokumentation findet sich in Stiftung Familienunternehmen (2026).

Ergebnisse

Sektorale Produktionswirkungen in Deutschland

Abbildung 1 zeigt die Produktionseffekte in Deutschland bis 2030. Die Grundstoffindustrien reagieren am stärksten auf die unterschiedlichen Grenzausgleichsdesigns. In den energie- und emissionsintensiven Sektoren Chemie und Eisenmetalle fallen die Produktionsrückgänge unter

Tabelle 1
Vergleich der fünf Grenzausgleichsdesigns

Merkmal	Kein BAM	EU-CBAM	Idealer CBAM	LBAM	Klimaabgabe
Import-Abdeckung	–	7 Sektoren	25 Sektoren	25 Sektoren	25 Sektoren
Export-Entlastung	–	Nein	Ja	Ja	Ja (via freie Zertifikate)
WTO-Grundlage	–	Art. XX GATT	Art. III GATT	Art. III GATT	Art. III GATT
Informationsbedarf	–	Hoch	Sehr hoch	Gering	Gering
Dekarbonisierungsanreiz Ausland	–	Ja	Ja	Nein	Nein
Bürokratischer Aufwand	–	Hoch	Sehr hoch	Niedrig	Niedrig

Quelle: eigene Darstellung.

einem idealen CBAM und unter dem EU-CBAM deutlich geringer aus als ohne Grenzausgleich. LBAM stabilisiert die Produktion breit, schützt sie aber nicht vollständig.

Besonders aufschlussreich ist die Wirkung auf nachgelagerte Industrien: In Sektoren wie Kunststoff, Gummi und Papiererzeugnissen, die Grundstoffe als Inputs verwenden, sind die Unterschiede zwischen den Szenarien geringer. Der EU-CBAM kann hier seine beschränkte sektorale Abdeckung nicht kompensieren. Die Klimaabgabe stabilisiert die Produktion in diesen Sektoren am konsistentesten, da sie über die fortgeführte freie Zertifikatzuteilung die Wettbewerbsfähigkeit der Produzenten direkt stützt.

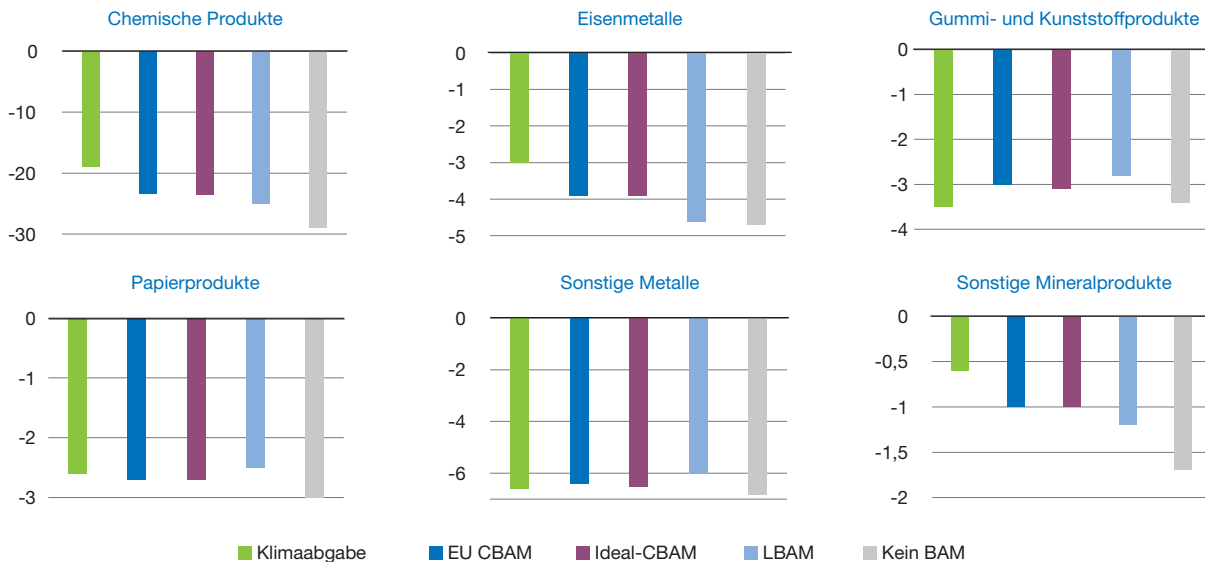
Makroökonomische Wirkungen auf Deutschland und die EU

Abbildung 2 zeigt die Einkommens- und Steuereffekte für Deutschland und die EU27 bis 2030. Die Ergebnisse unterstreichen, dass die Wahl des Grenzausgleichsdesigns erhebliche makroökonomische Konsequenzen hat.

Für Deutschland erhöht der ideale CBAM das nominale Einkommen um knapp 28,8 Mrd. €, der EU-CBAM um 27,2 Mrd. € und LBAM um 26,9 Mrd. €. Die Unterschiede erscheinen moderat, doch verbergen sich dahinter unterschiedliche Verteilungswirkungen: Die Zolleinnahmen aus der CO₂-Bepreisung sind unter dem idealen CBAM am höchsten, gefolgt von EU-CBAM und LBAM. Die Klimaabgabe generiert die höchsten fiskalischen Einnahmen über die Verbrauchssteuer, führt aber zu geringeren rea-

Abbildung 1
Veränderung der Produktion in Deutschland bis 2030

in Mrd. €



Quelle: Aguiar et al. (2022) und eigene Berechnungen auf Basis des KITE-Modells.

len Einkommenszuwächsen, da die Kosten primär bei den Konsumenten anfallen.

Auf EU-Ebene ergibt sich ein ähnliches, aber in der Größenordnung deutlicheres Bild: Der ideale CBAM liefert mit 128,5 Mrd. € die größten Wohlfahrtsgewinne. Der EU-CBAM stabilisiert die europäischen Einkommen besser als LBAM oder die Klimaabgabe, bleibt jedoch hinter dem idealen Benchmark zurück. LBAM verhindert Einkommensverluste verlässlich, erreicht jedoch nicht das Niveau eines umfassenden CBAM.

Globale Emissionswirkungen

Ein zentrales Ergebnis der Studie betrifft die globalen Emissionen (Abbildung 3): Alle fünf Szenarien erzielen globale CO₂-Reduktionen ähnlicher Größenordnung von rund 2 % bis 2030. Die Unterschiede zwischen den Designs sind gering. EU-CBAM und der ideale CBAM schneiden etwas besser ab, weil sie Dekarbonisierungsanreize im Ausland setzen, während LBAM und Klimaabgabe geringfügig niedrigere Reduktionen erzielen.

Dieses Ergebnis ist für die politische Diskussion bedeutsam: Es zeigt, dass das unilaterale Emissionsreduktionsziel der EU der primäre Treiber der globalen Emissionsveränderungen ist. Die Wahl des begleitenden Grenzausgleichsdesigns spielt für die Klimawirkung eine

nachgeordnete Rolle. Die Entscheidung zwischen den Instrumenten kann daher vorrangig auf Basis ökonomischer und administrativer Kriterien getroffen werden, ohne wesentliche klimapolitische Abstriche befürchten zu müssen.

Auch bei den Exporten zeigen die Simulationen, dass die CO₂-Bepreisung unvermeidlich zu einer gewissen Reduktion der europäischen Ausfuhren führt, da die Produktionskosten steigen. Die stärksten Rückgänge betreffen den Handel mit den USA und China – unabhängig vom gewählten Grenzausgleichsdesign. Kein Instrument kann diese Verluste vollständig kompensieren; der Haupteffekt liegt in der Stabilisierung der Binnenproduktion.

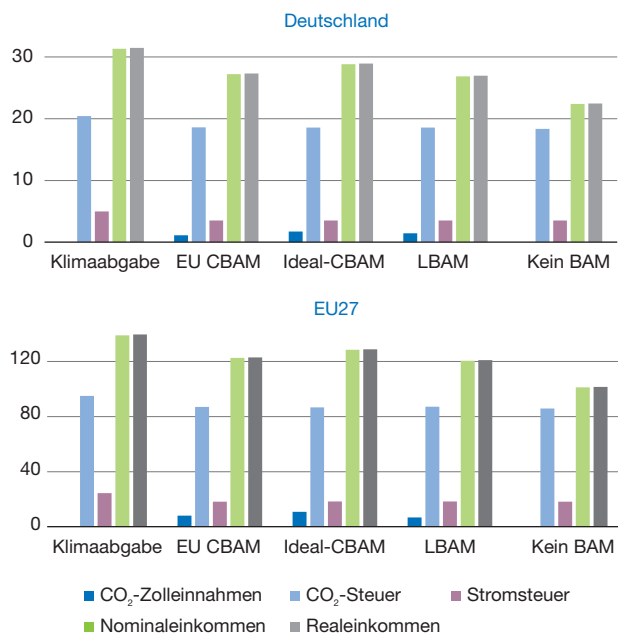
Diskussion und wirtschaftspolitische Implikationen

Die Ergebnisse offenbaren einen klaren politischen Zielkonflikt zwischen drei Dimensionen: globaler Klimawirkung, Industrieschutz und administrativer Praktikabilität. Jedes Instrument hat in einer dieser Dimensionen seine Stärke.

Der EU-CBAM setzt die stärksten Dekarbonisierungsanreize im Ausland und signalisiert den Handelspartnern, dass die EU ihre Klimapolitik ernst nimmt. Er schützt die abgedeckten Grundstoffindustrien wirkungsvoll, benachteiligt aber nachgelagerte Branchen durch seine begrenzte

Abbildung 2
Veränderung des Nationaleinkommens und der Steuern in Deutschland und der EU bis 2030

in Mrd. €



Quelle: Aguiar et al. (2022) und eigene Berechnungen auf Basis des KITE-Modells.

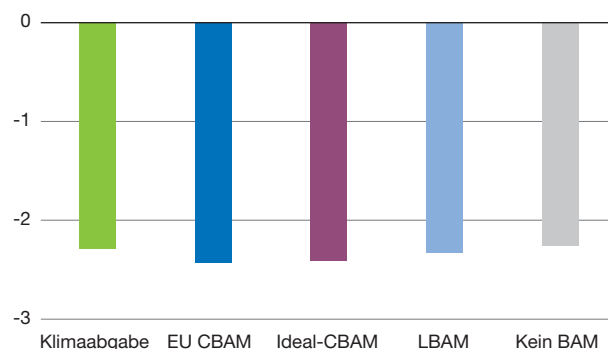
te sektorale Reichweite. Der hohe bürokratische Aufwand und das Retorsionsrisiko – insbesondere seitens der USA – sind ernst zu nehmende Nachteile. Gleichzeitig haben einige Handelspartner wie die Türkei unter dem Eindruck des EU-CBAM begonnen, eigene CO₂-Preissysteme zu diskutieren, was für die langfristige Signalwirkung des Instruments spricht.

Der LBAM verfolgt das bescheidenere Ziel der reinen Leakage-Verhinderung, tut dies aber breiter und wirksamer als der EU-CBAM. Seine WTO-Kompatibilität über Art. III GATT, der geringe Informationsbedarf und die niedrige Bürokratie machen ihn zu einer pragmatischen Option. Der Verzicht auf Dekarbonisierungsanreize im Ausland ist der zentrale Nachteil.

Die Klimaabgabe ist administrativ am einfachsten und generiert die höchsten fiskalischen Einnahmen. Sie behandelt Import- und Inlandsprodukte gleich und minimiert damit WTO-Risiken und Retorsionswahrscheinlichkeiten. Die Verlagerung der Kosten auf die Konsumenten und das Fehlen globaler Emissionswirkungen begrenzen jedoch ihre klimapolitische Ambition. Sie erscheint als geeignete Übergangslösung, die der EU Zeit gibt, die Dateninfrastruktur für einen umfassenderen CBAM aufzubauen.

Abbildung 3
Veränderung der globalen Emissionen bis 2030

Veränderung in %



Quelle: Aguiar et al. (2022) und eigene Berechnungen auf Basis des KITE-Modells.

Bei der Interpretation ist zu beachten, dass das Modell komparativ-statisch ist und keine dynamischen Innovationseffekte, strategischen Regierungsinteraktionen oder strukturelle Veränderungen seit 2017 abbildet. Die tatsächlichen langfristigen Wirkungen könnten daher von den hier dargestellten Ergebnissen abweichen.

Für die wirtschaftspolitische Praxis legen die Ergebnisse einen stufenweisen Ansatz nahe: Kurzfristig könnten LBAM oder Klimaabgabe als pragmatische Instrumente dienen, die die europäische Industrie breit schützen, während die Dateninfrastruktur für einen umfassenden Grenzausgleich aufgebaut wird. Mittelfristig sollte der EU-CBAM schrittweise auf weitere Sektoren ausgeweitet und um eine Exportkomponente ergänzt werden. Langfristig bleibt die internationale Konvergenz der CO₂-Preise das Ziel, das einen Grenzausgleich überflüssig machen würde.

Fazit

Alle untersuchten Grenzausgleichsdesigns sind einer Situation ohne jeglichen Ausgleich klar überlegen. Kein einzelnes Design dominiert jedoch über alle relevanten Dimensionen hinweg – die Wahl hängt davon ab, ob die EU globale Klimawirkung, Industrieschutz oder administrative Praktikabilität priorisiert. In jedem Fall wäre der Verzicht auf einen Grenzausgleich das schlechteste Ergebnis: sowohl für die europäische Industrie als auch für die Glaubwürdigkeit der marktbasierten Klimapolitik der EU. Die EU sollte den Grenzausgleich als einen sich entwickelnden Prozess verstehen – mit pragmatischen Instrumenten heute und dem Aufbau eines umfassenden Systems für morgen.

Literatur

- Aguiar, A., Chepeliev, M., Corong, E. & van der Mensbrugghe, D. (2022). The GTAP Data Base: Version 11. *Journal of Global Economic Analysis*, 7(2), 1–37.
- Caliendo, L. & Parro, F. (2015). Estimates of the Trade and Welfare Effects of NAFTA. *Review of Economic Studies*, 82(1), 1–44.
- Campolmi, A., Fadinger, H., Forlati, C., Stillger, S. & Wagner, U. (2025). *Designing effective carbon border adjustment with minimal information requirements: Theory and evidence* [Unveröffentlichtes Manuskript]. Universität Wien.
- Eaton, J. & Kortum, S. (2002). Technology, Geography, and Trade. *Econometrica*, 70(5), 1741–1779.
- Stiftung Familienunternehmen (Hrsg.). (2026). *Designoptionen für einen EU-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM)*. Felbermayr, G., Mahlkow, H., Pham, I., Sogalla, R. & Wanner, J.
- Hinz, J., Mahlkow, H. & Wanner, J. (2025). *The KITE model suite: A quantitative framework for international trade analysis* [White Paper]. Kiel Institute for the World Economy.
- Mahlkow, H. & Wanner, J. (2023). The Carbon Footprint of Global Trade Imbalances. *CESifo Working Paper Series*, 10729.
- Neuhoff, K., Ballesteros, F., Kurz, A. & Niemöller, P. (2025). Reform des CO₂-Grenzausgleichs ist entscheidend für wettbewerbsfähige Industrie. *DIW-Wochenbericht*, 47/2025.
- Neuhoff, K., Sato, M., Ballesteros, F., Böhringer, C., Borghesi, S., Cosbey, A., Das, K., Ismer, R., Johnston, A., Linares, P., Matikainen, S., Pauliuk, S., Pirlot, A., Quirion, P., Rosendahl, K. E., Sniegocki, A., van Asselt, H. & Zetterberg, L. (2025). *Industrial decarbonisation in a fragmented world: An effective carbon price with a „climate contribution“*. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics and Political Science.
- Sogalla, R. (2026). *Unilateral Carbon Pricing and Heterogeneous Firms* [Working Paper].
- Staiger, R. (2022). *A World Trading System for the Twenty-First Century*. MIT Press.

Title: *Design options for an EU carbon border adjustment: a quantitative comparison*

Abstract: *The EU's unilateral carbon pricing requires effective border adjustment to prevent carbon leakage and protect industrial competitiveness. Using a computable general equilibrium trade model calibrated to 141 countries and 65 sectors, we compare three border adjustment designs against a no-adjustment baseline: the current EU Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), a Leakage Border Adjustment Mechanism (LBAM), and a Climate Contribution. All designs outperform no adjustment, yet none dominates across all dimensions. The EU-CBAM incentivises foreign decarbonisation but disadvantages downstream industries; the LBAM prevents leakage broadly with low bureaucracy; the Climate Contribution offers administrative simplicity but burdens consumers.*