

## Effekte des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) auf Wirtschaft und Beschäftigung in Deutschland

Schneemann, Christian; Dressel, Felix; Kalinowski, Michael; Krinitz, Jonas; Maier, Tobias; Mönnig, Anke; Schur, Alexander; Wolter, Marc Ingo; Zenk, Johanna; Zika, Gerd

Veröffentlichungsversion / Published Version

Forschungsbericht / research report

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Bundesministerium für Arbeit und Soziales

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Schneemann, C., Dressel, F., Kalinowski, M., Krinitz, J., Maier, T., Mönnig, A., ... Zika, G. (2024). *Effekte des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) auf Wirtschaft und Beschäftigung in Deutschland*. (Forschungsbericht / Bundesministerium für Arbeit und Soziales, FB632). Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales; Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB); Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB); Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-92182-3>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Bundesministerium  
für Arbeit und Soziales

FORSCHUNGSBERICHT 632

# Effekte des CO<sub>2</sub>- Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) auf Wirtschaft und Beschäftigung in Deutschland

Februar 2024

ISSN 0174-4992



# Effekte des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) auf Wirtschaft und Beschäftigung in Deutschland

Ein Kooperationsprojekt von

Bundesinstitut für Berufsbildung  
Friedrich-Ebert-Allee 114-116  
53113 Bonn



Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung  
Regensburger Str. 104  
90478 Nürnberg



Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung  
Heinrichstraße 30  
49080 Osnabrück



Autorinnen und Autoren

Christian Schneemann  
Felix Dressel  
Peter Dreuw  
Michael Kalinowski  
Jonas Krinitz  
Tobias Maier  
Anke Mönnig  
Alexander Schur  
Marc Ingo Wolter  
Johanna Zenk  
Gerd Zika

Dezember 2023

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

Die Durchführung der Untersuchungen sowie die Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen sind von den Auftragnehmern in eigener wissenschaftlicher Verantwortung vorgenommen worden. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales übernimmt insbesondere keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Untersuchungen.

## Kurzbeschreibung

Im Rahmen des Fachkräftemonitorings für das BMAS werden mit dem hier vorliegenden Bericht die Folgen einer Umsetzung des Europäischen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) und einer möglichen Preisentwicklung für CO<sub>2</sub>-Zertifikate im EU Emissions Trading System (ETS-Zertifikate) für Wirtschaft und Arbeitsmarkt analysiert.

## Abstract

As part of the monitoring on skilled labour for the Federal Ministry of Labour and Social Affairs, this report analyses the consequences for the labor market and the economy of implementing the European Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) and a possible price development for CO<sub>2</sub> certificates in the EU Emissions Trading System (ETS certificates).

# Inhalt

<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>8</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>8</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>10</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>12</b>
<b>2. Modell und Methodik</b>	<b>14</b>
<b>3. Annahmen und Daten</b>	<b>16</b>
3.1 Preisentwicklung der EU-Emissionszertifikate	17
3.2 CO <sub>2</sub> -Preise in Drittstaaten	17
3.3 Reduktionspfad der freien Zuteilungen von EU-CO <sub>2</sub> -Zertifikaten	18
3.4 Handelsdaten	18
3.5 Emissionsintensität der Importgüter	18
3.6 Produktionskosten	19
3.7 Staatskonsum	19
<b>4. Ergebnisse</b>	<b>20</b>
<b>5. Schlussfolgerungen</b>	<b>26</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>28</b>
<b>Anhang</b>	<b>31</b>
A1 Schätzung der jährlichen Einfuhrabgaben durch den CO <sub>2</sub> -Grenzausgleichsmechanismus	31
A2 Schätzung der Produktionskostenaufschläge durch den sukzessiven Abbau der freien Zuteilung	33
A3 Methodische Erläuterungen	35
A4 Das Welthandelsmodell GINFORS	38

A5	Das Deutschlandmodell QINFORGE	40
A6	CO <sub>2</sub> -Preis Länderliste	42
A7	Vorgesehene Reduktion der frei zugeteilten ETS-Zertifikate	43
A8	Anteil freier ETS-Zertifikate an Gesamtemissionen	44



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht Annahmen des CBAM-Szenarios	16
-----------	---------------------------------------	----

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Anwendung der Szenario-Technik	15
Abbildung 2	ETS-Preis in Euro pro Tonne CO <sub>2</sub> 2020-2040	17
Abbildung 3	Wirkung auf die Exporte für ausgewählte Länder 2023-2040 in Prozent, Abweichung zum Referenzszenario	20
Abbildung 4	Wirkung auf das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt 2023-2040 in Prozent, Abweichung zum Referenzszenario	21
Abbildung 5	Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen und die der Erwerbspersonen 2023-2040 in Tausend Personen, Abweichung zum Referenzszenario	22
Abbildung 6	Wirtschaftsbereiche mit einer Abweichung zum Referenzszenario von mindestens Tausend Erwerbstätigen im Jahr 2040; in Tausend Personen	23
Abbildung 7	Berufsgruppen mit einer Abweichung zum Referenzszenario von mindestens Tausend Erwerbstätigen im Jahr 2040; in Tausend Personen	24
Abbildung 8	Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen 2023-2040 in Tausend Personen (blaue/gelbe Balken, linke Achse) und in Prozent (Rauten, rechte Achse), Abweichung zum Referenzszenario	25
Abbildung 9	Methodenvielfalt im Überblick	36
Abbildung 10	Überblick	39
Abbildung 11	Modellstruktur des Modellinstrumentariums des QuBe-Projekts – ohne Regionalisierung	41

# Abkürzungsverzeichnis

BA	Bundesagentur für Arbeit
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
EFTA	European Free Trade Association
ETS	Emissions Trading System
EU	Europäische Union
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Union
GINFORS	Global Interindustry Forecasting System
GWS	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
INFORGE	Interindustry Forecasting Germany
ISIC	International Standard Industrial Classification
IWF	Internationaler Währungsfonds
KN	Kombinierte Nomenklatur (EU-einheitliche Warennomenklatur)
kWh	Kilowattstunde
OECD	Organisation of Economic Cooperation and Development
OECD-STAN	Organisation of Economic Cooperation and Development - Structural Analysis Database
p.a.	jährlich (lat. per annum)
QINFORGE	QuBe Interindustry Forecasting Germany
QuBe	Qualifikations- und Berufsprojektionen
TINFORGE	Trade in Interindustry Forecasting Germany
UN	United Nations
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development

## Zusammenfassung

Im Rahmen des Fachkräftemonitorings für das BMAS werden mit dem hier vorliegenden Bericht die Folgen einer Umsetzung des Europäischen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) und einer möglichen Preisentwicklung für CO<sub>2</sub>-Zertifikate im EU Emissions Trading System (ETS-Zertifikate) analysiert.

- Der CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus soll in bestimmten Wirtschaftssektoren, die vom EU-Emissionshandel umfasst sind, die Verlagerung von Treibhausgasemissionen in Nicht-EU-Länder verhindern. Dafür soll CBAM das EU-Emissionshandelssystem ergänzen und sicherstellen, dass für Importe die gleichen Emissionspreise anfallen wie für Produkte, die innerhalb der EU hergestellt wurden und die Zuteilung kostenloser Emissionszertifikate bis 2035 ablösen. Hierfür wird zunächst eine Übergangsfrist mit quartalsweisen Berichtspflichten eingeführt. Ab Januar 2026 ist die Einfuhr bestimmter Warengruppen in die EU dann nur noch mit CBAM-Zertifikaten möglich und es werden schrittweise Abgaben auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Warengruppen erhoben.
- Der CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus umfasst zunächst die Warengruppen Eisen und Stahl, Zement, Aluminium, Düngemittel, Wasserstoff und Strom. Für bestimmte Produkte werden neben den direkten Emissionen in der Herstellung auch die indirekten Emissionen, d.h. die durch bei der Produktion verwendete Elektrizität entstandene Emission, und die Emissionen der Vorprodukte miteinbezogen.
- Der CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus deckt grundsätzlich Importwaren aus allen Drittstaaten außerhalb der EU ab, die nicht am EU-ETS teilnehmen und keine damit verbundenen oder keine eigenen CO<sub>2</sub>-Preissysteme etabliert haben. Vom CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus ausgenommen sind damit momentan (Stand Oktober 2023) die EFTA-Staaten Norwegen, Island, Liechtenstein und die Schweiz.

### Ergebnisse

- Für Deutschland ergibt sich infolge von CBAM bis zum Jahr 2040 ein um 0,17 Prozent niedrigeres preisbereinigtes Bruttoinlandsprodukt (BIP) im Vergleich zu einer Welt ohne die Annahmen im CBAM-Szenario. Für das niedrigere BIP-Niveau verantwortlich zeigen sich insbesondere der Außenbeitrag, also die niedrigeren Exporte, und die durch das höhere Preisniveau niedrigere private Nachfrage.
- Langfristig werden die Exporte Deutschlands und der anderen europäischen Länder im CBAM-Szenario weniger stark ansteigen. Deutschland ist dabei mit einem niedrigeren Exportniveau von 0,6 Prozent im Jahr 2040 gegenüber dem Referenzszenario im Vergleich zu anderen großen EU-Ländern wie Frankreich, Italien oder Spanien in relativen Größen am wenigsten betroffen.
- CBAM lässt nach der Szenarienrechnung langfristig den Arbeitskräftebedarf, also die Zahl der Erwerbstätigen, um 22 Tausend Personen gegenüber dem Referenzszenario sinken. Gleichzeitig liegt aber auch das Arbeitskräfteangebot, die Zahl der Erwerbspersonen, um 9 Tausend Personen niedriger.
- Am stärksten negativ betroffen - bezogen auf die Zahl der dort arbeitenden Erwerbstätigen - ist durch CBAM der Wirtschaftszweig „Herstellung von Metallerzeugnissen“. Aber auch im „Maschinenbau“ und dem Gastgewerbe werden durch Drittrundeneffekte (induzierte Effekte wie beispielsweise Einkommenseffekte) negative Wirkungen identifiziert. Zudem zeigt sich, dass neben den Stammebelegschaften insbesondere die Leiharbeitsbranche („Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften“) von CBAM betroffen sein dürfte. Auch Teile der

Logistikbranche dürften durch die reduzierte Dynamik im (Welt)Handel weniger Arbeitsplätze aufbauen.

- Auch auf der beruflichen Ebene zeigt sich, dass Berufe im Bereich der Metallerzeugung und Maschinenbau an Erwerbstätigen verlieren, aber auch bei Dienstleistungsberufen wie im Bereich der Logistik und Fahrzeugführung zeigt sich im CBAM-Szenario im Vergleich zum Referenzszenario ein geringerer Bedarf. Durch die durch CBAM verursachte verschlechterte Wirtschaftslage und Drittrundeneffekte (induzierte Effekte) verlieren auch die Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe.
- Die geringere Erwerbstätigennachfrage zeigt sich auf allen vier Anforderungsniveaus der Klassifikation der Berufe 2010 (Helferin/Helfer, Fachkraft, Spezialistin/Spezialist, Expertin/Experte). Am stärksten weicht der Bedarf im Jahr 2040 mit 12 Tausend Erwerbstätigen auf dem Niveau der Fachkräfte ab, am geringsten bei Helferinnen und Helfern. Relativ betrachtet fällt die Abweichung über alle Anforderungsniveaus sehr ähnlich aus. Die Analyse zeigt, dass CBAM in seiner jetzigen Form seine Schutzwirkung auf bestimmte Branchen entfalten kann, aber durch höhere Preise und eingeschränkten Handel die negativen sozio-ökonomischen Effekte nicht vollständig ausgeglichen werden können. Die Hoffnung auf positive Effekte aufgrund der Schutzwirkung kann in seiner aktuellen Ausgestaltung somit nicht bestätigt werden. Es kann aber auch nicht festgestellt werden, dass CBAM in seiner jetzigen Fassung zu großen wirtschaftlichen Verwerfungen führen würde und mit einer großflächigen Verlagerung energieintensiver und exportorientierter Industrien gerechnet werden muss.

# 1. Einleitung

Das aktuelle Emissionshandelssystem (ETS) der Europäischen Union (EU) zielt auf die Senkung der klimaschädlichen Emissionen insbesondere im industriellen Sektor ab. Das 2005 in Kraft getretene ETS dient damit als zentrale Klimaschutzmaßnahme der EU (BMWK, 2020; BMWK, 2022). Bis 2030 sollen die Nettotreibhausgasemissionen um mindestens 55 Prozent des Niveaus von 1990 gesenkt und bis 2050 Klimaneutralität in der EU erreicht werden. Zu diesem Zweck stellte die Europäische Kommission im Juli 2021 das „Fit for 55“-Paket vor (EU, 2023). In seinem Rahmen wurde im April 2023 die gesetzliche Grundlage für die Einführung eines CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) geschaffen (Europäisches Parlament und Rat, 2023b).

Durch die Klimaziele innerhalb der EU droht vor allem in den energie- und emissionsreichen Wirtschaftszweigen das Risiko von Carbon Leakage, d.h. die Verlagerung von Produktion in Drittstaaten mit geringeren Emissionskosten. Bislang wurde das Risiko entschärft, indem die EU Anlagenbetreibern, die besonders energieintensiv produzieren und im internationalen Wettbewerb stehen, kostenlose Emissionszertifikate zuteilte. Infolge ambitionierter klimapolitischer Anstrengung und steigender Emissionspreise versucht die EU-Kommission nun, die freie Zuteilung von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten bis 2034 vollständig abzubauen (Europäisches Parlament und Rat, 2023a). Aufgrund dessen und angesichts des erwartbaren steigenden CO<sub>2</sub>-Preises in den kommenden Jahren würde ohne entsprechende Gegenmaßnahmen das Verlagerungsrisiko deutlich zunehmen (Sogalla, 2023)

CBAM soll möglichen Wettbewerbsnachteilen für energieintensive Unternehmen des produzierenden Gewerbes im EU-Inland bei steigenden Kosten für die CO<sub>2</sub>-Emissionen entgegenwirken. Der Grenzausgleichsmechanismus beschränkt sich in der momentanen Konzeption auf die Erhebung von Einfuhrabgaben in Abhängigkeit der enthaltenen Emissionen der Importwaren. Damit soll eine Preisangleichung bei energieintensiven Produkten erreicht werden, die im Ausland mit weniger strengen Klimaschutzvorschriften hergestellt werden, so dass ausländische Konkurrenz im europäischen Binnenmarkt aufgrund der unterschiedlichen Klimaschutzvorschriften nicht kostengünstiger als die heimischen Produzenten anbieten können. Die momentane Konfiguration des CBAM sieht allerdings keinen Ausgleich bzw. keine Subventionierung der ausgeführten Exportgüter von EU-Produzierenden vor. Da allerdings zu erwarten ist, dass die schrittweise Abschaffung der kostenfreien Zuteilung von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten und teurere Importe durch den CBAM-Aufschlag die heimischen Produktionskosten erhöhen werden, verlieren die europäischen Produzenten ceteris paribus an internationaler Wettbewerbsfähigkeit auf Märkten außerhalb des europäischen Binnenmarktes.

Im Oktober 2023 beginnt die Übergangsphase des Europäischen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus. Bis Ende des Jahres 2025 gelten für bestimmte Importe aus Drittstaaten zunächst Verpflichtungen zur Dokumentation, Berechnung und Meldung folgender Informationen:

- Gesamtmenge der relevanten Warenimporte in Kilowattstunden (kWh) bei Strom bzw. in Tonnen bei den anderen Warengruppen;
- Bestimmung der tatsächlichen grauen Gesamtemissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, d.h. der direkten und ggf. indirekten Emissionsmengen der importierten Waren;
- CO<sub>2</sub>-Preise, die bereits im Ursprungsland für die Emissionen in den eingeführten Gütern gezahlt worden sind.

Diese Informationen sind quartalsweise in Form eines „CBAM-Berichts“ spätestens einen Monat nach Quartalsende vorzulegen (Europäisches Parlament und Rat, 2023a; Europäisches Parlament und Rat, 2023b).

In dieser Übergangsphase müssen die Importeure noch keine kostenpflichtigen CBAM-Zertifikate erwerben. Vielmehr dient diese Phase zur Sammlung relevanter Informationen, auf deren Grundlage die Europäischen Gesetzgeber Entscheidungen zur Anpassung des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus oder aber bereits Erweiterungen, etwa auf weitere Gütergruppen, vornehmen können. Im Anschluss an die Übergangsphase gilt der CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus vollständig und es werden ab dem Jahr 2026 weitere Verpflichtungen für Importe aus Drittstaaten notwendig, während die Kostenwirkung des Grenzausgleichsmechanismus zum Tragen kommt. Importeure müssen ab dem 01. Januar 2026:

- eine Anmeldeberechtigung als „zugelassener CBAM-Anmelder“ beantragen, da die betroffenen Waren dann nur noch von „zugelassenen CBAM-Anmeldern“ in das Zollgebiet der EU eingeführt werden dürfen;
- unterjährig CBAM-Zertifikate bei der zuständigen Behörde kaufen, die zur Deckung von mindestens 80 Prozent der Emissionen der entsprechenden Importe erforderlich sind;
- eine jährliche CBAM-Erklärung bis zum 31.05. für das vorangegangene Kalenderjahr abgeben (GTAI, 2023).

Das vorliegende Szenario („CBAM-Szenario“) orientiert sich an den Plänen der Europäischen Kommission, des Europäischen Parlamentes und des Rates der Europäischen Union in Bezug auf die Etablierung eines CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus, mit dem ein CO<sub>2</sub>-Preis für Importe eingeführt wird.

Im nachfolgenden Abschnitt werden die verwendeten Modelle vorgestellt und die Methodik erörtert. In Abschnitt 3 werden die getroffenen Annahmen für das „CBAM-Szenario“ präzisiert, bevor in Abschnitt 4 die Ergebnisse der Szenarioanalyse beschrieben werden. Hierfür wird das CBAM-Szenario mit einem Referenzlauf (Zika u. a., 2023b) verglichen, bei dem CBAM nicht eingeführt wird.

## 2. Modell und Methodik

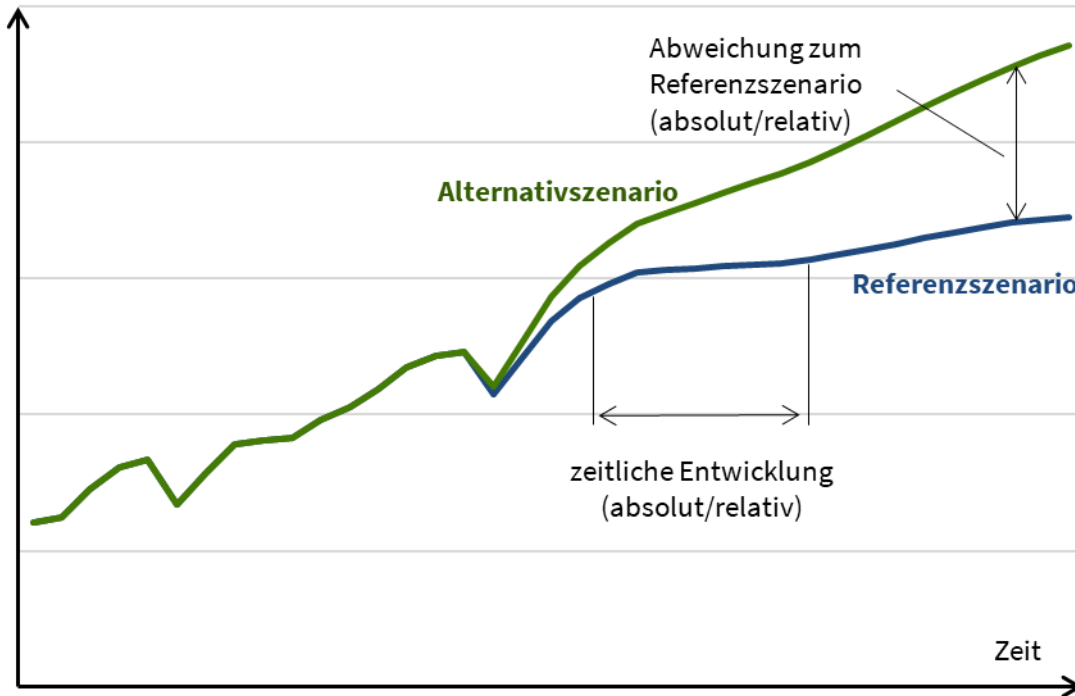
In der vorliegenden Analyse wird auf eine Kombination von zwei miteinander kompatiblen makroökonomischen Modellen zurückgegriffen. Unter Verwendung der Dateninformationen (siehe Anhang) werden die güter- und länderspezifischen Aufschläge für die Importpreise sowie für die inländischen Produktionskosten ermittelt. Sie betreffen zunächst die Warengruppen Eisen und Stahl, Zement, Aluminium, Düngemittel, Wasserstoff und Strom. Die Aufschläge auf die Importpreise werden entsprechend der im jeweiligen Herkunftsland vorhandenen CO<sub>2</sub>-Preise reduziert. Ebenfalls berücksichtigt wurde der europäische Handel mit Emissionszertifikaten. Für die jeweiligen ETS-Länder wurden entsprechende Preisaufschläge auf die Produktionskosten berechnet, die sich durch den sukzessiven Abbau freier Zertifikate, den Anstieg des CO<sub>2</sub>-Preises sowie die CO<sub>2</sub>-Intensität der jeweiligen Güter ergeben. Diese wirken sich wiederum auf die Exportpreise der Produkte aus der EU aus, welche sich dadurch verteuern. Darüber hinaus berücksichtigt das Szenario, dass Einnahmen aus CBAM gewonnen werden. Diese werden als zusätzliche Staatsausgaben in die Wirtschaft zurückverteilt. Die sich daraus ergebenden Steigerungen der Export- und Importpreise sowie der erhöhten Staatsausgaben gehen in das **Welthandelsmodell GINFORS** (Lutz, Meyer und Wolter, 2010; Lutz und Banning, 2023; Mönnig und Wolter, 2020b; Mönnig und Wolter, 2020c; Zika u. a., 2023a) ein (Anhang A3). Als Resultat ergeben sich Verschiebungen der Güterströme auf dem Weltmarkt. Die berechneten Exportvolumen und Importpreise für Deutschland werden anschließend aus dem Welthandelsmodell in das **Deutschlandmodell QINFORGE** (7. Welle) (Maier u. a., 2022) übertragen (Anhang A4). Die Effekte einer veränderten Exportnachfrage und einer veränderten Importpreisbildung sind auf dem Arbeitsmarkt durch eine unterschiedliche Betroffenheit nach Wirtschaftsbereichen, Berufsgruppen und Anforderungsniveaus zu erkennen.

Eine Aussage darüber, ob es durch die Einführung der CO<sub>2</sub>-Zertifikate trotz CBAM zu einer Verlagerung von Industrieunternehmen ins Ausland kommt, kann mit dem Modell in der jetzigen Form nicht eindeutig getroffen werden, da steigende Preise zu einer geringeren Produktion in Deutschland führen. Ob hinter diesem Rückgang eine Produktionsaufgabe oder eine Produktionsverlagerung ins Ausland steht, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Daher kann auch nicht abgeschätzt werden, ob es durch CBAM zu einer Rückverlagerung von Produktionsstätten (Reshoring) in die EU kommt oder inwieweit steigende ETS-Preise zu einer technologischen Transformation und damit zu einer Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes führen. Allerdings beantworten die Ergebnisse die Frage, ob es durch CBAM überhaupt zu einer Schutzwirkung kommen wird und wie stark diese in Abhängigkeit der zu betrachtenden Warengruppen ausfallen wird. Auch kann abgeschätzt werden, welche Wirkung die steigenden Produktionskosten auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Industriezweige haben wird und wie stark diese Kostensteigerung jeweils die Branchen beeinflussen würde. Schließlich können diejenigen Branchen identifiziert werden, die am stärksten durch das CBAM-System betroffen wären und wo am meisten Arbeitsplatzverluste zu erwarten wären.

Die Auswirkungen der Umsetzung von CBAM werden mittels einer **Szenarioanalyse** ermittelt. Dabei wird das Referenzszenario so konzipiert, dass CBAM **nicht** etabliert wird und die CO<sub>2</sub>-Preisdifferenz zwischen Europa und seinen Handelspartnern gleich bleibt. Ebenfalls wird angenommen, dass die bisherige kostenfreie Zuteilung der ETS-Zertifikate fortgeführt wird – so wie es in der aktuellen dritten Carbon Leakage Liste noch mindestens bis zum Jahr 2030 vorgesehen ist (European Commission, 2019). Im Alternativszenario sind hingegen entsprechende Annahmen zur Etablierung des CBAM und zur Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Preisdifferenzen zwischen Europa und seinen Handelspartnern sowie die Reduktion der freien Zuteilung der CO<sub>2</sub>-Zertifikate enthalten. Der Vergleich des Alternativszenarios mit dem Referenzszenario zeigt die möglichen Auswirkungen – gemessen in absoluten und prozentualen Differenzen – für verschiedene Ergebnisgrößen (z.B. BIP,

Erwerbstätige, Handelsvolumen), die allein auf die Annahmen bezüglich der Ausgestaltung des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus zurückzuführen sind. Das Referenz- wie auch das Alternativszenario haben einen Projektionshorizont bis zum Jahr 2040.

Abbildung 1 Anwendung der Szenario-Technik



Quelle: QuBe-Projekt



### 3. Annahmen und Daten

Zur Untersuchung der Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichmechanismus werden die grundlegenden Funktionsweisen und Einflussfaktoren möglichst exakt in den Modellen abgebildet. Aufgrund eingeschränkter Datenverfügbarkeit und unsicherer zukünftiger Entwicklungspfade verschiedener Einflussgrößen müssen zusätzlich gewisse Annahmen getroffen werden. Tabelle 1 liefert einen Überblick über die getroffenen Annahmen des Szenarios.

Tabelle 1 Übersicht Annahmen des CBAM-Szenarios

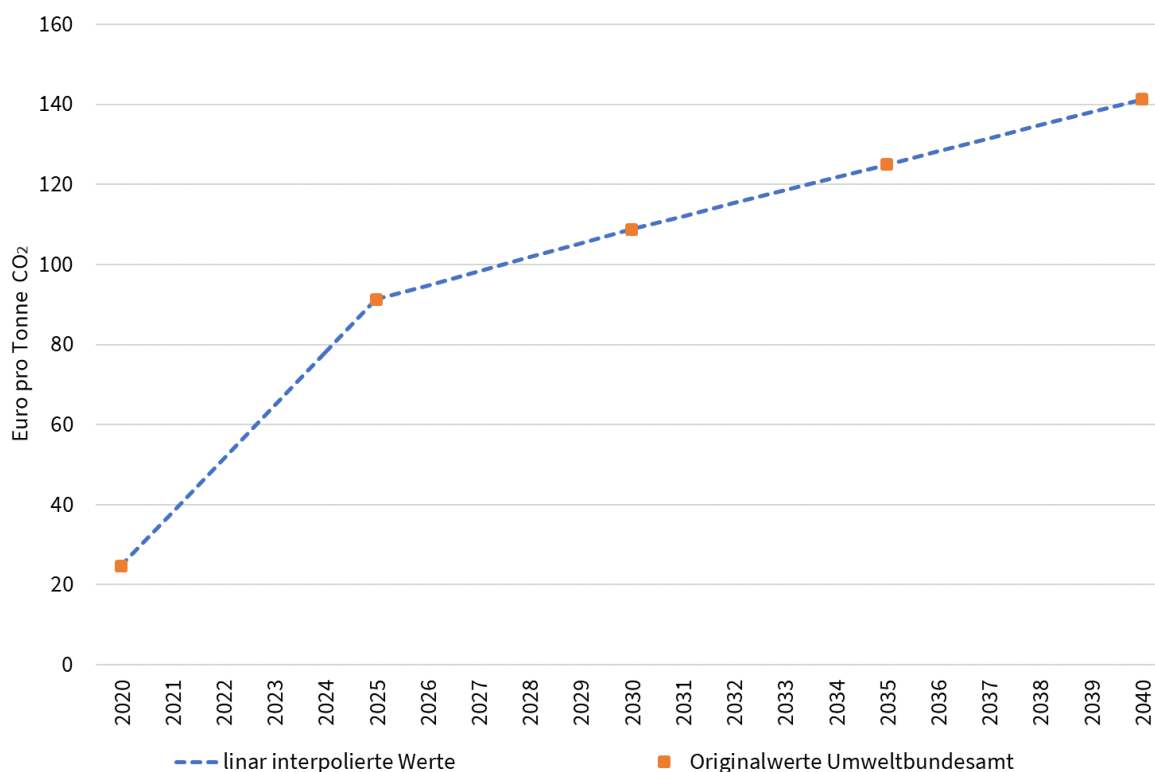
Annahme	Inhalt
Preisentwicklung der EU-Emissionszertifikate	Die Preisentwicklung der EU-Emissionszertifikate folgt der des Umweltbundesamtes (2022, 2023).
Emissionspreise in Drittländern	Anwendung pauschaler Preissätze der Ursprungsländer, in denen bereits ein eigenes Bepreisungssystem für CO <sub>2</sub> -Emissionen etabliert ist (s. Anlage A5).
	Lineare Erhöhung der CO <sub>2</sub> -Preise in Drittländern um 5 Prozent p.a. - bereits im Ursprungsland gezahlte CO <sub>2</sub> -Preise, die die Einfuhrabgabe mindern, werden tendenziell überschätzt, d.h. die Einfuhrabgaben einzelner Länder möglicherweise unterschätzt.
	Verzerrungseffekte dürften aufgrund der insgesamt sehr niedrigen ausländischen Preisniveaus der CO <sub>2</sub> -Zertifikate vernachlässigbar sein.
	Keine Berücksichtigung sektoraler- oder unternehmensspezifischer Ausnahmeregelungen und Subventionen.
Handelsdaten	Auf Basis der Handelsdaten der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2022 lässt sich eine produktspezifische Aggregation gemäß der Kombinierten Nomenklatur (KN-Klassifikation) vornehmen, anhand derer auch die vom CBAM erfassten Warengruppen gesetzlich vorgegeben sind.
Reduktionspfad der freien Zuteilungen von EU-Emissionszertifikaten	Reduktionspfad gemäß der Planung des Europäischen Parlaments bis 2034 (s. Anlage A6).
	Ausgangsniveau der sektoralen Anteile kostenfrei zugeteilter Emissionszertifikate gemäß Anlage A7.
Emissionsintensitäten der Importwaren in den Ursprungsländern	Die Emissionsintensitäten gemäß des "Informationsblattes CO <sub>2</sub> -Faktoren" stammen vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2023). Die Emissionsintensitäten werden für die gesamte Projektion als konstant angenommen. Die Emissionsintensitäten werden in Kilogramm CO <sub>2</sub> pro Kilogramm Ware (kg CO <sub>2</sub> /kg) angegeben. Für Strom ist die Emissionsintensität in kg CO <sub>2</sub> /kWh angegeben.
Produktionskosten	Für die Berechnung des Anstiegs der Produktionskosten wird auf Daten von Eurostat zu CO <sub>2</sub> -Emissionen und Produktionswerten zurückgegriffen. Mit diesen Daten wird für jedes Land und jeden CBAM-Sektor ein länder- und sektorspezifischer Aufpreismultiplikator berechnet, der die CO <sub>2</sub> -Intensitäten mit den Produktionswerten den jeweils nicht-freien Zertifikaten gewichtet.
Staatskonsum	Die CBAM-Abgabe generiert Einnahmen in der EU in Abhängigkeit der oben diskutierten Annahmen. Die Einnahmen ergeben sich aus den Zollgewinnen, also der Multiplikation der betroffenen Importe mit dem Zollsatz. Im Alternativszenario werden die zusätzlich durch die Einführung des CBAM gewonnenen Zolleinnahmen auf den Staatskonsum aufgeschlagen.

Quelle: QuBe-Projekt

### 3.1 Preisentwicklung der EU-Emissionszertifikate

Das Umweltbundesamt ermittelt in seinem Projektionsbericht die Entwicklung der Treibhausgasemissionen für Deutschland (Umweltbundesamt, 2022; Umweltbundesamt, 2023). Diese Projektion beinhaltet einen Preisfad für die EU-Emissionszertifikate, der auch dieser Studie zugrunde liegt Abbildung 2.

Abbildung 2 ETS-Preis in Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> 2020-2040



Quelle: Umweltbundesamt (2022), eigene Darstellung

### 3.2 CO<sub>2</sub>-Preise in Drittstaaten

Zur Berücksichtigung der Emissionspreise in Drittstaaten, die bei der Ermittlung der zu erwerbenden CBAM-Zertifikate mindernd berücksichtigt werden, werden Daten der *International Carbon Action Partnership* (Übersicht siehe Anhang A5) berücksichtigt. Darin enthalten sind die wichtigsten ausländischen Preissysteme, die Emissionen industrieller Produktion zumindest prinzipiell erfassen. Als Preisindex wird jeweils der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Preis pro Tonne des Handelsjahres 2022 berücksichtigt.

Für Länder, in denen ein oder mehrere Emissionspreissysteme auf sub-nationaler Ebene bestehen, wird vereinfachend das arithmetische Mittel aller regionalen CO<sub>2</sub>-Preise berechnet und auf Warenimporte aus dem gesamten Ursprungsland angewandt.

Mögliche Subventionierungen und branchen- oder unternehmensspezifische Preisreduktionen und -befreiungen werden nicht berücksichtigt. Infolge dieser Annahme werden die im Ursprungsland angefallenen Emissionskosten tendenziell überschätzt. Die Menge der benötigten CBAM-Zertifikate, die durch die bereits im Drittland gezahlten Emissionspreise reduziert werden, wird

dementsprechend eher unterschätzt. Die damit verbundenen Emissionskosten für Importeure durch den CBAM stellen also eher eine untere Grenze der tatsächlich erwartbaren Aufschläge dar.

### 3.3 Reduktionspfad der freien Zuteilungen von EU-CO<sub>2</sub>-Zertifikaten

Die großzügige Erteilung kostenloser ETS-Zertifikate an Betreiber besonders emissionsintensiver und exportorientierter Produktionsanlagen im EU-Inland seit dem Jahr 2005 hat das Risiko von Carbon Leakage stark reduziert (Antoine und Misato, 2017). Allerdings schwächte der hohe Anteil freier Zertifikate gleichzeitig auch die Anreizwirkung für emissionsärmere, klimafreundliche Investitionen. Zur Erreichung der Klimaschutzziele beschlossen die europäischen Gesetzgeber deshalb die schrittweise Reduktion der kostenlosen Zuteilungen bis zum Ende der vierten ETS-Handelsperiode im Jahr 2030. Diese Zeitplanung gilt allerdings nur für solche industrielle (Sub-)Sektoren, die gemäß der aktuellen Carbon-Leakage Liste als nicht besonders exponiert klassifiziert sind. Für die übrigen Industriesektoren, für die das Risiko von Carbon-Leakage als weiterhin hoch eingeschätzt wird, sollen im Rahmen des ETS auch über 2030 hinaus noch freie Emissionszertifikate zugeteilt werden. Das trifft auch auf die Warengruppen, die der CBAM abdeckt, also Eisen und Stahl, Aluminium, Düngemittel, Wasserstoff und Zement zu. Für Sektoren dieser Warengruppen sehen die Europäischen Gesetzgeber derzeit einen vollständigen Abbau der freien Zuteilungen bis 2034 vor (Europäisches Parlament, 2022).

### 3.4 Handelsdaten

Im Welthandelsmodell GINFORS wird auf Handelsdaten der OECD-STAN Datenbank zurückgegriffen. Die Handelsdaten innerhalb des Modells umfassen den bilateralen Handel von 154 Ländern mit 33 Gütergruppen gemäß der International Standard Industrial Classification (ISIC Rev.4- Klassifikation).

Zur Bestimmung des Handelsanteils, den der CBAM abdeckt, werden zusätzliche Handelsdaten der Europäischen Kommission, bezogen von Eurostat, aus dem Jahr 2022 verwendet. Dadurch lässt sich eine produktspezifische Aggregation gemäß der KN-Klassifikation vornehmen, anhand derer auch die vom CBAM erfassten Warengruppen gesetzlich vorgegeben sind. Damit sind genaue historische Informationen zu Wert und Menge der Importwaren bekannt, die künftig unter den CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus fallen werden. Zur Verwendung im Modell ist eine Übersetzung der Warengruppen auf die Klassifikation der Industriesektoren notwendig. Für Strom liegt keine Mengeneinheit in den Handelsdaten vor. Hier bedarf es einer Annahme über den Strompreis, um auf die gehandelte Menge Strom in kWh zu schließen. Für alle Länder wird ein einheitlicher Strompreis von 0,15 Euro pro kWh angenommen.

### 3.5 Emissionsintensität der Importgüter

Grundsätzlich verpflichtet CBAM die Importeure zur Dokumentation und Berechnung der tatsächlichen Emissionen, die bei der Herstellung der betroffenen Güter im Ursprungsland direkt und ggf. zusätzlich über verwendeten Strom indirekt angefallen sind. Deshalb wären anlagebezogene Emissionsdaten zu den verschiedenen Gütergruppen und nach Ursprungsland nötig. Diese Datengrundlage existiert momentan noch nicht und wird erst im Zuge der Informationssammlung in der Übergangsphase des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus geschaffen.

Für den Fall, dass Importeure die tatsächlichen Emissionswerte ihrer eingeführten Waren nicht hinreichend bestimmen können, werden Standardwerte zur Ermittlung der benötigten Zertifikatsmenge angesetzt (Europäisches Parlament und Rat, 2023b). Diese Standardwerte sollen den durchschnittlichen Emissionsintensitäten des jeweiligen Ursprungslandes entsprechen und einen

zusätzlichen Aufschlag enthalten, um die „Umweltintegrität“ des Grenzausgleichsystems zu erhalten. Als Datengrundlage soll hierfür auf die Informationen aus dem Übergangszeitraum zurückgegriffen werden. Liegen auch dafür keine zuverlässigen Daten vor, werden die durchschnittlichen Emissionsintensitäten der „schlechtesten“ EU-ETS-Anlagen der betroffenen Warengruppe herangezogen. Aktuelle Emissionswerte der EU-ETS-Anlagen werden zwar sektorenbezogen in der Carbon-Leakage-Liste veröffentlicht (Europäisches Parlament und Rat, 2023a), allerdings werden sie in der Einheit „kg CO<sub>2</sub> pro Euro Bruttowertschöpfung“ gemessen, die nicht kompatibel mit den Einheiten der weiteren Daten zur Berechnung des CBAM-Aufpreises ist. Für das „CBAM-Szenario“ werden in Anlehnung an Dröge (2021) CO<sub>2</sub>-Intensitäten in der Einheit kg CO<sub>2</sub> pro kg hergestellten Gutes verwendet. Näherungsweise werden hierzu die Emissionsintensitäten des Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2023) als Standardwerte verwendet. Für Strom ist die Emissionsintensität in Kilogramm CO<sub>2</sub> pro kWh angegeben.

### 3.6 Produktionskosten

Die Einführung des CBAM geht mit dem sukzessiven Rückgang der freien Zertifikate in den betreffenden Sektoren einher. Hierdurch entstehen Kosten, die einen Anstieg der Produktionskosten bewirken. Je nachdem wie viel CO<sub>2</sub> bei der Produktion in den jeweiligen Sektoren und Ländern anfällt, unterscheiden sich die zusätzlichen Kosten. Für die Berechnung des Anstiegs der Produktionskosten wird auf Daten von Eurostat zu CO<sub>2</sub>-Emissionen und Produktionswerten zurückgegriffen. Mit diesen Daten wird für jedes Land und jeden CBAM-Sektor ein länder- und sektorspezifischer Aufpreismultiplikator berechnet, der die CO<sub>2</sub>-Intensitäten mit den Produktionswerten den jeweils nicht-freien Zertifikaten gewichtet.

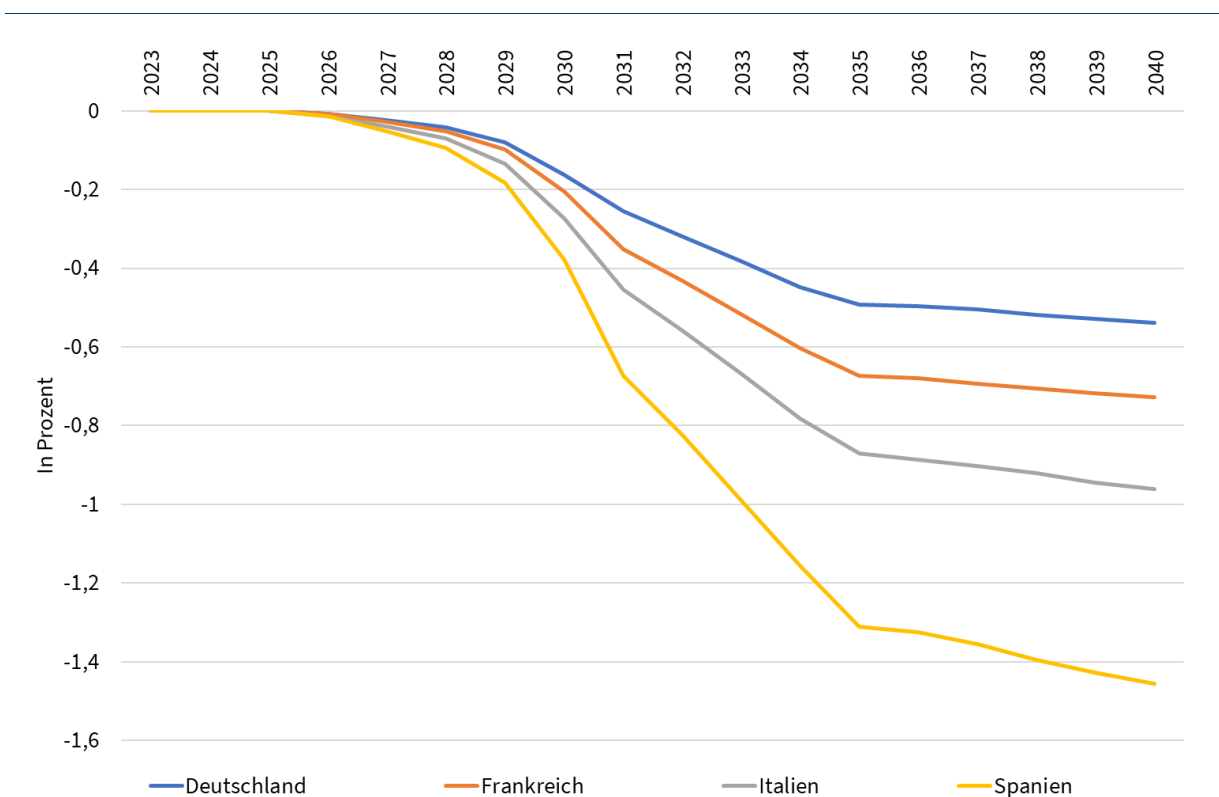
### 3.7 Staatskonsum

Durch die Einführung des CBAM werden zusätzliche Einnahmen generiert, sofern der höhere Preis auf Einfuhren nicht durch den Rückgang bei den Importen überkompensiert wird. Was mit den Einnahmen geschehen soll, ist bislang noch nicht explizit festgelegt. Sie werden voraussichtlich in den allgemeinen EU-Haushalt einfließen. Aktuell ist zudem vorgesehen, dass ein Teil der Einnahmen in den Innovationsfonds fließt, der Investitionen in klimafreundliche Technologien fördern soll (Bundesregierung, 2023). Über den Fonds sollen die Einnahmen dann vor allem den vom CBAM erfassten Sektoren zugutekommen und so die Dekarbonisierung dieser Industrien unterstützen (Umweltbundesamt, 2023). Da das Welthandelsmodell nur Einzelländer kennt, die im Verbund die Europäische Union darstellen, die EU aber nicht als Einzelland modelliert ist, kann auch kein EU-Haushalt dargestellt werden. Allerdings kann für jedes Mitgliedsland in der EU die jeweilige Höhe der CBAM-Einnahmen identifiziert werden. Es wird im Szenario weder die Umverteilung der Einnahmen zwischen den EU-Ländern angenommen noch, dass die Einnahmen gespart werden. Vielmehr wird angenommen, dass die jeweils im Land erzielten CBAM-Einnahmen als Staatsausgaben wieder rückverteilt werden.

## 4. Ergebnisse

Im Folgenden wird zunächst die Entwicklung der Exporte für ausgewählte europäische Länder aus dem GINFORS-Modell beschrieben, ehe nachfolgend die sich für Deutschland ergebenden Resultate aus dem QINFORGE-Modell dargelegt werden. Abbildung 3 zeigt die projizierte Veränderung der preisbereinigten Exporte in Prozent für Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien, die aus den Annahmen im CBAM-Szenario resultieren. Die Änderungen im Rahmen des Szenarios beeinflussen die globalen Exportströme, welche sich unterschiedlich auf die Wachstumspotentiale in den Ländern auswirken. Es zeigt sich, dass alle ausgewählten Länder im Vergleich zum Referenzszenario eine leicht negative Entwicklung bei den Exporten aufweisen. Die negative Wirkung auf die Exporte ist insbesondere auf die Preiswirkungen des CBAM-Systems zurückzuführen. Einerseits erhöht der CBAM-Aufschlag die Produktionskosten durch teurere, importierte Vormaterialien wie Stahl oder Düngemittel, insbesondere für die nachgelagerten Industrien. Andererseits lässt die Wirksamkeit der CO<sub>2</sub>-Preise im Inland die heimischen Produktionskosten steigen. Beides verschlechtert die preisliche Wettbewerbsfähigkeit heimischer Produkte auf den Weltmärkten. Unter sonst gleichen Bedingungen reduzieren sich dadurch die Exporte. Wie Abbildung 3 zeigt, ist Deutschland dabei mit einem niedrigeren Exportniveau von 0,6 Prozent im Jahr 2040 gegenüber dem Referenzszenario im Vergleich zu anderen großen EU-Ländern wie Frankreich, Italien oder Spanien in relativen Größen am wenigsten betroffen.

Abbildung 3 Wirkung auf die Exporte für ausgewählte Länder 2023-2040 in Prozent, Abweichung zum Referenzszenario

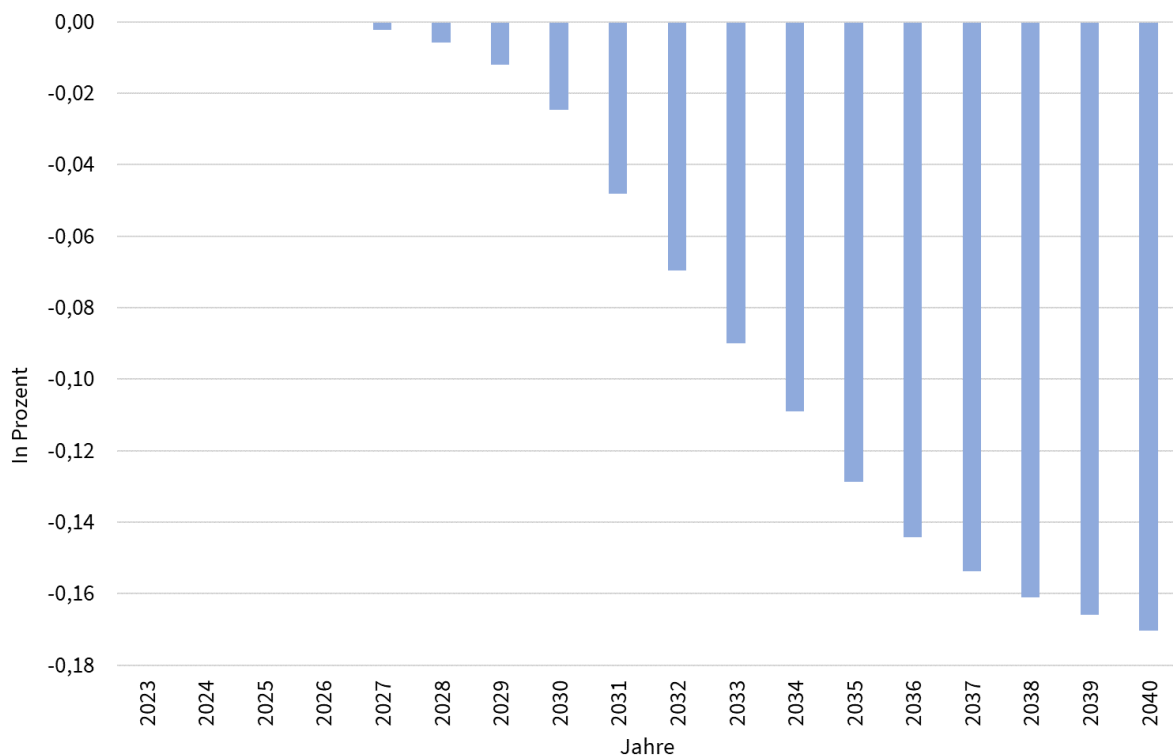


Quelle: QuBe Projekt, 7. Welle

Dies kann mehrere Gründe haben: zum einen ist entscheidend, wie viel ein Land an Drittstaaten außerhalb der Europäischen Union exportiert. Ist diese Exportabhängigkeit besonders stark, wirken sich die CBAM-Effekte besonders auf die Exportbranche aus. Zum anderen hängt dies von der Branchenstruktur in den Ländern ab: Länder, in denen die CBAM-Industrien besonders stark vertreten sind, werden die Effekte deutlicher zu spüren bekommen als Länder, die kaum oder nur sehr wenig betroffene Güter herstellen. Darüber hinaus können sich die Preiswirkungen aufgrund der Qualität der in den Ländern herzustellenden Güter unterscheiden. So dürften bei qualitativ hochwertigen Produkten die zu erwartenden Preisaufschläge weniger stark durchschlagen als bei Massenprodukten (Fremerey, Iglesias und Hüther, 2022). Alle diese Gründe sind implizit in den geschätzten Preiselastizitäten des Welthandels enthalten (Mönnig und Wolter, 2020b). Eine Preiselastizität von größer eins bedeutet, dass die Nachfrage sehr stark auf Preisänderungen reagiert und somit nur wenig andere Gründe als der Preis bei der Kaufentscheidung eine Rolle spielen. Elastizitäten von kleiner eins deuten dagegen darauf hin, dass Preise eine weniger starke Rolle spielen, sondern Qualität, Marktsituation und/oder Größe der Firma. Eine niedrigere Preiselastizität dürfte der Grund sein, warum Deutschlands Exporte prozentual weniger stark betroffen sind als in anderen Ländern. Aufgrund der Größe Deutschlands werden die deutschen Exporte absolut betrachtet im Vergleich zum Referenzszenario allerdings am stärksten zurückgehen.

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie sich die Wertschöpfung und der Bedarf an Arbeitskräften in Deutschland gegenüber dem Referenzszenario verändern, wenn die im CBAM-Szenario eingestellten Annahmen ihre Wirkung entfalten. Unter den getroffenen Annahmen zeigen sich über den gesamten Projektionszeitraum hinweg zwar negative Wirkungen auf das BIP (Abbildung 4). Mit einer im Vergleich zum Referenzszenario rund 0,2 Prozent niedrigeren Wirtschaftsleistung im Jahr 2040 sind die Auswirkungen allerdings sehr moderat.

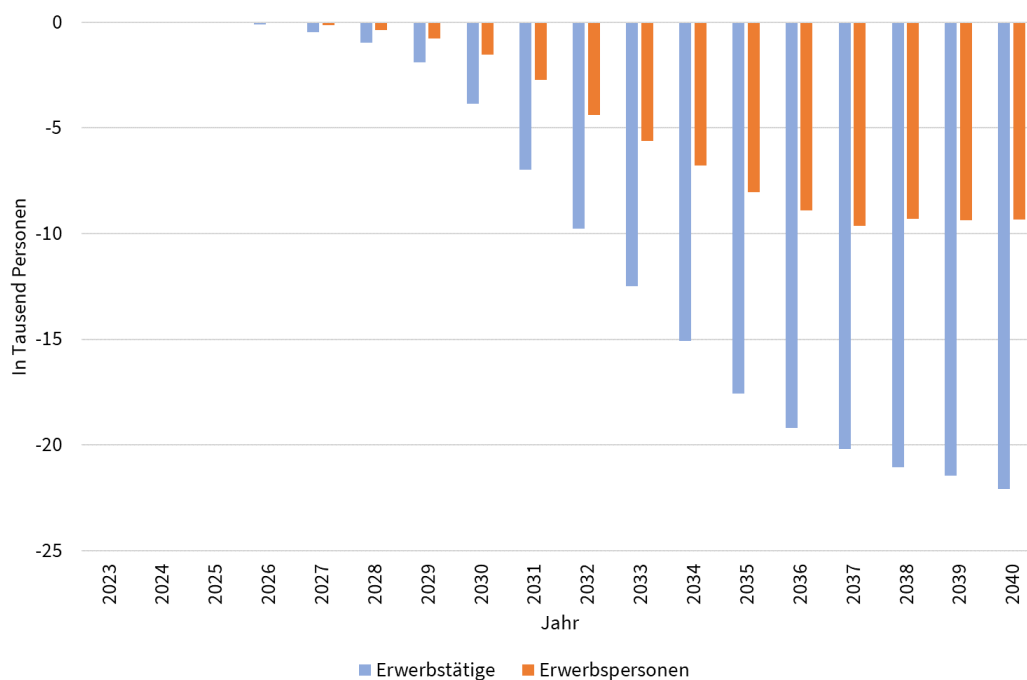
Abbildung 4 Wirkung auf das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt 2023-2040 in Prozent, Abweichung zum Referenzszenario



Quelle: QuBe-Projekt, 7. Welle

Grundsätzlich ist zwar durch den CBAM mit einer Schutzwirkung auf die betroffenen Branchen zu rechnen, weil die Importe insgesamt zurückgehen werden. Dadurch allein würde sich rein rechnerisch ein positiver Effekt auf das Bruttoinlandsprodukt ergeben: die heimischen Hersteller sind vor den günstiger produzierenden Herstellern aus Drittländern geschützt und können die wegfallenden Lücken durch Mehrproduktion füllen. Da allerdings die Preise steigen werden, sowohl aufgrund der Verteuerung importierter als auch heimisch produzierter Waren, überwiegen per Saldo die negativen, preisinduzierten Effekte. Insbesondere die Exporte gehen preisinduziert zurück, was in einer Volkswirtschaft wie der deutschen, deren Geschäftsmodell deutlich vom Exporte abhängt (Mönnig und Wolter, 2020a) nicht ohne Wirkung bleibt. Insgesamt verschlechtert sich per Saldo die Außenhandelsbilanz. Die durch die Schutzwirkung induzierte potenzielle Mehrproduktion wird durch die Minderproduktion aufgrund wegfallender Exporte überlagert. Dazu kommt, dass sich das allgemeine Preisniveau erhöht, was sich auch auf eine geringere private Nachfrage auswirken wird, zumal Arbeitsplätze und somit Einkommen wegfallen werden. Die induzierten Effekte sind somit ebenfalls berücksichtigt. Die zurückgeführten CBAM-Einnahmen, die sich über erhöhte Staatsausgaben positiv auf die Wirtschaft auswirken dürften, sind zu gering, als dass sie den insgesamt negativen Effekt aus Außenbeitrag und privater Nachfrage kompensieren könnten. Insgesamt ist festzuhalten, dass CBAM in seiner aktuellen Ausgestaltung die Wettbewerbsnachteile für Exporteure in Drittstaaten aufgrund des im CBAM angelegten Wegfalls der entgeltfreien ETS-Zertifikate nicht vollkommen ausgleichen kann (European Commission, 2021; Sogalla, 2023; Wolf, 2023).

Abbildung 5 Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen und die der Erwerbspersonen 2023-2040 in Tausend Personen, Abweichung zum Referenzszenario



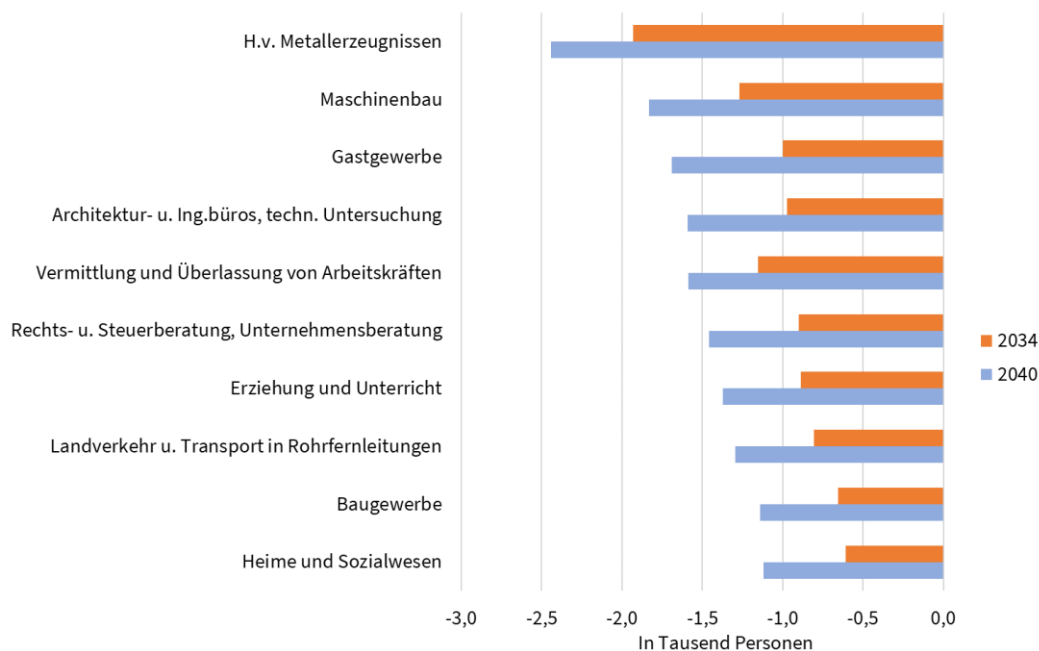
Quelle: QuBe-Projekt, 7. Welle

Auch die Zahl der Erwerbstätigen wird infolge der unterstellten Annahmen sukzessive niedrigerer ausfallen als im Referenzszenario, sodass im Jahr 2040 22 Tausend Personen weniger erwerbstätig sind als ohne CBAM (Abbildung 5). Gleichzeitig reagieren die auf dem Arbeitsmarkt aktiven Personen auf die schlechtere wirtschaftliche Entwicklung und Arbeitsmarktlage und passen ihr Erwerbsverhalten an. Für einen Rückzug vom Arbeitsmarkt in Folge einer schlechteren

konjunkturellen Lage gibt es aus der Vergangenheit entsprechende Evidenz (Kriechel und Vogler-Ludwig, 2013). Im Jahr 2040 wird die Zahl der Erwerbspersonen dadurch um 9 Tausend Personen tiefer liegen. Im Ergebnis werden somit einerseits weniger Personen beschäftigt sein und andererseits werden weniger Personen ihre Arbeitskraft anbieten.

Abbildung 6 zeigt die Wirkung auf die Wirtschaftsbereiche, die bezogen auf die Zahl der Erwerbstätigen bei vollständiger Wirksamkeit von CBAM im Jahr 2034 und im Jahr 2040. Betrachtet werden jedoch nur die Wirtschaftsbereiche, die infolge der getroffenen Annahmen im Jahr 2040 im Vergleich zum Referenzszenario eine Abweichung von mindestens Tausend Personen aufweisen. Auffällig ist, zum einen, dass an der Spitze der zehn Wirtschaftsbereiche neben den exportorientierten Wirtschaftsbereichen „Herstellung von Metallerzeugnissen“ und „Maschinenbau“ auch das Gastgewerbe zu finden ist, das vor allem von den Drittrundeneffekten (induzierten Effekten, wie beispielsweise Einkommenseffekte) betroffen ist. Zum anderen zeigt die Abbildung aber auch, dass es nicht nur die CBAM-Branchen sind, die betroffen sind, sondern vor allem auch Branchen der weiterführenden Wertschöpfungskette, wie beispielsweise der Maschinenbau, der ein bedeutender Abnehmer von Stahl- und Metallprodukten und exportorientiert ausgerichtet ist. Zudem zeigt sich, dass neben den Stammebelegschaften insbesondere die Leiharbeitsbranche („Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften“) von CBAM betroffen sein dürfte. Auch Teile der Logistikbranche dürften durch die reduzierte Dynamik im (Welt)Handel einige Arbeitsplätze abbauen.

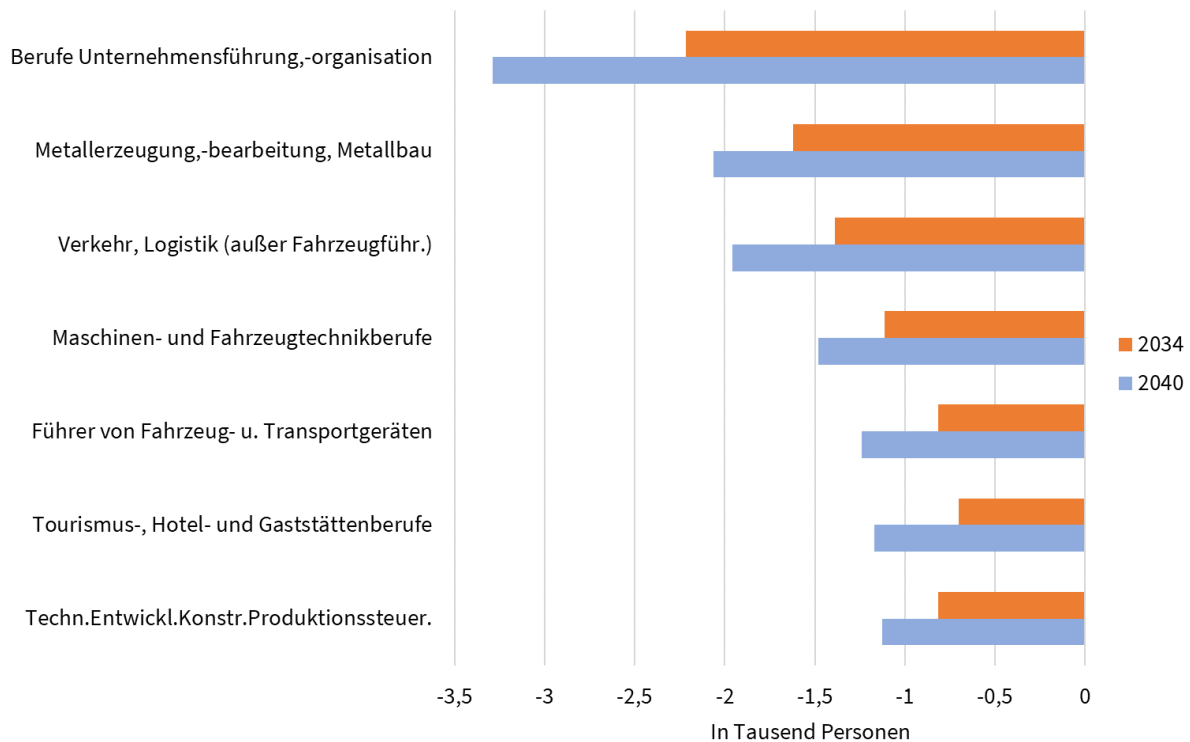
Abbildung 6 Wirtschaftsbereiche mit einer Abweichung zum Referenzszenario von mindestens Tausend Erwerbstätigen im Jahr 2040; in Tausend Personen



Quelle: QuBe-Projekt, 7. Welle



Abbildung 7 Berufsgruppen mit einer Abweichung zum Referenzszenario von mindestens Tausend Erwerbstätigen im Jahr 2040; in Tausend Personen



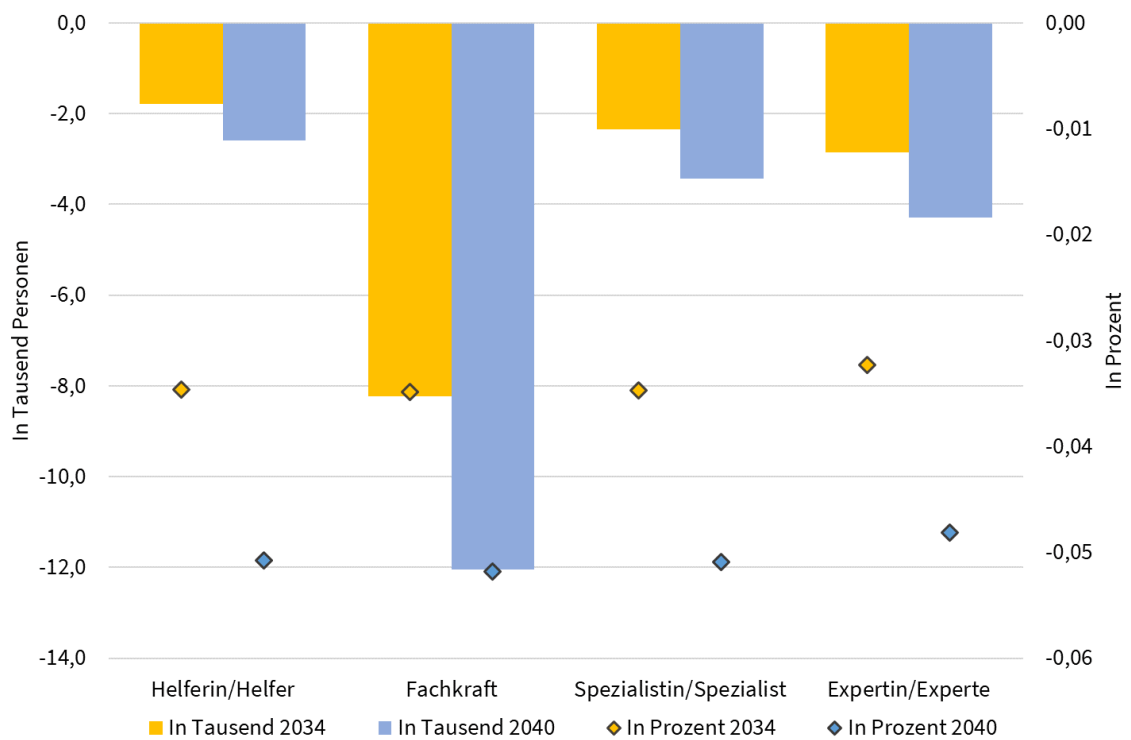
Quelle: QuBe-Projekt, 7. Welle

Für eine differenzierte Betrachtung der Wirkungen auf die Berufsstruktur stellt Abbildung 7 die Berufsgruppen (3-Steller der Klassifikation der Berufe (KldB) 2010) dar. Auch hier werden nur die Berufsgruppen betrachtet deren Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahr 2040 mindestens Tausend Erwerbstätige beträgt. Zu beachten ist, dass die unterstellte Transferierbarkeit beruflicher Fähigkeiten über Wirtschaftsbereiche hinweg dafür sorgt, dass die Arbeitskräfte, die von einem Arbeitsplatzabbau in einem Wirtschaftsbereich betroffen sind, in anderen Wirtschaftsbereichen, im womöglich selben Beruf, eine Beschäftigung finden können. Wie bei den Wirtschaftsbereichen gibt es keine Berufsgruppe, die infolge der betroffenen Annahmen in absoluten Zahlen mehr Arbeitskräfte benötigt als im Referenzszenario. Zudem sind die Effekte auf die Berufsgruppen weniger stark. So weisen nur sieben Berufsgruppen eine Abweichung von mindestens Tausend Personen auf. Auch hier zeigt sich, dass Berufe im Bereich der Metallerzeugung und Maschinebau verlieren, aber auch bei Dienstleistungsberufen wie im Bereich der Logistik und Fahrzeugführung fällt der Bedarf im Vergleich zum Referenzszenario niedriger aus. Durch die schlechtere Wirtschaftslage und Drittrundeneffekte (induzierte Effekte) verlieren auch die Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe.

Insgesamt zeigt sich, dass sich die getroffenen Annahmen im CBAM-Szenario auf sehr unterschiedliche Berufe und Branchen auswirken. So hat CBAM zwar eine positive Wirkung auf Branchen, die Güter und Dienstleistungen innerhalb der EU anbieten, höhere Preise beim Import bzw. bei der Produktion innerhalb der Unionsgrenzen belasten jedoch die Exportwirtschaft im internationalen Wettbewerb. Durch die daraus resultierende schlechtere wirtschaftliche Lage und die steigende Preise sind aber auch Branchen und Berufe im Gastgewerbe, Tourismus und Bau negativ betroffen.

Mit Blick auf den Arbeitskräftebedarf differenziert nach Anforderungsniveaus zeigt sich, dass sich ein niedrigerer Bedarf in allen vier Anforderungsniveaus niederschlägt (Abbildung 8). Am stärksten weicht der Bedarf im Jahr 2040 mit 12 Tausend Erwerbstätigen auf dem Niveau der Fachkräfte ab, am geringsten bei Helferinnen und Helfern. Relativ betrachtet fällt die Abweichung über alle Anforderungsniveaus sehr ähnlich aus.

Abbildung 8 Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen 2023-2040 in Tausend Personen (blaue/gelbe Balken, linke Achse) und in Prozent (Rauten, rechte Achse), Abweichung zum Referenzszenario



Quelle: QuBe-Projekt, 7. Welle.

## 5. Schlussfolgerungen

Insgesamt zeigt die Analyse, dass die Einführung eines CO<sub>2</sub>-Grenzausgleiches in der jetzigen Form einerseits seine Schutzwirkung auf bestimmte Branchen entfalten kann, andererseits aber durch höhere Preise und eingeschränkten Handel die negativen sozio-ökonomischen Effekte auf Deutschland nicht vollständig ausgeglichen werden können. Für die deutsche Wirtschaft wird somit klar, dass aufgrund seines exportorientierten Geschäftsmodells die Frage der Exportkompensation von Bedeutung ist. Dabei sind Preiselastizitäten, die Qualität der Produkte sowie die Industrie- und Exportstruktur im Land entscheidend dafür, wie stark sich CBAM am Ende auswirken wird. In der Analyse zeigt sich allerdings auch, dass die negative Wirkung auf das deutsche Wirtschaftswachstum und den Arbeitsmarkt verhältnismäßig gering ausfallen dürfte.

Die Hoffnung auf positive wirtschaftliche Effekte aufgrund der Schutzwirkung des CBAM kann in seiner aktuellen Ausgestaltung somit nicht bestätigt werden. Es kann aber auch nicht festgestellt werden, dass CBAM in seiner jetzigen Fassung zu großen wirtschaftlichen Verwerfungen führen würde und mit einer Verlagerung energieintensiver und exportorientierter Industrien gerechnet werden muss (Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2022). Die Analyse zeigt jedoch ebenfalls, dass es zu einer Weitergabe der Effekte kommen wird und nachgelagerte Industrien davon negativ betroffen sein werden.

Es muss indes gleichzeitig bedacht werden, dass die negativen Effekte stärker ausfallen würden, wenn die freie Zuteilung von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten ohne jeglichen Ausgleichsmechanismus wegfallen würde. Hingegen könnte ein Ausgleich der höheren Kosten für Exporteure eine positive Wirkung entfalten und die erwarteten negativen Effekte kompensieren. Dies könnte durch die Integration von Exporten in den CBAM-Mechanismus erfolgen oder durch die Etablierung eines Klimaclubs, in dem ein einheitlicher CO<sub>2</sub>-Preis gezahlt werden würde. Die Frage der Behandlung der Exporte ist somit das Nadelöhr für den CBAM. Bislang ist diese Frage noch nicht gelöst, sie wird aber bereits in der Verordnung zur Schaffung des CBAM aufgeworfen. Die jetzige Übergangsphase soll deshalb dazu genutzt werden, nicht nur die Ausweitung des CBAM auf weitere Warengruppen zu überprüfen, sondern auch die Wirkung des CBAM auf die Exporte zu analysieren. Möglicherweise ergibt sich im Anschluss der Übergangsphase eine Anpassung des CBAM-Mechanismus.

Jenseits der Frage der Exportkompensation konnte in dieser Analyse nicht gezeigt werden, inwiefern CBAM Anreize dazu setzt, in Technologien zur CO<sub>2</sub>-Reduktion zu investieren. Es ist davon auszugehen, dass Unternehmen in dem Augenblick in neue Technologien investieren, sobald sie sich preisliche Vorteile davon versprechen. Insofern wird die Abkehr frei zugeteilter CO<sub>2</sub>-Zertifikate unter der Prämisse weiter steigender CO<sub>2</sub>-Preise sicherlich Anreize für europäische Unternehmen setzen, stärker in grüne Technologien zu investieren. Die Frage ist, ob die neun-jährige Übergangszeit von 2026 bis 2034 hierfür adäquat ist.

Die vorliegende Studie hat den CBAM auf seine sozio-ökonomischen Effekte untersucht. Nicht betrachtet wurde sein Effekt auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Es ist davon auszugehen, dass mit CBAM mittelfristig weniger CO<sub>2</sub> emittiert werden wird als ohne CBAM. Im betrachteten Szenario dürften geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen zunächst hauptsächlich auf die leicht geringere Wirtschafts- und Handelsdynamik zurückzuführen sein und weniger auf einen schnelleren technologischen Wandel. Zudem wurde nicht berücksichtigt, inwieweit geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen und die damit vermiedenen Schäden durch den Klimawandel sich positiv auf die sozio-ökonomische Entwicklung auswirken. Um diese Aspekte zu berücksichtigen, müssten zusätzliche Annahmen in das Modellsystem integriert werden.

Auch nicht thematisiert wurde die Möglichkeit, dass Drittländer mit Sanktionen auf den CBAM reagieren könnten. Die Wahrscheinlichkeit hierfür ist aus heutiger Sicht schwer abzuschätzen. Die handelspolitischen Diskussionen um die mögliche Erhöhung der EU-Importzölle auf chinesische Elektroautos zeigen aber, dass dies nicht nur Theorie sein könnte. Sollte es zu handelspolitischen Reaktionen kommen, bspw. aus China, dürfte insbesondere Deutschland besonders stark davon betroffen sein.

## Literaturverzeichnis

- Antoine, Dechezleprêtre und Misato, Sato (2017): The impacts of environmental regulations on competitiveness. Press, Oxford University.
- BMWK, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2020): Wie funktioniert eigentlich der Europäische Emissionshandel? BMWK, Accessed 31.08.2023. <https://www.bmwk-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2020/08/Meldung/direkt-erklaert.html>.
- BMWK, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Freie Berufe. Accessed 06.12.2022. <https://www.existenzgruender.de/DE/Gruendung-vorbereiten/Gruendungswissen/Freie-Berufe/inhalt.html>.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2023): Informationsblatt CO<sub>2</sub>-Faktoren.
- Bundesregierung (2023): EU-Klimaschutzpaket: Fit For 55. Accessed 25.10.2023. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/europa/fit-for-55-eu-1942402>.
- Deutsche Emissionshandelsstelle (2023): Internationale Entwicklungen im Europäischen Emissionshandel. Accessed 10.10.2023. [https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/Internationales/internationales\\_node.html](https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/Internationales/internationales_node.html).
- Dröge, Susanne (2021): Ein CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich für den Green Deal der EU Funktionen, Fakten und Fallstricke.
- EU (2023): Zeitleiste – Der europäische Grüne Deal und „Fit für 55“. Accessed 31.08.2023. <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal/timeline-european-green-deal-and-fit-for-55/>.
- Europäisches Parlament (2022): Climate change: Deal on a more ambitious Emissions Trading System (ETS)
- Europäisches Parlament und Rat (2023a): Gesetzgebungsakte und andere Rechtsinstrumente. Betr.: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Union und des Beschlusses (EU) 2015/1814 über die Einrichtung und Anwendung einer Marktstabilitätsreserve für das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Union.
- Europäisches Parlament und Rat (2023b): Gesetzgebungsakte und andere Rechtsinstrumente. Betr.: Verordnung des europäischen Parlamentes und des Rates zur Schaffung eines CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystems.
- European Commission (2019): Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council concerning the determination of sectors and subsectors deemed at risk of carbon leakage for the period 2021 to 2030. Brüssel.
- European Commission (2021): Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism.
- Eurostat (2008): Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities.
- Fremerey, Melinda; Iglesias, Simon Gerards und Hüther, Michael (2022): Stellungnahme zur Anhörung des Ausschusses für Klimaschutz und Energie im Deutschen Bundestag. CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus. Köln.
- Gisselman, Fredrik (2020): Border Carbon Adjustments.
- GTAI (2023): Zoll und Nachhaltigkeit. Accessed 31.08.2023. <https://www.gtai.de/de/trade/welt/zoll/zoll-und-nachhaltigkeit-972966>.
- International Carbon Action Partnership (2023), Accessed 10.10.2023. <https://icapcarbonaction.com/en/ets>.

- IWH (2015): Ökonomische Wirksamkeit der Konjunktur stützenden finanzpolitischen Maßnahmen der Jahre 2008 und 2009.
- Kriechel, Ben und Vogler-Ludwig, Kurt (2013): Arbeitsmarkt 2030 - Methodenbericht. Beschreibung der quantitativen Modelle. Bielefeld.
- Krugman, Paul R. (1981): Intraindustry Specialization and the Gains from Trade. (Journal of Political Economy, 959–973).
- Krugman, Paul R. (1985): Increasing returns and the theory of international trade (NBER Working Paper, No. 1752).
- Legler, Harald; Gehrke, Birgit; Krawczyk, Olaf; Schasse, Ulrich; Rammer, Christian; Leheyda, Nina und Sofka, Wolfgang (2009): Die Bedeutung der Automobilindustrie für die deutsche Volkswirtschaft im europäischen Kontext.
- Lutz, Christian; Meyer, Bernd und Wolter, Marc Ingo (2010): The global multisector/multicountry 3-E model GINFORS. A description of the model and a baseline forecast for global energy demand and CO2 emissions. Int. J. Global Environmental Issues 10:25-45.
- Lutz, Christian und Banning, Max (2023): Unilateral EU climate action, carbon leakage and CBAM – scenario description and results from the GINFORS-E model.
- Maier, Tobias; Kalinowski, Michael; Zika, Gerd; Schneemann, Christian; Mönnig, Anke und Wolter, Marc Ingo (2022): Es wird knapp. Ergebnisse der siebten Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen bis zum Jahr 2040. Bonn.
- Maier, Tobias; Mönnig, Anke und Zika, Gerd (2021): Folgen der COVID-19-Krise auf die kurz-, mittel- und langfristigen Beschäftigungs- und Entlohnungschancen nach Berufen. AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv:1-32.
- Mönnig, Anke; Lutz, Christian; Becker, Lisa; Maier, Tobias und Zika, Gerd (2019): Economy 4.0 – Digitalisation and Its Effect on Wage Inequality. Special Issue: Digitalisation and the Labor Market (Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, 239(3), pp. 363–398).
- Mönnig, Anke; Lutz, Christian; Becker, Lisa; Maier, Tobias und Zika, Gerd (2021): Arbeitsmarkteffekte eines klimaneutralen Langfristpfads bis 2030. Zusammenfassung der Ergebnisse. (Endbericht).
- Mönnig, Anke und Wolter, Marc Ingo (2020a): Exportweltmeister Deutschland: Ist das deutsche Geschäftsmodell im Wandel? Osnabrück.
- Mönnig, Anke und Wolter, Marc Ingo (2020b): Modelling Tariffs in TINFORGE. A Methodology Report.
- Mönnig, Anke und Wolter, Marc Ingo (2020c): TINFORGE - Trade in INFORGE. Methoden-Update 2020.
- Mönnig, Anke und Wolter, Marc Ingo (2020d): TINFORGE – Trade in INFORGE. Methoden-Update 2020. Osnabrück.
- Ricardo, David (1817): The Principles of Political Economy and Taxation.
- Samuelson, Paul A. (2004): Where Ricardo and Mill Rebut and Confirm Arguments of Mainstream Economists Supporting Globalization. Journal of Economic Perspectives 18.
- Sogalla, Robin (2023): Neuer europäischer Mechanismus für CO2-Grenzausgleich. Berlin.
- Tukker, Arnold und Dietzenbacher, Erik (2013): Global Multi-Regional Input-Output Framework – an Introduction and Outlook (Economic System Research, Volume 15, S. 1–15).
- Umweltbundesamt (2023): Projektionsbericht 2023 für Deutschland.
- Von dem Bach, Nicole; Helmrich, Robert; Hummel, Markus; mönnig, ANke; Schneemann, Christian; Steeg, Stefanie; Weber, Enzo; Wolter, Marc Ingo und Zika, Gerd (2020): „MOVEON“ II – Grundlagen eines Szenarios zum künftigen Mobilitätsverhalten.
- Wirtschaftsvereinigung Stahl (2022): Reaktionen auf Einigung zum CO2-Grenzausgleich. Accessed 25.10.2023. <https://www.stahl-online.de/stahl-online-news/reaktionen-auf-einigung-zum-co2-grenzausgleich/>.
- Wolf, André (2023): Auswirkungen eines CO2-Grenzausgleichs auf nachgelagerte Industrien.

Zika, Gerd; Hummel, Markus; Maier, Tobias und Wolter, Marc Ingo (Hrsg.) (2023a): Das QuBe-Projekt: Modelle, Module, Methoden.

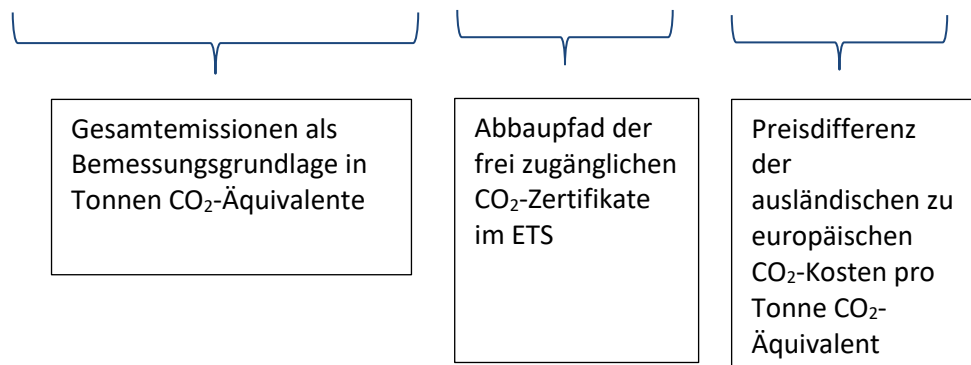
Zika, Gerd; Kalinowski, Michael; Krinitz, Jonas; Maier, Tobias; Mönnig, Anke; Schneemann, Christian; Schur, Alexander; Wolter, Marc Ingo und Zenk, Johanna (2023b): Fachkräftemonitoring für das BMAS – Mittelfristprognose bis 2027. Berlin.

## Anhang

### A1 Schätzung der jährlichen Einfuhrabgaben durch den CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus

Zur Schätzung der emissionsbezogenen Einfuhrabgaben, die für Importe aus Drittstaaten ab 2026 anfallen, wird folgende Formel verwendet (Dröge (2021); Gisselman (2020)):

$$(1) \quad Z_{CBAM,i,j,g,t} = Q_{g,i,j,t} * \max[0; \min\{E_{ext,g}; SV_g\}] * (1 - K_{EU,g,t}) * \max[0; P_{EU,t} - P_{ext,i,t}]$$



mit:

$g$	Index der CBAM-Gütergruppen/Sektoren,
$i$	Index der Nicht-ETS-Länder, die CBAM-Güter in ETS-Länder $j$ liefern,
$j$	Index der ETS-Länder,
$t$	Zeitindex,
$Q_g$	Importmenge CBAM-Gütergruppe $g$ ,
$E_{ext}$	tatsächliche graue Emissionen der Importware,
$SV$	Standardwerte der sektorbezogenen Emissionsintensität,
$K_{EU}$	Anteil frei zugeteilter ETS-Zertifikate,
$P_{EU}$	EU-ETS-Emissionspreis (wöchl. Durchschnitt Auktionspreise),
$P_{ext}$	bereits im Ursprungsland gezahlter CO <sub>2</sub> -Preis.

Der zu zahlende Aufpreis durch den Erwerb von CBAM-Zertifikaten,  $Z_{CBAM}$ , wird durch Gleichung (1) berechnet. Die tatsächlichen grauen Emissionen der Importware,  $E_{ext}$ , sind jedoch unbekannt. Daher wird lediglich der Standardwert der sektorbezogenen Emissionsintensität,  $SV$ , herangezogen, um den CBAM-Aufpreis zu ermitteln. Die tatsächlich angewandte Formel reduziert sich demnach zu

$$(2) \quad Z_{CBAM,i,j,g,t} = Q_{g,i,j,t} * SV_g * (1 - K_{EU,g,t}) * \max[0; P_{EU,t} - P_{ext,i,t}].$$

Im Welthandelsmodell GINFORS gehen die CBAM-Kosten als Aufschläge auf den sektorspezifischen bilateralen Zoll ein. Hierbei erfolgt eine Zuordnung der CBAM-Güter zu der Gütergruppenklassifikation, die in GINFORS vorliegt (2-Steller der ISIC Rev.4-Klassifikation). Beispielsweise wird die Gütergruppe Zement (Nummer 2523 der KN-Klassifikation) der in GINFORS vorliegenden Gütergruppe „Herstellung von sonstigen Erzeugnissen aus nichtmetallischen



Mineralien“ (Nummer 23 der ISIC Rev.4-Klassifikation) zugeordnet. Der bilaterale Zollaufschlag in Prozent auf die GINFORS Gütergruppe ergibt sich somit durch

$$P_{CBAM,i,j,GG,t} = \left( \frac{WBXT_{i,j,GG,t} + Z_{CBAM,i,j,g,t}}{WBXT_{i,j,GG,t}} - 1 \right) * 100$$

mit:

*GG* Gütergruppe nach Klassifikation in GINFORS (2-Steller ISIC Rev.4),

*WBXT* bilateraler Handel des Nicht-ETS-Landes i zu ETS-Land j in Gütergruppe GG.

## A2 Schätzung der Produktionskostenaufschläge durch den sukzessiven Abbau der freien Zuteilung

Die Einführung des CBAM geht einher mit dem sukzessiven Abbau der freien Zuteilung von ETS-Zertifikaten an die jeweiligen Branchen. Mit dem Rückgang der freien Zuteilung steigen die Ausgaben für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Die Produktionskosten steigen entsprechend der höheren CO<sub>2</sub>-Abgaben. Für alle Mitglieder des ETS-Systems sind Produktionspreisindizes für 45 Sektoren Bestandteil des GINFORS-Modells, sodass die höheren CO<sub>2</sub>-Abgaben über einen Multiplikatoreffekt auf den Produktionspreisindex der jeweils betroffenen Branchen aufgerechnet werden können. Die höheren Produktionspreise gehen über Exportpreise in die Berechnung des bilateralen Welthandels ein, sodass sich Handelseffekte nicht nur durch den CBAM als Zoll an der EU-Grenze ergeben, sondern auch für den Handel innerhalb der EU sowie für die Exporte aus der EU in Drittländer.

Für die Berechnung der länder- und sektorspezifischen Multiplikatoren werden Daten von Eurostat zu CO<sub>2</sub>-Emissionen und Produktionswerten herangezogen. Mit diesen Daten wird für jedes Mitgliedsland des ETS-Systems ein Wert für die Menge an Kilogramm CO<sub>2</sub>, die pro Euro Produktionswert (kgCO<sub>2</sub>/€P) in den jeweiligen CBAM-Sektoren anfällt, berechnet. Wichtig ist, dass gegenüber des Basisszenarios ohne CBAM, nur die zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Kosten der CBAM-Güter berücksichtigt werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Land und Sektor sind jedoch nur auf der aggregierten 2-Steller Ebene gegeben. Viele der CBAM-Güter, beispielsweise die Produktion von Zement, sind aber auf einer tiefer gegliederten 4-Steller Ebene erfasst. Für diejenigen Güter, die nicht auf der 2-Steller Ebene erfasst sind, wird der kgCO<sub>2</sub>/€P-Faktor des 2-Stellers zugrunde gelegt und mit dem Anteil des CBAM-Gutes an dem jeweiligen 2-Steller gewichtet. Zusammengefasst als Formel ergibt sich somit

$$\frac{KgCO_2}{\text{€P}}_{j, gx} = \frac{KgCO_{2j, g2}}{P_{j, g2}} * \frac{P_{j, gx}}{P_{j, g2}}$$

mit:

<i>j</i>	Mitgliedsland des ETS-Systems,
<i>g2</i>	Sektorindex auf 2-Steller-Ebene,
<i>gx</i>	Sektorindex auf Ebene des jeweiligen CBAM-Gutes,
<i>P</i>	Sektorspezifischer Produktionswert in Euro,
<i>KgCO<sub>2</sub></i>	Sektorspezifischer CO <sub>2</sub> -Emissionswert in Kilogramm.

Der kgCO<sub>2</sub>/€P-Faktor wird für das Jahr 2021 ermittelt und in der Projektion als konstant angenommen. Auf jedes Kilogramm CO<sub>2</sub>, muss der CO<sub>2</sub>-Preis nur auf den Anteil der nicht-freien Zertifikate gezahlt werden. Für den CBAM-Aufpreis auf die Produktionskosten ergibt sich dadurch

$$PPA_{CBAM, j, gx, t} = \frac{KgCO_2}{\text{€P}}_{j, gx} * (1 - fZ_{gx, t}) * P_{CO_2, t}$$

mit:

<i>PPA<sub>CBAM</sub></i>	Land- und sektorspezifischer Produktionspreisaufschlag,
<i>fZ</i>	Zuteilung freier Zertifikate pro Sektor,
<i>P<sub>CO<sub>2</sub></sub></i>	CO <sub>2</sub> -Preis,
<i>t</i>	Zeitindex.

Der Preiszuschlag der jeweiligen CBAM-Sektoren  $gx$  werden nun noch den in GINFORS vorliegenden Sektoren der 2-Steller-Ebene der ISIC Rev.4 -Klassifikation, GG, zugeordnet. Durch die Gewichtung des  $PPA_{CBAM}$  mit den Produktionswerten des zugeordneten GINFORS-Sektors ergibt sich der Preiszuschlagsmultiplikator im jeweiligen GINFORS-Sektor durch

$$PPM_{CBAM,i,GG,t} = \frac{(P_{j,GG,t} + PPA_{CBAM,j,gx,t} * P_{j,gx,t})}{P_{j,GG,t}} = 1 + \frac{PPA_{CBAM,j,gx,t} * P_{j,gx,t}}{P_{j,GG,t}}$$

Mit:

$PPM_{CBAM}$  Land- und sektorspezifischer Produktionspreiszuschlagsmultiplikator.

### A3 Methodische Erläuterungen

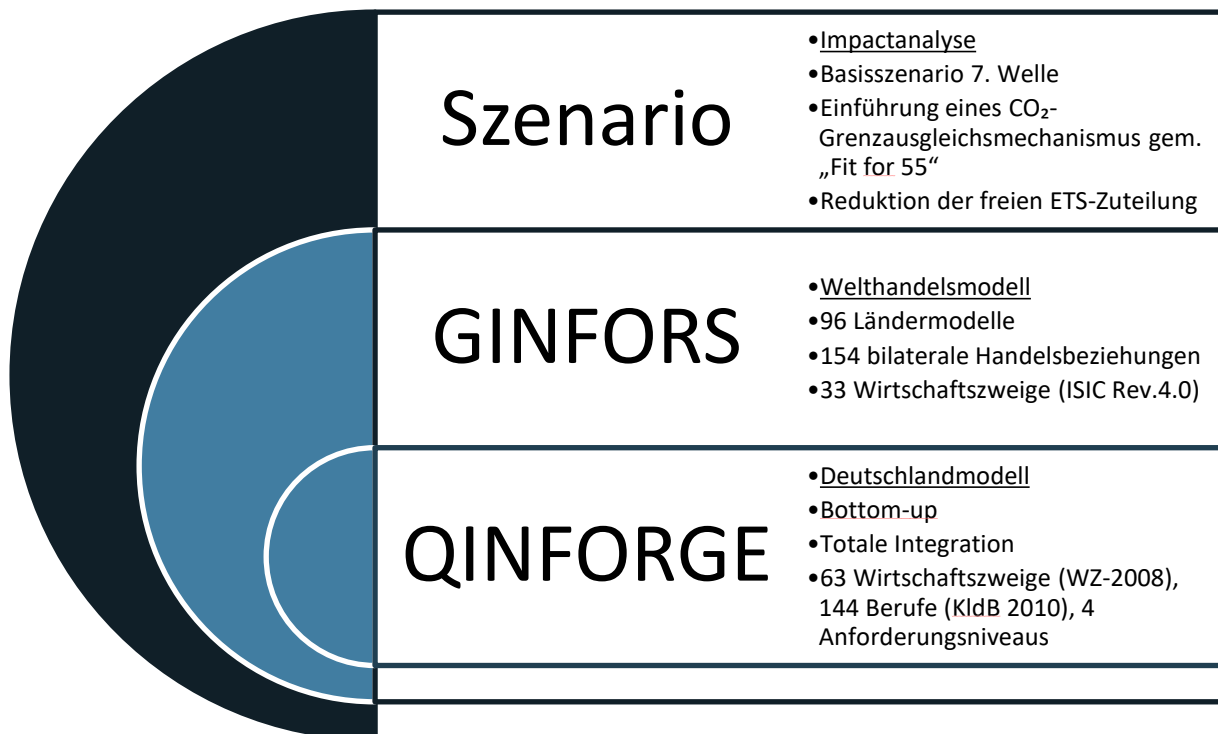
Die Untersuchung der Handelsströme erfolgt auf Basis der bilateralen Handelsdaten der OECD (STAN Database). Diese Daten liegen von 1995–2021 differenziert nach Im- und Exporten und nach Wirtschaftszweigen vor. Dadurch ist eine detaillierte Bewertung der Handelsbeziehung und der jeweiligen Abhängigkeiten zwischen den Ländern möglich. Abgeleitet aus dem Datensatz können Erkenntnisse beispielsweise über die Rohstoffabhängigkeit der Länder, der Diversifizierung des Handelsportfolios als auch über die Export- bzw. Importabhängigkeit eines Landes erlangt werden. Für die Darstellung der tarifären Handelshemmnisse wird auf die UNCTAD-Datenbank der Weltbank zurückgegriffen.

Um Beschäftigungs- und Wachstumseffekte zu ermitteln, hat sich der Rückgriff auf ökonomische Rechenmodelle durchgesetzt. Dabei steht eine Vielzahl an unterschiedlichen Modellen zur Verfügung, die von 3-Gleichungs-Wachstumsmodellen (z. B. VAR-Modelle wie beschrieben in (IWH, 2015) bis zu multiregionalen, makroökonomischen Input-Output-Modellen (z. B. MRIO-Modelle wie bei (Tukker und Dietzenbacher, 2013) beschrieben) reichen. Die Wahl des Rechenmodells muss sich dabei an der Fragestellung und dem Analyseobjekt orientieren. Bei den CBAM-Gütern handelt es sich vor allem um Güter, die sich sehr weit vorne in der Wertschöpfungskette befinden. Beispielsweise wirkt sich ein Preisanstieg für Zement stark auf das Baugewerbe aus, Preissteigerungen für Stahl und Aluminium haben Auswirkungen auf die Automobilbranche und eine Preissteigerung für Düngemittel hat Auswirkungen auf die Landwirtschaft. Für die Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen durch die Einführung des CBAM sind somit sowohl die Effekte, die direkt auf die betroffenen Wirtschaftszweige einwirken als auch die nachgelagerten indirekten und induzierten Effekte auf die Wertschöpfungskette zu berücksichtigen. Ebenso muss die Berechnung der Handelseffekte sowohl den zollähnlichen CBAM-Aufpreis an der EU-Grenze als auch die Produktionskostensteigerungen innerhalb der EU durch den sukzessiven Rückgang der freien Zuteilung der ETS-Zertifikate für die jeweiligen Sektoren berücksichtigen. Die Produktionspreissteigerungen haben nicht nur direkte Effekte in den betroffenen Branchen in Deutschland, sondern betreffen über steigende Exportpreise der ETS-Mitgliedsländer auch den EU-Binnenhandel.

In der vorliegenden Analyse zum CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus wird daher auf eine Kombination von zwei miteinander kompatiblen makroökonomischen Modellen zurückgegriffen. Das um Zollsätze erweiterte Welthandelsmodell GINFORS (Mönnig und Wolter, 2020b; Mönnig und Wolter, 2020c; Mönnig und Wolter, 2020d) wird zur Abschätzung der bilateralen Handelsströme zwischen Deutschland und den EU-Staaten und Drittländern eingesetzt. Das in der siebten Welle veröffentlichte Deutschlandmodell QINFORGE (Maier, Mönnig und Zika, 2021) wird verwendet, um die Effekte auf die deutsche Wirtschaft in seinen Wirtschaftsbereichen und nach ihren direkten, indirekten und induzierten Wirkungskanälen zu erfassen.

Mittels Anwendung der Szenario-Technik (Mönnig u. a., 2019), werden die ökonomischen Auswirkungen einer Welt mit und einer Welt ohne CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsmechanismus berechnet. Abbildung 9 fasst die angewendete Methodenvielfalt zusammen.

Abbildung 9 Methodenvielfalt im Überblick



Quelle: QuBe-Projekt, 7. Welle

Die Anwendung von zwei ökonomischen Modellen leitet sich von der Notwendigkeit der Darstellung der Komplexität ökonomischer Zusammenhänge ab. Gleichwohl die Vorteile internationaler Arbeitsteilung seit Ricardo (Ricardo, 1817) oft Teil der vorherrschenden Meinung sind, hat sich diese Sichtweise mittlerweile relativiert (Krugman, 1981; Krugman, 1985; Samuelson, 2004). Ausschlaggebend für die Auswirkung des internationalen Handels auf eine Volkswirtschaft ist daher der Nettoeffekt, der sich aus den durch den Handel ergebenden Änderungen bei den Exporten und Importen ergibt. So sind nicht nur die Möglichkeiten, die sich aus einer Änderung der Exportnachfrage ergeben, zu berücksichtigen, sondern auch der Verdrängungspotenziale einer Veränderung der Importnachfrage nachzugehen. Diese direkten Effekte, die sich aus einer Handelsliberalisierung ergeben, müssen durch die indirekten und induzierten Effekte ergänzt werden. Dies ist in einer stark exportorientierten Wirtschaft wie Deutschland, deren Hauptexportgüter über hohe indirekte Verflechtungen mit zuliefernden Industriezweigen und einem hohen Beschäftigungsniveau (Legler u. a., 2009) charakterisiert sind, nicht zu vernachlässigen. Auch ist das Zollaufkommen ein Teil der Importabgaben, somit Teil der Bestimmungsgröße des verfügbaren Einkommens des Staates und auch Mitbestimmungsgröße über den Staatskonsum. Diese direkten, indirekten und induzierten Effekte können durch die Anwendung von input-output-basierten, makroökonomischen Rechenmodellen erfasst und sichtbar gemacht werden (Eurostat, 2008).

GINFORS wie auch QINFORGE sind dynamische, gesamtwirtschaftliche Modelle, in denen die zeitliche Dimension explizit abgebildet ist. Zeitsensitive Betrachtungen sind bei der Analyse von Handelshemmnissen und ihrer sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Wirkung von besonderem Vorteil, da Anpassungsreaktionen der betroffenen Wirtschaftsbereiche bzw. Produktgruppen in die Betrachtung einbezogen und das komplexe Zusammenspiel der verschiedenen Akteure und

Wirtschaftsbereiche erfasst werden. Zudem kann die schrittweise Intensivierung der Öffnung der Märkte zeitgerechnet dargestellt werden.

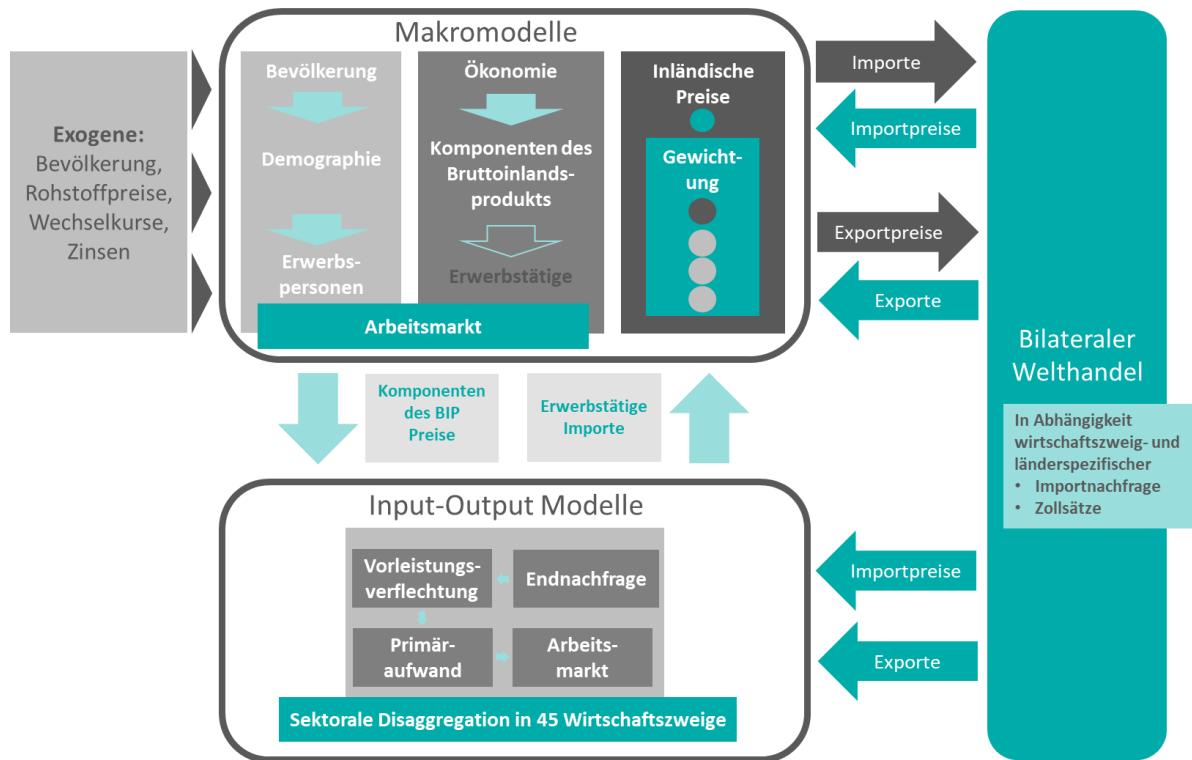
Die Modelle GINFORS und QINFORGE sind bereits in einer Vielzahl von Anwendungen getestet worden (Mönnig u. a., 2019; Mönnig u. a., 2021; Mönnig und Wolter, 2020b; Mönnig und Wolter, 2020c; Von dem Bach u. a., 2020). Sie werden zweijährlich im Rahmen des [www.QuBe-Projekt.de](http://www.QuBe-Projekt.de) und des [Fachkräftemonitorings für das BMAS](#) aktualisiert und unterliegen einem fortlaufenden Evaluierungsprozess, der sowohl die ökonometrischen Schätzungen als auch den Modellkontext betrifft. Neue Erkenntnisse und aktuelle Entwicklungen werden fortlaufend eingearbeitet.

## A4 Das Welthandelsmodell GINFORS

GINFORS beschreibt den bilateralen Handel zwischen 154 Ländern und einer Region (Rest of World). Für 96 Länder davon bestehen makroökonomische Ländermodelle, in denen die wichtigsten ökonomischen Treiber (private Nachfrage, Investitionsnachfrage, Staatsnachfrage, Außenhandel) mit ihren Preisen sowie der Arbeitsmarkt auf aggregierter Ebene dargestellt werden. Für jedes dieser Ländermodelle werden rund 30 makroökonomische Aggregate verwendet. Dazu zählen u. a. das BIP und seine Komponenten in konstanten und jeweiligen Preisen sowie der dazugehörige Preisindex, die Bevölkerung und vier wesentliche Kenngrößen des Arbeitsmarktes (Erwerbspersonen, Erwerbstätige, Arbeitslose und Löhne). Ferner werden die Modelle um die demografische Projektion der UN ergänzt. Die Ökonomien von 64 Ländern, darunter Deutschland, die EU27-Länder, und die wichtigsten Volkswirtschaften weltweit sind darüber hinaus mit tiefer gegliederten Input-Output-Modellen modelliert, die die wirtschaftliche Struktur und Verflechtungen von 45 Wirtschaftssektoren abbilden. Für diese 64 Länder ergeben sich zusätzlich zu den makroökonomischen Aggregaten auch direkte, indirekte und induzierte wirtschaftszweigspezifische Ergebnisse. Im Falle des vorliegenden CBAM-Szenarios erlaubt diese Modellierung die gezielte Anpassung der Produktionspreis- und Importpreisaufschläge in den jeweils durch den CBAM betroffenen Sektoren. Import- und Produktionspreise treiben dann wiederum den wirtschaftszweigspezifischen Exportpreis, der sich wiederum auf den bilateralen Welthandel auswirkt. Zwischen den 96 Ländermodellen und dem Welthandel besteht eine gegenseitige Abhängigkeit: Die Ländermodelle „produzieren“ Importbedarfe und Exportpreise, die als exogene Variablen in die Welthandelsmodellierung einfließen. Gleichzeitig „produziert“ die Welthandelsmodellierung Importpreise und Exporte, die als bestimmende Größen in die Ländermodelle einfließen.

GINFORS beruht im Wesentlichen auf den Daten der OECD. Diese werden, wenn nötig, mit Daten von EUROSTAT, UN und des Internationalen Währungsfonds (IWF) ergänzt. Für die Darstellung des bilateralen Handels zwischen den 155 Ländern/-Regionen wird auf die bilateralen Handelsmatrizen der OECD zurückgegriffen. Die Güterstruktur wird dabei explizit berücksichtigt: Insgesamt 33 handelbare Gütergruppen (ISIC Rev. 4) werden getrennt betrachtet.

Abbildung 10 Überblick



Quelle: QuBe-Projekt, 7. Welle



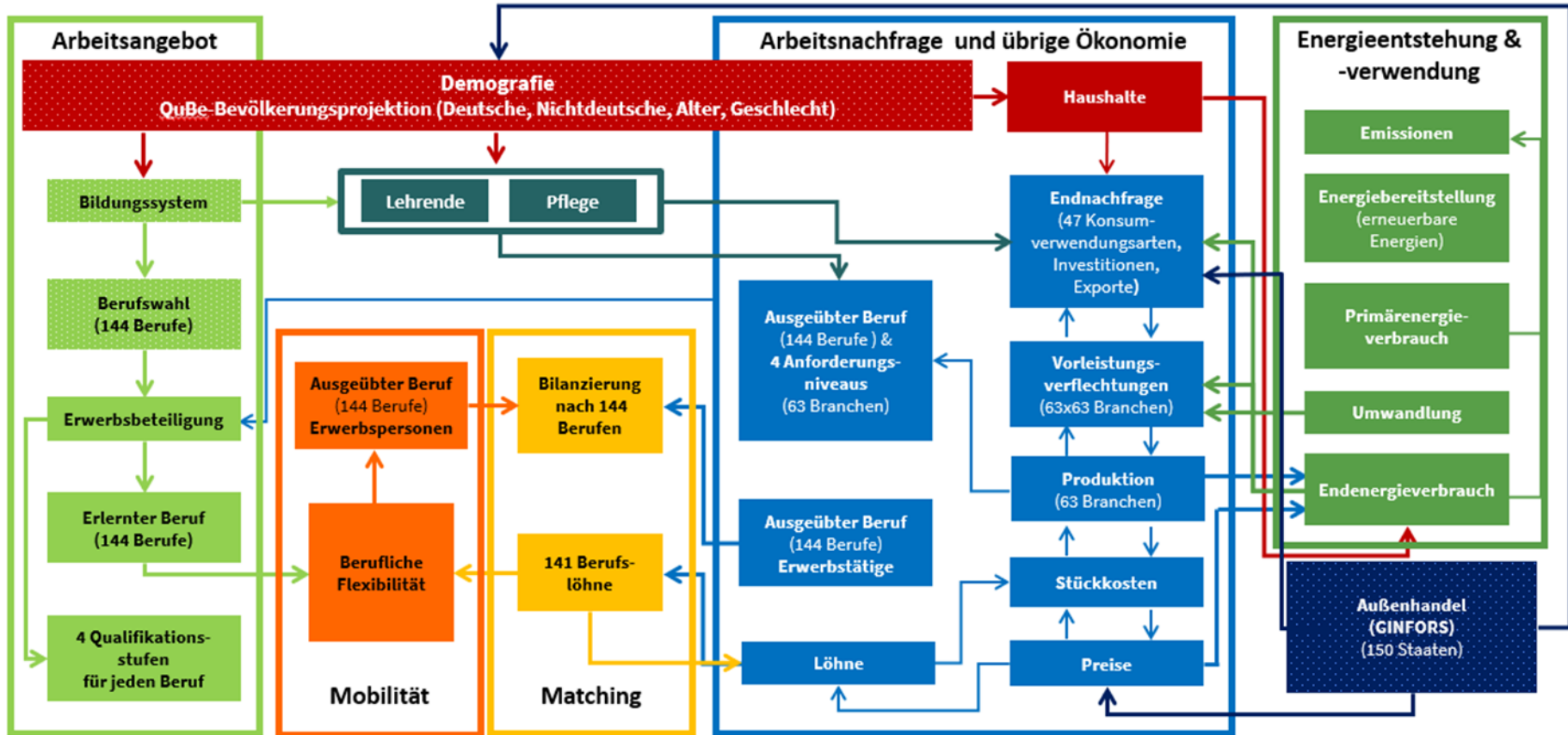
## A5 Das Deutschlandmodell QINFORGE

Das QuBe-Projekt ([www.QuBe-Projekt.de](http://www.QuBe-Projekt.de)) wird seit 2007 unter der gemeinsamen Leitung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) durchgeführt. Die in Wellen (aktuell 7. Welle) veröffentlichten BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen werden mit dem gesamtwirtschaftlichen Modell QINFORGE im zweijährigen Rhythmus aktualisiert. Das eingesetzte Modell basiert auf dem ökonomischen Modell INFORGE der GWS.

QINFORGE nutzt einen abgestimmten Datensatz, der unter anderem auf den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes (detaillierte Inlandsproduktberechnung und Input-Output-Rechnung), dem Mikrozensus als amtliche Repräsentativstatistik des Statistischen Bundesamtes, dem Bevölkerungsstand und den Energiebilanzen beruht. Die Registerdaten der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Bundesagentur für Arbeit (BA) liefern zusätzliche Informationen zu den Erwerbstätigen nach Branchen und Berufen und den entsprechend gezahlten Löhnen.

Die Modellentwicklung ist ein fortlaufender Prozess. Aktuell (7. Welle) besteht die Modellierung aus sechs Blöcken (Abbildung 11). Die Projektion der Bevölkerung bis 2050 beruht auf dem Modell des IAB, das insbesondere die Wanderungen nach Zu- und Abwanderungen sowie nach Staatsangehörigkeiten (deutsch, nicht-deutsch) erfasst (**Dunkelrot**). Das Bildungssystem (**Hellgrün**), das vom BIBB erstellt wird, bestimmt auf Basis der Bevölkerungsprojektion den Output des Bildungssystems nach erlernten Berufen und berücksichtigt auch die Erwerbsneigung. Hinzu kommt das Außenhandelsmodell GINFORS der GWS (**Dunkelblau**), das die Importpreise und die Exportnachfrage Deutschlands nach Gütergruppen projiziert. Während die genannten Module des Modellsystems exogene sind, sind die übrigen Module endogen miteinander verknüpft. Der ökonomische Teil des Modells (**Blau**) beinhaltet das Modell INFORGE, das unter Berücksichtigung der Verflechtung der Branchen untereinander, die Entwicklung der Arbeitsplätze und der Wertschöpfung nach Branchen projiziert. Dabei sind sowohl Mengen- als auch Preismechanismen abgebildet. Zwischen dem ökonomischen Teil und dem Bildungssystem ist die sogenannte Flexibilität (**Orange & Gelb**). Sie verknüpft die erlernten Berufe aus dem Bildungssystem mit den ausgeübten Berufen aus der ökonomischen Projektion. Die Verknüpfung des Arbeitskräfteangebots nach einem erlernten Beruf mit dem berufsspezifischen Arbeitskräftebedarf durch die Verwendung beruflicher Flexibilitätsmatrizen ist ein Alleinstellungsmerkmal des QuBe-Projektes. Hierdurch kann eine fachliche Bilanzierung des Arbeitsmarkts durch den Vergleich von Erwerbspersonen und Erwerbstätigen nach Berufsgruppen erfolgen. In der letzten Modellerweiterung ist die Energieverwendung und Entstehung (**Dunkelgrün**) hinzugekommen, die auf den Energiebilanzen der AG Energiebilanz beruht. Das Energiemodul erlaubt Aussagen über die Art und Menge der erzeugten Energien und verknüpft diese mit der ökonomischen Entwicklung und den resultierenden Strukturveränderungen z.B. in der Energiewirtschaft. Eine ausführliche Modellbeschreibung findet sich bei Zika u. a. (2023a) sowie weitere Informationen unter [www.qube-projekt.de](http://www.qube-projekt.de) und Ergebnisse unter [www.qube-data.de](http://www.qube-data.de).

Abbildung 11 Modellstruktur des Modellinstrumentariums des QuBe-Projekts – ohne Regionalisierung



Quelle: Zika u. a. (2023a)

A6 CO<sub>2</sub>-Preis Länderliste

ISO3	Land	Region/Geltungsbereich	Ø CO <sub>2</sub> -Preis* (2022) [US-Dollar]
CAN	Kanada	Nova Scotia	26,64
		Québec	28,08
		<b>Durchschnitt aller Regionen</b>	<b>27,36</b>
CHN	China	Beijing	17,44
		Chongqing	4,26
		Fujian	3,37
		Guangdong	11,35
		Hubei	6,43
		Shanghai	5,9
		Shenzhen	6,45
		Tianjin	5,1
		<b>Durchschnitt aller Regionen</b>	<b>7,5375</b>
JPN	Japan	Saitama	1,06
		Tokyo	4,94
		<b>Durchschnitt aller Regionen</b>	<b>3,0</b>
KAZ	Kasachstan		1,22
KOR	Korea		17,99
MNE	Montenegro		24
NZL	Neuseeland		48,11
GBR	Vereinigtes Königreich		92,96
USA	Vereinigte Staaten von Amerika	California	28,08
		Washington	48,5
		<b>Durchschnitt aller Regionen</b>	<b>38,3</b>

Quelle: Deutsche Emissionshandelsstelle (2023); International Carbon Action Partnership (2023)

\* Hinweis: Handelspreise unterscheiden sich teilweise deutlich zwischen Erstauktion und dem Handel auf Zweitmärkten. Hier wurden, sofern verfügbar, die durchschnittlichen Auktionspreise verwendet.

\*\* Erster Auktionspreis im Feb. 2023

\*\*\* festgelegter Mindestpreis. Exakte Auktionspreise nicht bekannt.

**A7** Vorgesehene Reduktion der frei zugeteilten ETS-Zertifikate

Jahr	Reduktionsrate in Prozent
2026	2,5
2027	5
2028	10
2029	22,5
2030	48,5
2031	61
2032	73,5
2033	86
2034	100

Quelle: Europäisches Parlament (2022)

## A8 Anteil freier ETS-Zertifikate an Gesamtemissionen

Jahr 2022		Klassifizierung Industrieanlage					
		24 Herstellung von Roheisen und Stahl	25 Herstellung oder Verarbeitung von Eisenmetallen	26 Herstellung von Primäraluminium	27 Herstellung von Sekundäraluminium	29 Herstellung von Zementklinker	43 Herstellung von Wasserstoff und synthetischem Gas
		[t CO <sub>2</sub> -eq]					
frei zugeteilte ETS-Zertifikate (free allowances)	EU27	131.796.276	6.025.925	3.760.523	865.466	95.883.948	5.392.912
	Island	-	383.445	1.264.422	-	-	-
	Norwegen	70.728	1.804.419	2.092.013	-	950.266	-
	EU29	131.867.004	8.213.789	7.116.958	865.466	96.834.214	5.392.912
erworbene / abgegebene ETS-Zertifikate	EU27	4.608.925	1.085.635	312.289	295.443	23.807.662	695.564
	Island	-	-	534.178	-	-	-
	Norwegen	-	-	1.875.067	9	-	-
	EU29	4.608.925	1.085.635	2.721.534	295.452	23.807.662	695.564
im ETS gesamt erfasste Emissionen Gesamtemissionen	EU29	136.475.929	9.299.424	9.838.492	1.160.918	120.641.876	6.088.476
Anteil freier ETS-Zertifikate an Gesamtemissionen	EU29	97%	88%	72%	75%	80%	89%

Hinweis: EU29 enthält alle Staaten der EU sowie Norwegen und Island. Damit umfassen die EU29 alle EU-ETS-teilnehmenden Länder bis auf Liechtenstein.

Quelle: (Umweltagentur, 2023)

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales kostenlos herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Europa-, Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Außerdem ist diese kostenlose Publikation - gleichgültig wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist - nicht zum Weiterverkauf bestimmt.

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.