

Christen, Elisabeth; Meinhart, Bettina; Sinabell, Franz; Streicher, Gerhard

Research Report

Transportkostenwahrheit im internationalen Handel

FIW-Research Reports, No. 2021-03

Provided in Cooperation with:

FIW - Research Centre International Economics, Vienna

Suggested Citation: Christen, Elisabeth; Meinhart, Bettina; Sinabell, Franz; Streicher, Gerhard (2021) : Transportkostenwahrheit im internationalen Handel, FIW-Research Reports, No. 2021-03, FIW - Research Centre International Economics, Vienna

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/243230>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

FIW-Research Reports

Juli 2021, N° 03

Report

Transportkostenwahrheit im internationalen Handel

Authors: Elisabeth Christen, Bettina Meinhart,
Franz Sinabell, Gerhard Streicher (WIFO)
Research Assistance: Irene Langer

Mit dem Warentransport sind zahlreiche negative externe Effekte verbunden. Aufgrund eines Marktversagens werden zu viele Güter über weite Strecken transportiert. Maßnahmen zur Internalisierung, wie die Einführung von Auflagen, Verboten sowie Steuern, Abgaben und handelbaren Zertifikaten, zielen darauf ab, die externen Kosten zu berücksichtigen. In einigen Bereichen werden solche Eingriffe jedoch unterlassen. Eine umfassende Literaturrecherche zeigt, dass die mit dem Warentransport verbundenen externen Kosten nur teilweise internalisiert und somit preiswirksam sind. Mittels eines quantitativen Modells wird in einer Szenarioanalyse untersucht, wie sich eine Internalisierung der externen Kosten von Handelsaktivitäten in Form eines Preisaufschlags auswirken würde. Wie die Ergebnisse zeigen, könnte die Umsetzung von Transportkostenwahrheit im Extra-EU-Handel mit einer leichten Steigerung des realen Bruttoinlandsproduktes und der Beschäftigung in der EU einhergehen, sofern die Einnahmen dieser Handelsaufschläge wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden. Die Analyse benennt Handlungsoptionen zur Herstellung von Transportkostenwahrheit im internationalen Handel.

Commissioned by:

 Federal Ministry
Republic of Austria
Digital and
Economic Affairs

Austrian Institute of Economic Research
Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung



Transportkostenwahrheit im internationalen Handel

**Elisabeth Christen, Bettina Meinhart,
Franz Sinabell, Gerhard Streicher**

Wissenschaftliche Assistenz: Irene Langer

Juni 2021

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Transportkostenwahrheit im internationalen Handel

Elisabeth Christen, Bettina Meinhart, Franz Sinabell,
Gerhard Streicher

Juni 2021

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Im Auftrag des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort

Begutachtung: Yvonne Wolfmayr

Wissenschaftliche Assistenz: Irene Langer

Mit dem Warentransport sind zahlreiche negative externe Effekte verbunden. Aufgrund eines Marktversagens werden zu viele Güter über weite Strecken transportiert. Maßnahmen zur Internalisierung, wie die Einführung von Auflagen, Verboten sowie Steuern, Abgaben und handelbaren Zertifikaten, zielen darauf ab, die externen Kosten zu berücksichtigen. In einigen Bereichen werden solche Eingriffe jedoch unterlassen. Eine umfassende Literaturrecherche zeigt, dass die mit dem Warentransport verbundenen externen Kosten nur teilweise internalisiert und somit preiswirksam sind. Mittels eines quantitativen Modells wird in einer Szenarioanalyse untersucht, wie sich eine Internalisierung der externen Kosten von Handelsaktivitäten in Form eines Preisaufschlags auswirken würde. Wie die Ergebnisse zeigen, könnte die Umsetzung von Transportkostenwahrheit im Extra-EU-Handel mit einer leichten Steigerung des realen Bruttoinlandsproduktes und der Beschäftigung in der EU einhergehen, sofern die Einnahmen dieser Handelsaufschläge wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden. Die Analyse benennt Handlungsoptionen zur Herstellung von Transportkostenwahrheit im internationalen Handel.

2021/3/SF/WIFO-Projektnummer: 8320

© 2021 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung,
1030 Wien, Arsenal, Objekt 20 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 • <https://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Kostenloser Download: <https://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/67045>

Transportkostenwahrheit im internationalen Handel

Elisabeth Christen, Bettina Meinhart, Gerhard Streicher, Franz Sinabell

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Übersichten	III
Verzeichnis der Abbildungen	V
Executive Summary	1
Executive Summary (englisch)	6
1. Einleitung	10
2. Externe Kosten im internationalen Warentransport: Abgrenzung und Bewertungsansätze	13
2.1 Das Konzept externer Kosten	13
2.2 Externe Kosten des Verkehrs	14
2.2.1 Unfallkosten	15
2.2.2 Kosten der Luftverschmutzung	17
2.2.3 Kosten des Klimawandels	18
2.2.4 Lärmkosten	19
2.2.5 Kosten in vor- und nachgelagerten Prozessen	21
2.2.6 Kosten der Beeinflussung von Natur und Landschaft und Trennwirkungen	23
2.2.7 Stauzeitverlustkosten	24
2.2.8 Weitere Kostenfaktoren	25
3. Befunde zu externen Kosten im internationalen Warentransport: Umfang und Höhe der Kosten nach Verkehrsträger	28
3.1 Untersuchte Studien und Methodik	29
3.2 Ausmaß der externen Kosten des Güterverkehrs	31
3.3 Externe Kosten des Straßenverkehrs	33
3.4 Externe Kosten des Schienenverkehrs	35
3.5 Externe Kosten des Schiffverkehrs	38
3.6 Externe Kosten des Luftverkehrs	40
4. Internalisierung externer Effekte: Maßnahmen und Umfang der Internalisierung	43
4.1 Implementierte Internalisierungsmaßnahmen in der EU	44
4.2 Kostendeckungsgrad der Transportarten	48
4.3 Umweltkontraproduktive Fördermaßnahmen in Österreich	53
5. Handlungsoptionen zur Herstellung von Transportkostenwahrheit	55
5.1 Die rezenten Klimaschutzziele der EU	55
5.2 CO ₂ -Grenzausgleichsmaßnahmen	56
5.2.1 Die möglichen Mechanismen und Gestaltungsoptionen im Überblick	56
5.2.2 Die rechtliche Ausgestaltung im Hinblick auf WTO-Konformität	60

5.3	Einblick in die weltweite CO ₂ -Bepreisung	63
5.4	Klimapolitik und Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs	65
6.	Internationaler Warenhandel Österreichs und Transportkostenwahrheit	67
6.1	Der internationale Warenverkehr Österreichs nach Verkehrsträgern	67
6.1.1	Transportarten im Intra-EU-Handel	69
6.1.2	Transportarten im Extra-EU-Handel	75
6.2	Gesamtwirtschaftliche Effekte der Internalisierung externer Effekte im internationalen Warenverkehr	85
6.2.1	Datengrundlage und Bestimmung der Transportkostenaufschläge	85
6.2.2	Der Effekt von Transportkostenwahrheit im Extra-EU-Handel	86
6.2.3	Ein Alleingang Österreichs?	92
7.	Schlussfolgerungen	96
8.	Anhang: ADAGIO-Modellbeschreibung	99
9.	Literaturhinweise	101

Verzeichnis der Übersichten

Übersicht 2.1: Überblick und Zusammenhänge der europäischen Studien zu den externen Kosten des Transports	15
Übersicht 2.2: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Unfallkosten in den drei Hauptstudien	16
Übersicht 2.3: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Kosten der Luftverschmutzung in den drei Hauptstudien	17
Übersicht 2.4: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Kosten des Klimawandels in den drei Hauptstudien	19
Übersicht 2.5: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Lärmkosten in den drei Hauptstudien	20
Übersicht 2.6: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Kosten in vor- und nachgelagerten Prozessen in den drei Hauptstudien	22
Übersicht 2.7: Abgrenzung und Bewertung der Kosten der Beeinflussung von Natur und Landschaft in den drei Hauptstudien	24
Übersicht 2.8: Die wichtigsten Kostentreiber und ermittelten Kostenfaktoren für Berggebiete	27
Übersicht 3.1: Überblick von bedeutenden Studien	30
Übersicht 3.2: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Straßenverkehrs für Österreich	34
Übersicht 3.3: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Straßenverkehrs für die Schweiz	34
Übersicht 3.4: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Straßenverkehrs für Deutschland	35
Übersicht 3.5: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Schienenverkehrs für Österreich	36
Übersicht 3.6: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Schienenverkehrs für die Schweiz	36
Übersicht 3.7: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Schienenverkehrs für Deutschland	36
Übersicht 3.8: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten der Binnenschifffahrt für Österreich	38
Übersicht 3.9: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten der Binnenschifffahrt für die Schweiz	39
Übersicht 3.10: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten der Binnenschifffahrt für Deutschland	39
Übersicht 3.11: Durchschnittskosten des Seeverkehrs je Kostenkategorie für die EU 28	40
Übersicht 4.1: Überblick über Internalisierungsmaßnahmen nach Verkehrsträgern und Verwaltungsebene	47
Übersicht 5.1: Kernelemente und Kurzeinschätzung der diskutierten Grenzausgleichsmaßnahmen	58
Übersicht 6.1: Struktur und Entwicklung des Warenaußenhandels nach Verkehrsträgern im Intra-EU-Raum	69
Übersicht 6.2: Struktur und Entwicklung des Warenaußenhandels nach Verkehrsträgern im Extra-EU-Raum	75
Übersicht 6.3: Deskriptive Statistik der Transportkostenaufschläge im Extra-EU-Warenhandel nach Art des Transports	86

Übersicht 6.4: Langfristige Reaktionen von BIP, Beschäftigung und Konsumentenpreisindex auf die Internalisierung der externen Transportkosten, EU 28	88
Übersicht 6.5: Langfristige Effekte auf das reale BIP in den EU-28-Ländern	90
Übersicht 6.6: Langfristige Wirkungen der Maßnahmen auf den realen Produktionswert nach Branchengruppen, EU 28	91
Übersicht 6.7: Langfristige Wirkungen der Maßnahmen auf die Beschäftigungsverhältnisse (selbst- und unselbstständig) nach Branchengruppen, EU 28	92
Übersicht 6.8: Langfristige Reaktionen von BIP, Beschäftigung und Konsumentenpreisindex auf die Internalisierung der externen Transportkosten, Österreich	93
Übersicht 6.9: Wirkungen der Maßnahmen auf den realen Produktionswert nach Branchengruppen, Österreich	93
Übersicht 6.10: Wirkungen der Maßnahmen auf die Beschäftigungsverhältnisse (selbst- und unselbstständig) nach Branchengruppen, Österreich	94

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 3.1: Anteil der Verkehrsträger an den gesamten externen Kosten für die EU 28	31
Abbildung 3.2: Externe Durchschnittskosten (€/1.000 tkm) je Verkehrsträger für die EU 28	32
Abbildung 3.3: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten der Straße für die EU 28	33
Abbildung 3.4: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten der Schiene für die EU 28	35
Abbildung 3.5: Vergleich der Durchschnittskosten (€/1.000 tkm) von Schiene-Diesel und Schiene-Elektrisch für Deutschland)	37
Abbildung 3.6: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten der Binnenschifffahrt für die EU 28	38
Abbildung 3.7: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten der Seeschifffahrt für die EU 28	39
Abbildung 3.8: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten des Luftverkehrs für die EU 28	41
Abbildung 3.9: Anteil der Kosten des Klimawandels an den Gesamtkosten je Verkehrsträger für die EU 28	42
Abbildung 4.1: Vergleich der durchschnittlichen externe Kosten und Einnahmen und Kostendeckungsgrade im Straßengüterverkehr	50
Abbildung 4.2: Vergleich der durchschnittlichen externe Kosten und Einnahmen und Kostendeckungsgrade im Schienengüterverkehr	51
Abbildung 4.3: Vergleich der durchschnittlichen externe Kosten und Einnahmen und Kostendeckungsgrade im Binnenschifffahrtsgüterverkehr	52
Abbildung 5.1: Überblick über die weltweite CO ₂ -Bepreisung	64
Abbildung 6.1: Bedeutung der Top-5-Handelspartner im österreichischen Warenaußenhandel nach Transportart im Intra-EU-Raum	71
Abbildung 6.2: Bedeutung der Top-5-Warengruppen im österreichischen Warenaußenhandel nach Transportart im Intra-EU-Raum	73
Abbildung 6.3: Bedeutung der Top-5-Handelspartner im österreichischen Warenaußenhandel nach Transportart im Extra-EU-Raum	77
Abbildung 6.4: Bedeutung der Transportarten nach Kontinenten im Extra-EU-Raum	80
Abbildung 6.5: Bedeutung der Top-5-Warengruppen im österreichischen Warenaußenhandel nach Transportart im Extra-EU-Raum	83
Abbildung 8.1: Modellstruktur ADAGIO	100

Executive Summary

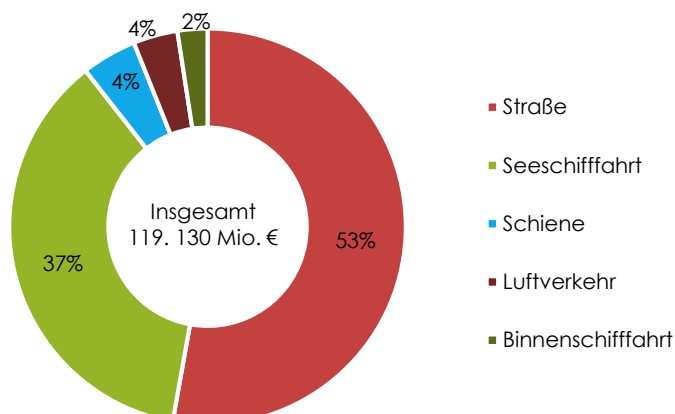
Der Austausch von Waren und Dienstleistungen sowie die Mobilität von Personen bilden eine Grundvoraussetzung für das Funktionieren einer Marktwirtschaft. Gleichzeitig ist die oftmals damit im Zusammenhang stehende Transportaktivität mit erheblichen Belastungen und unerwünschten Folgen für die Gesellschaft und die Umwelt verbunden. Die damit einhergehenden Kosten werden derzeit nur teilweise in den Transportpreisen berücksichtigt. Bereits die Bereitstellung der nötigen Verkehrsinfrastruktur beansprucht und zerschneidet Ökosysteme und ist mit negativen Folgen für Lebensräume verbunden. Je nach Art des Transports kommen technologisch bedingte weitere Effekte dazu, etwa der Ausstoß von krankheitsverursachenden Luftschadstoffen, die Emission von Gasen mit Schädigung auf die Atmosphäre, Lärmemissionen sowie Unfälle, bei denen Menschen, Tiere oder Ökosysteme geschädigt oder vernichtet werden.

Negative externe Kosten dieser Art sind ein Marktversagen, da die tatsächlichen Transportkosten nicht (vollständig) preiswirksam sind. Folglich führt ein mangelhaftes Durchsetzen der Kostenwahrheit zu verzerrten Produktions- und Konsumentscheidungen. Diese gesamtwirtschaftlichen Nutzenverluste in Folge einer ineffizienten Ressourcenallokation implizieren auch Wettbewerbsverzerrungen, da durch die mangelnde Internalisierung international gehandelte Waren de facto auf Kosten der globalen Gesellschaft subventioniert werden. Dies kann zu einem Wettbewerbsvorteil gegenüber einer lokalen bzw. regionalen Produktion führen. Wegen der fehlenden Internalisierung werden zu viele Waren über zu weite Strecken transportiert. Andererseits adressiert das mangelhafte Durchsetzen der Kostenwahrheit eine der Kernfragen der Transformation des Wirtschaftssystems in Richtung Klimaneutralität und Nachhaltigkeit.

Der Großteil der externen Kosten des Verkehrs in der EU 28 ist dem Personentransport geschuldet, rund 18% der Gesamtkosten sind auf den Güterverkehr zurückzuführen. Eine Vielzahl an Studien setzt sich zum Ziel, die externen Kosten des Verkehrs, meist getrennt nach Personen- und Güterverkehr und Verkehrsmitteln, zu erfassen und anhand geeigneter methodischer Ansätze zu quantifizieren. Wie diese Studie darlegt, beliefen sich die externen Kosten des Verkehrs in den EU-28-Ländern im Jahr 2016 auf rund 647,0 Mrd. €, wovon 527,9 Mrd. €, in etwa 82%, auf den Personentransport und 119,1 Mrd. €, ungefähr 18%, auf den Warentransport zurückzuführen sind. Die Bezugnahme dieser externen Kosten auf den internationalen Warenverkehr fehlt jedoch in der Literatur. Das Schließen dieser Lücke ist Gegenstand der vorliegenden Studie.

Auf Basis einer umfassenden Literaturrecherche und einer darauf aufbauenden Datenanalyse bietet diese Studie einen Überblick zum Stand der vorwiegend ökonomischen Diskussion über externe Kosten im Güterverkehr sowie Anhaltspunkte zur Quantifizierung und zum Umfang der externen Kosten, die zum Teil auch internalisiert sind. Eine detaillierte Unterscheidung der externen Kosten nach Art der Externalität (Luftverschmutzung, Klimawandel, Lärm, Unfälle, Naturverbrauch, vor- und nachgelagerte Prozesse) sowie Art des Verkehrs (Güterverkehr auf der Straße, Schiene bzw. Binnenschifffahrt, Luft- bzw. Seefracht) ist dabei essentiell.

Anteil der Verkehrsträger an den gesamten externen Kosten für die EU 28



Anmerkung: Externe Kosten der Straße beziehen sich auf Lkw > 3,5 t.
Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von van Essen et al. (2019A) für das Jahr 2016.

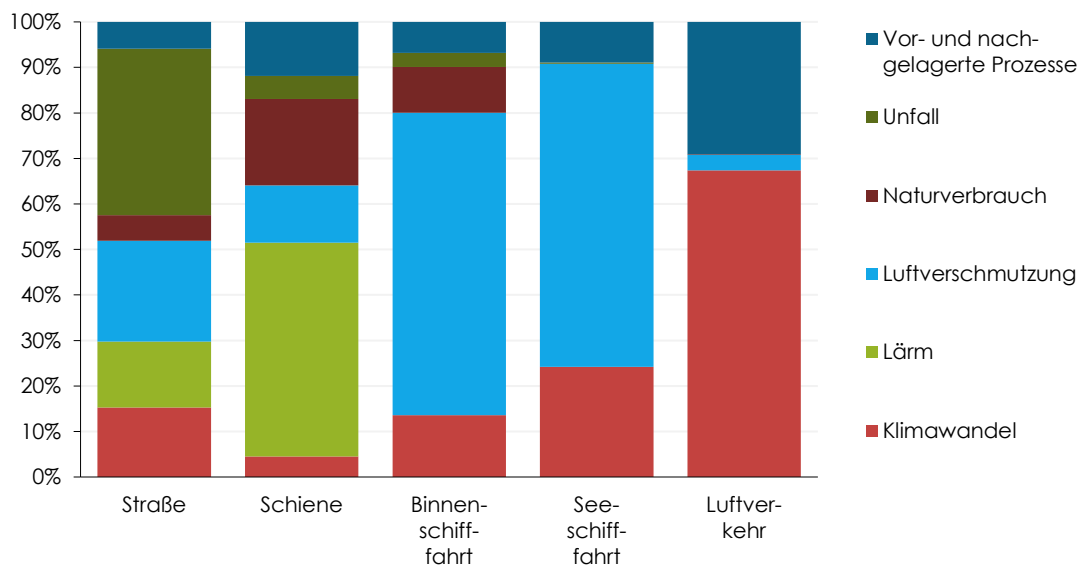
Mehr als 50% der externen Gütertransportkosten in der EU 28 sind dem Straßenverkehr geschuldet, knapp 40% bedingt der Seefrachtverkehr. Der Vergleich der quantifizierten externen Kosten im Güterverkehr verdeutlicht, dass dem Straßenverkehr mit einem Anteil von 53% (62.924 Mio. €) an den gesamten externen Kosten des Gütertransports in den EU-28-Ländern die höchste Bedeutung zukommt, während der Seefrachtverkehr für rund 37% der Gesamtkosten verantwortlich ist. Einen merklich geringeren Stellenwert nehmen der Eisenbahn- sowie der Luftfrachtverkehr und der Gütertransport über die Binnenschifffahrt ein, wobei bei diesem direkten Vergleich der externen Gesamtkosten wichtig zu beachten ist, dass sich das Transportaufkommen der einzelnen Verkehrsträger stark unterscheidet.

Der Straßengüterverkehr weist die höchsten externen Durchschnittskosten auf, im Eisenbahngüterverkehr und Seeverkehr sind diese deutlich niedriger. Unter Berücksichtigung der Transportleistung (in tkm gemessen) weist der Straßengüterverkehr mit 34 €/1.000 tkm die höchsten externen Durchschnittskosten auf. Weitaus niedriger sind die Kosten des Eisenbahngüterverkehrs mit 13 €/1.000 tkm, wohingegen beim Seeverkehr mit 7 €/1.000 tkm die durchschnittlichen externen Kosten am geringsten sind.

Die Relevanz einzelner externer Kostenkategorien variiert beträchtlich über die Art des Transportmittels. Entscheidende Unterschiede zwischen den Transportarten zeigen sich auch in der Aufteilung der Gesamtkosten nach Art der Externalität. So dominieren im Straßenverkehr die externen Kosten für Unfälle und Luftverschmutzung, während im Seefrachtverkehr zwei Drittel der externen Gesamtkosten auf den Bereich Luftverschmutzung, gefolgt von den Kosten des Klimawandels mit 24%, entfallen. Die externen Kosten des Klimawandels sind mit einem Anteil von rund 67% besonders beim Luftfrachtverkehr relevant und um ein Vielfaches höher als bei den anderen Verkehrsträgern.

Wie die vorliegende Studie aufzeigt, variieren die negativen Umweltauswirkungen über diese Dimensionen deutlich und die konkrete Ursache muss bekannt sein, um angemessene Instrumente zur Internalisierung zu implementieren.

Anteil der Kostenkategorien je Verkehrsträger an den gesamten externen Kosten für die EU 28



Anmerkung: Externe Kosten der Straße beziehen sich auf Lkw > 3,5 t. Seeschiffsverkehr bezieht sich hier auf 35 ausgewählte Häfen in der EU. Luftverkehr bezieht sich hier auf 33 internationale Flughäfen.

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von van Essen *et al.* (2019A) für das Jahr 2016.

Die externen Kosten des Güterverkehrs in der EU 28 sind nur teilweise preiswirksam. Innerhalb der EU gibt es eine Vielzahl an Internalisierungsmaßnahmen, wie beispielsweise die Mineralölsteuer oder Benutzungsentgelte für unterschiedliche Infrastrukturen (Straße, Schiene, Wasserstraße), die nach Verkehrsträger und Verwaltungsebene variieren, andererseits aber zum Teil auch von nationalen Steuerbefreiungen bzw. -begünstigungen profitieren. Denn trotz europäischer Initiativen sind die EU-Gesetzgebung und eine Harmonisierung im Hinblick auf die Internalisierung von externen Effekten im Verkehrssystem nicht evident und liegen, wie beispielweise die Besteuerung von Straßenfahrzeugen, vollständig in der Verantwortung der einzelnen Mitgliedstaaten. Wenngleich im Transportsystem der EU 370 Mrd. € an Steuern und Abgaben eingehoben werden, zeigt die vorliegende Studie anhand der Ermittlung des Kostendeckungsgrades je nach Transportart und Land, inwieweit diese Externalitäten durch Abgaben und Steuern nur teilweise internalisiert sind. So werden im europäischen Straßengüterverkehr durchschnittlich lediglich rund 45% der Kosten internalisiert, während in Österreich als Transitland mit höheren externen Kosten der Kostendeckungsgrad bei 36% liegt. Ebenso werden im Schienengüterverkehr der EU 28 nur rund 55% der externen Kosten internalisiert, in Österreich werden etwa 32% der Kosten preiswirksam, während in den baltischen Ländern sowie in Polen und Rumänien eine vollständige Internalisierung der externen Kosten erreicht wird.

Mangelhaftes Durchsetzen der Kostenwahrheit impliziert Wettbewerbsvorteile international gehandelter Waren gegenüber einer lokalen bzw. regionalen Produktion und adressiert zugleich eine der Kernfragen der Transformation des Wirtschaftssystems in Richtung Klimaneutralität und Nachhaltigkeit. Die Frage der Transportkostenwahrheit ist neben der volkswirtschaftlichen Begründung auch aus wirtschaftspolitischer Sicht von hoher Relevanz. Der internationale Warenaustausch spielt eine wichtige Rolle für die wirtschaftliche Entwicklung eines Wirtschaftsraumes

und wird maßgebend von der internationalen Wettbewerbsfähigkeit beeinflusst. Die Art der Umsetzung von Schritten zur Internalisierung ist daher in Bezug auf die volkswirtschaftlichen Auswirkungen nicht unerheblich.

Schritte zur Internalisierung externer Kosten, die nur von einem kleinen Land wie Österreich umgesetzt werden, wirken unmittelbar auf die heimische Wirtschaft, induzieren aber kaum Auswirkungen auf den internationalen Märkten. Dies gelingt erst, wenn Internalisierungsmaßnahmen in einem großen Wirtschaftsraum wie der EU umgesetzt werden. Ein umfangreicher Abschnitt der Studie setzt sich mit der Frage auseinander, wie eine Internalisierung bewerkstelligt werden kann, und welche Handlungsebene befugt ist, welche Maßnahmen zu setzen und inwiefern diese Regelungen ausgestaltet sein müssen, um internationales Handelsrecht nicht zu verletzen. Der Zweck der Internalisierung externer Kosten ist nicht Warenströme umzulenken, oder heimische Produzenten zu bevorzugen, sondern die Güter adäquat zu bepreisen, und den mit hohen sozialen Kosten verbundenen Konsum zu reduzieren. Anpassungen der Produktions- und Konsumententscheidungen gehen mit gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einher.

Eine EU-weite Internalisierung der externen Kosten im internationalen Warenhandel bringt neben umweltpolitischen auch ökonomische Impulse. Im Zuge einer quantitativen Modellanalyse mit einem multiregionalen Input-Output-Modell wurden zwei Varianten einer Internalisierung externer Kosten des Verkehrs untersucht. Dazu wurden die in der ökonomischen Literatur erfassten und nicht internalisierten Kosten auf die Preise der international gehandelten Güter aufgeschlagen. Im Szenario eines koordinierten Vorgehens der EU wirkt sich die Internalisierung externer Verkehrskosten im Extra-EU-Handel positiv auf das reale Bruttoinlandsprodukt und die Beschäftigung in der EU aus, sofern die Einnahmen dieser Handelsaufschläge wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden. Im Gegensatz dazu führt ein Alleingang Österreichs im Sinne einer unilateralen Berücksichtigung von Transportkostenwahrheit im Extra-EU-Handel zu deutlich moderateren Gesamteffekten als im Fall eines gemeinsamen Vorgehens.

Handlungsoptionen zur Herstellung von Transportkostenwahrheit erfordern europäische Initiativen, die durch nationale Maßnahmen ergänzt werden müssen. Die konkreten Ansatzpunkte und Handlungsoptionen zur Herstellung von Transportkostenwahrheit im internationalen Handel sind derzeit noch sehr beschränkt. Je nach Entscheidungsebene bieten sich verschiedene Optionen an:

Auf supranationaler Ebene zählt dazu etwa die Steuerbefreiung von Kerosin im internationalen Flugverkehr. Ein CO₂-Grenzausgleichsmechanismus stellt eine Möglichkeit dar, die mit dem internationalen Handel und folglich auch dem damit verbundenen Warentransport in Verbindung stehenden Kosten adäquat zu bepreisen. Internationale Umwelt- und Handelsabkommen sind derzeit nur in wenigen Fällen miteinander verschränkt, etwa beim Handel von Tierarten, die vom Aussterben bedroht sind, oder bei ozonerstörenden Chemikalien. In jüngst unterzeichneten oder derzeit in Verhandlung befindlichen Abkommen zur Handelserleichterung werden das Thema "Nachhaltigkeit" und die damit verbundene Kostenwahrheit auch im Hinblick auf die Umweltbelastung in die Verträge integriert. Die explizite Berücksichtigung der bisher vernachlässigten externen Kosten des Transports sollte ein weiterer Aspekt in zukünftigen Handelsabkommen sein, bzw. eine Ergänzung zu bestehenden Verträgen.

Im Wirkungsbereich innerhalb der EU wird maßgeblich durch den Green Deal eine rasche und in Etappenzielen angestrebte vollständige Internalisierung der externen Klimakosten im gesamten Verkehrssektor angestrebt. Auf EU-Ebene wird der dazu passende Handlungsrahmen definiert, innerhalb dessen die Nationalstaaten entsprechende Maßnahmen setzen. Da der Straßen- und Schienenverkehr Teil der Lastenteilung sind, fällt die Verantwortung zur Feinsteuerung vor allem den Nationalstaaten zu.

Auf der nationalen Ebene gibt es folglich mehrere Ansatzpunkte zur Internalisierung externer Kosten. Der Blick auf die österreichische Treibhausgasbilanz zeigt, dass die bisherigen Ansätze zur wirksamen Drosselung der verkehrsbedingten Emissionen wenig gefruchtet haben. Die Beseitigung der steuerlichen Bevorzugung von Dieselmotoren ist ein in der Literatur häufig genannter erster Schritt. Neben der höheren Belastung von Transportmodi, die mit externen Schäden verbunden sind, können klimafreundlichere noch stärker als bisher gefördert werden. Im Bereich des öffentlichen Beschaffungswesens gibt es ebenfalls Handlungsoptionen. Voraussetzung für die Funktionsweise ist allerdings ein zuverlässiges Zertifizierungssystem.

Private Labels sind eine weitere Möglichkeit, das Verhalten der Akteure (sowohl der Unternehmen als auch der Verbraucherinnen und Verbraucher) zu beeinflussen, und zwar nicht über die Preise, sondern über die zur Verfügung gestellte Information.

Executive Summary (english)

The exchange of goods and services as well as the mobility of people is a basic prerequisite for the functioning of a market economy. At the same time, the related transport activity in international trade is often associated with considerable burdens and undesirable consequences for the society and the environment. The associated costs are currently only partially reflected in transport prices. Already the provision of the necessary transport infrastructure requires and disrupts ecosystems and is associated with negative consequences for habitats. Depending on the type of transport there are also technologically induced effects, such as the emission of disease-causing air pollutants, the emission of gases that have a harmful effect on the atmosphere, noise emissions and accidents that damage people, animals, or ecosystems.

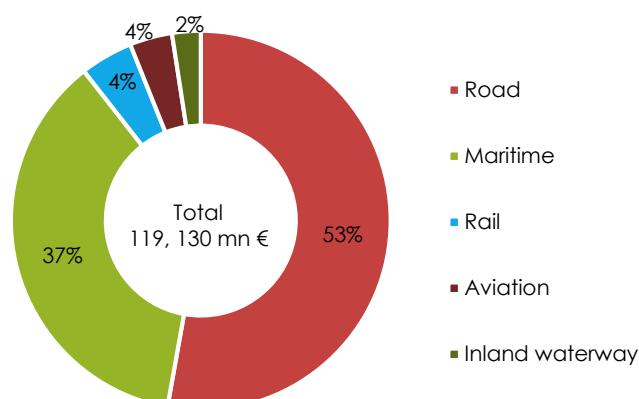
Negative external costs of this kind are a market failure, as the actual transport costs are not (fully) reflected in prices. Consequently, a lack of enforcement of true costs leads to wrong production and consumption decisions. These overall utility losses as a result of inefficient resource allocation also imply distortions of competition, since the lack of internalisation means that internationally traded goods are de facto subsidised at the expense of global society. This can lead to a competitive advantage over local or regional production. Due to the lack of internalisation, too many goods are transported over too long distances. On the other hand, the lack of implementation of true costs addresses one of the core issues of the transformation of the economic system towards climate neutrality and sustainability.

The majority of the external costs of transport in the EU-28 is due to passenger transport, while around 18% of the total costs are due to freight transport. Many studies aim to determine and quantify the external costs of transport, usually distinguishing between passenger and freight transport as well as modes of transport. As this study shows, the external costs of transport in the EU-28 countries amounted to about 647.0 billion € in 2016, of which passenger transport accounted for 527.9 billion €, or about 82%, and goods transport accounted for 119.1 billion €, or about 18%. However, the linkages of these external costs to international goods trade is missing in the literature. Closing this gap is the subject of the present study.

Based on a comprehensive literature review and data analysis, this study provides an overview of the state of the predominantly economic discussion on external costs in freight transport as well as indications for the quantification and scope of external costs, which are partly internalised. A detailed breakdown of external costs by type of externality (air pollution, climate change, noise, accidents, nature consumption, upstream and downstream processes) and mode of transport (road, rail, inland waterway freight transport, air and sea freight) is essential.

More than 50% of the total external costs in the EU-28 are due to road freight transport, while roughly 40% are due to sea freight transport. A comparison of these quantified external costs of freight transport shows that road transport is the most important mode with a share of 53% (62,924 million €) of the total external costs of freight transport in the EU-28 countries, while sea freight transport is responsible for about 37% of the total costs. Rail freight transport as well as air freight transport and freight transport via inland waterways have a noticeably lower significance, although it is important to note that in this direct comparison of total external costs transport volumes of the individual modes of transport differ substantially.

Modal share of total external costs for the EU-28



Note: External costs of road refer to trucks > 3.5 t.
Source: WIFO calculation based on data from van Essen et al. (2019A) for 2016.

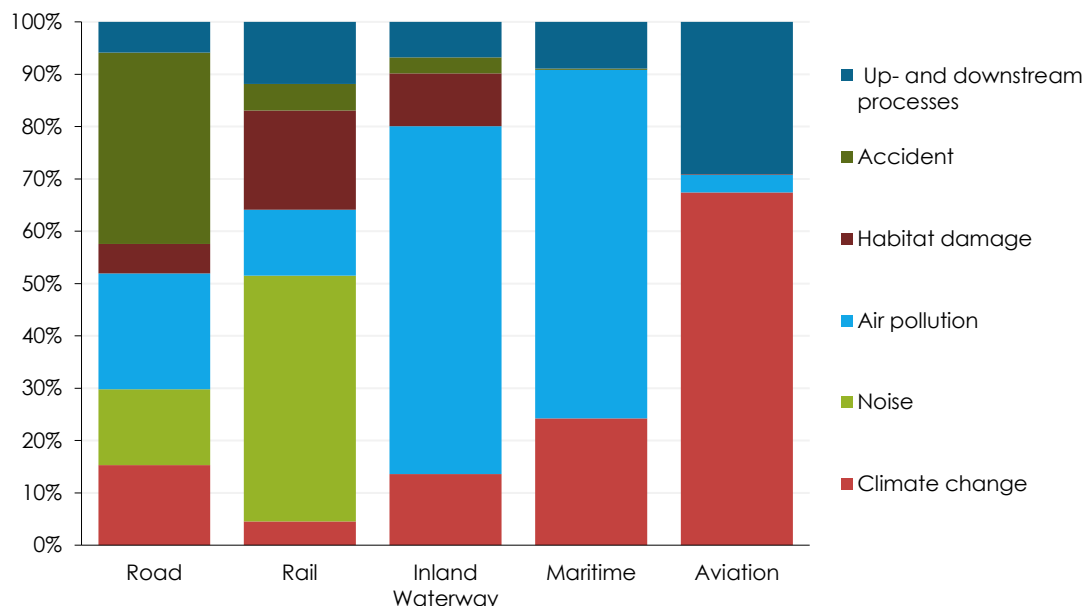
The highest average external costs are related to road freight transport, while rail freight transport and maritime transport show significantly lower costs. Taking into account the transport performance (measured in tkm) road freight transport reveals the highest average external costs at 34 €/1,000 tkm. The average external costs of rail freight transport are much lower at 13 €/1,000 tkm and are lowest for maritime transport at 7 €/1,000 tkm.

The relevance of individual external cost categories varies considerably across the type of transport mode. Crucial differences between the modes of transport are also evident in the breakdown of total costs by type of externalities. For example, road transport is dominated by external costs of accidents and air pollution, while in maritime freight transport two thirds of the total external costs result from air pollution, followed by the costs of climate change with 24%. More than two thirds of total costs of air freight arise from climate change and this is many times higher than for other modes of transport. As this study shows, the negative environmental impacts vary significantly across these dimensions and the specific cause must be known in order to implement appropriate instruments for internalisation.

The external costs of freight transport in the EU-28 are only partially price effective. Within the EU, there is a variety of internalisation measures, such as mineral oil taxes or user charges for different infrastructures (road, rail, waterway), which varies by mode and administrative level and partly also benefit from national tax exemptions or tax concessions. Despite European initiatives, EU legislation and harmonization with regard to the internalisation of externalities in the transport system are not evident and, like road vehicle taxation, are entirely the responsibility of individual Member States. Although the EU transport system collects 370 billion € in taxes and charges, this study shows how these externalities are only partially internalised by determining the degree of cost coverage for each type of transport and country, thus opening up opportunities for further measures, especially with regard to the international exchange of goods. In European road freight transport, for example, only about 45% of the costs are internalised on average, while in Austria, as a transit country with higher external costs, the cost coverage ratio amounts to 36%. Similarly, in rail freight transport in the EU-28, only about 55% of external costs

are internalised, in Austria about 32% of costs are price-effective, while in the Baltic countries as well as in Poland and Romania a full internalisation of external costs is achieved.

Share of cost categories per mode of transport in total external costs for the EU-28



Note: External costs of road refer to trucks > 3.5 t. Maritime transport here refers to 35 selected ports in the EU. Air transport here refers to 33 international airports.

Source: WIFO calculation based on data from van Essen *et al.* (2019A) for 2016.

The lack of implementing true costs implies competitive advantages of internationally traded goods compared to local or regional production and at the same time addresses one of the core issues of the transformation of the economic system towards climate neutrality and sustainability. In addition to the economic justification, the question of transport cost truth is also highly relevant from an economic policy perspective. The international exchange of goods plays an important role in the economic development of an economic area and is significantly influenced by international competitiveness. The way in which steps towards internalisation are implemented is therefore relevant in terms of their economic impact.

Steps to internalise external costs implemented only by a small country like Austria have an immediate impact on the domestic economy, but hardly induce any effects on international markets. This is only possible when internalisation measures are implemented in a large economic area such as the EU. A substantial section of the study deals with the question of how internalisation can be achieved, which level is authorised to introduce these measures and to what extent these regulations must be designed in order to correspond to international trade law. The purpose of internalising external costs is not to redirect flows of goods or to favour domestic producers, but to adequately price goods and reduce consumption associated with high social costs. Hence, adjustments in production and consumption decisions are accompanied by macroeconomic effects.

An EU-wide internalisation of external costs in international trade in goods provides both environmental and economic impetus. In the course of a quantitative model analysis with a multi-regional input-output model, two variants of an internalisation of external costs of transport were examined. For this purpose, the non-internalised costs recorded in the economic literature were added to the prices of internationally traded goods. In the scenario of a coordinated EU approach, the internalisation of external transport costs in extra-EU trade reveals a positive effect on real GDP and employment in the EU, provided that the revenues from these trade surcharges are recycled back into the economy. In contrast, a unique approach by Austria in the sense of a unilateral consideration of external costs in extra-EU trade relations leads to significantly more moderate overall effects than in the case of a joint approach.

Options for action to achieve truth in transport costs require European initiatives, which must be supplemented by national measures. The concrete starting points and policy recommendations to establish truth in transport costs in international trade are currently still very limited. Depending on the decision-making level, various options are available:

At the supranational level, these include tax exemption for kerosene in international air traffic. A CO₂ border adjustment mechanism is one way of adequately pricing the costs associated with international trade and, consequently, the associated transport of goods. International environmental and trade agreements are currently only intertwined in a few cases, such as trade in endangered species or ozone-depleting chemicals. Recently signed or currently negotiated trade promoting agreements integrate the issue of "sustainability" and the associated true costs regarding environmental impacts. The explicit consideration of the external costs of transport, which have been neglected so far, should be a further aspect in future trade agreements or a supplement to existing treaties.

At the European level, the Green Deal is the main driver towards achieving a rapid and step-wise complete internalisation of external climate costs in the entire transport sector. While the EU defines the appropriate framework for action, it is up to the Member States to take appropriate measures within this scope. Since road and rail transport are part of the effort sharing, the responsibility for fine-tuning falls primarily to the national states.

Consequently, there are several approaches to internalise external costs on the national level. A look at the Austrian greenhouse gas balance shows that previous approaches to effectively curb transport-related emissions have had little effect. The elimination of the preferential tax treatment of diesel fuels is a first step frequently mentioned in the literature. In addition to placing a higher burden on transport modes that are associated with external damages, more climate-friendly ones can be promoted even more strongly than before. In the area of public procurement, there are also options for action. However, a reliable certification system is a prerequisite for this to work.

Private labels are another way of influencing the behaviour of stakeholders (both companies and consumers), not through prices but through the information provided.

1. Einleitung

Mit dem internationalen Warenaustausch und den damit verbundenen Transportaktivitäten sind erhebliche Belastungen und unerwünschte Folgen für die Gesellschaft und die Umwelt verbunden, die nur teilweise preiswirksam berücksichtigt sind. Zu diesen Externalitäten zählen beispielsweise die Kosten für Umweltverschmutzung, Klimawandel, Unfälle, Lärm sowie Naturverbrauch. Das Vorliegen externer Kosten bedeutet aus volkswirtschaftlicher Sicht ein Marktversagen, da die tatsächlichen Transportkosten nicht (vollständig) internalisiert sind. Folglich führt ein mangelhaftes Durchsetzen der Kostenwahrheit zu verzerrenden Produktions- und Konsumentscheidungen. Sind die Marktpreise niedriger als ihre wohlfahrtsökonomischen Kosten, so werden sie zu umfangreich konsumiert. In diesem Fall werden die Kosten auf die Gesellschaft – häufig auf die künftige Generation – überwältigt. Falsche Preissignale führen auch dazu, dass andere Güter in der Folge in zu geringem Umfang nachgefragt werden. Dies wird vor allem dann zum Problem, wenn die Gesellschaft Vorteile aus dem Konsum solcher Güter hat.

Diese gesamtwirtschaftlichen Nutzenverluste bzw. Schäden in Folge einer ineffizienten Ressourcenallokation implizieren einerseits Wettbewerbsverzerrungen, da durch die mangelnde Internalisierung der externen Kosten international gehandelte Waren einer gewissen – teils bewussten, teils unbewussten – Subventionierung unterliegen, und somit oftmals einen Wettbewerbsvorteil gegenüber einer lokalen bzw. regionalen Produktion aufweisen. Folglich werden zu viele Güter über weite Strecken transportiert. Andererseits adressiert das mangelhafte Durchsetzen der Kostenwahrheit eine der Kernfragen der Transformation des Wirtschaftssystems in Richtung Klimaneutralität und Nachhaltigkeit. Im Hinblick auf die ambitionierten Klimaschutzziele der EU besteht somit auch im internationalen Warenaustausch Handlungsbedarf, vor allem da das Ausmaß der externen Kosten beachtlich ist. Eine rezente EU-Studie quantifiziert die externen Kosten des Verkehrssystems in den 28 EU-Mitgliedsländern mit 647 Mrd. €, wobei rund 18% auf den Güterverkehr und rund 82% auf den Personenverkehr zurückzuführen sind. Zugleich werden im Transportsystem der EU 370 Mrd. € an Steuern und Abgaben eingehoben. Ein Teil der Externalitäten, die mit dem Warenaustausch in Verbindung stehen, werden also internalisiert. Zu den Internalisierungsmaßnahmen zählen beispielsweise Auflagen, Verbote, Steuern, Abgaben und handelbare Zertifikate und sie zielen darauf ab, die externen Kosten den Verursachern anzulasten, jedoch fehlen in einigen Bereichen vergleichbare Eingriffe. Insgesamt stellt sich die Frage, ob die Maßnahmen zur Internalisierung ausreichend sind, um die externen Kosten auf ein für die Gesellschaft verträgliches Maß zu verringern.

Eine detaillierte Unterscheidung der externen Kosten ist sinnvoll, da die Ursache bekannt sein muss, um angemessene Instrumente zur Internalisierung zu entwickeln. Negative externe Kosten können nämlich an verschiedenen Stellen im Lebenszyklus eines Gutes anfallen, oder gar an mehreren und sich folglich kumulieren. Dies kann der Fall sein

- bei der Produktion,
- bei der Distribution von Vorleistungen und dem Transport zu den Verbrauchern,
- im Zuge des Konsums und
- nach dem Konsum, im Zuge der Verwertung oder der Entledigung der Reststoffe.

In der vorliegenden Studie geht es nicht um die externen Kosten aller denkbaren Güter in jeder Phase des Lebenszyklus und aller Produktionsprozesse, sondern um die externen Kosten des Transports. Daran sind folgende Fragen geknüpft, die in den einzelnen Kapiteln analysiert werden:

- Sind in den Güterpreisen die durch den (internationalen) Transport verursachten negativen externen Effekte bereits teilweise oder ganz berücksichtigt oder nicht?
- Welche volkswirtschaftlichen Folgen hat die Internalisierung der negativen externen Effekte in die Transportkostenkalkulation?
- Welche Handlungsoptionen für wirtschaftspolitische Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger ergeben sich daraus, vor allem mit Blick auf internationale Handelsverträge, die handelsverzerrende Maßnahmen begrenzen?

Um diese Forschungsfragen zu beantworten, wurden zunächst eine umfassende Literaturrecherche und darauf aufbauende Datenanalyse durchgeführt. Auf diese Weise wurde ein Überblick zum Stand der Diskussion über externe Kosten im Verkehr geschaffen, es wurden Anhaltspunkte zur Quantifizierung ermittelt und es werden Ergebnisse vorgestellt, in welchem Umfang (durchschnittliche) externe Kosten von Verkehrssystemen bereits internalisiert sind. Diese Übersichten zeigen auch Mängel in der Internalisierung auf, die in manchen Ländern bzw. Bereichen größer sind und in anderen weniger ins Gewicht fallen. Wichtige Unterscheidungen betreffen die Art des Verkehrs (Luft, Seefracht, Binnenschifffahrt, Bahn, Güterverkehr auf der Straße) sowie die Art der Externalität (Luftverschmutzung, Klimawandel, Lärm, Unfall, Naturverbrauch, vor- und nachgelagerte Prozesse). Die in der Literatur verfügbaren Befunde wurden im Zuge der Recherchen gesichtet und ausgewertet, um eine Zuordnung zu Strömen des Güterhandels zu ermöglichen.

Die Analyse setzt sich im Detail mit der Bedeutung des Außenhandels für Österreich auseinander. Die Frage der Transportkostenwahrheit ist von hoher Relevanz, da der internationale Güterverkehr in Österreich eine wichtige Rolle spielt. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Standortes hängt nicht zuletzt auch von den Kosten ab, zu denen Unternehmen in Österreich in internationale Wertschöpfungsketten eingebunden werden können. Der Zweck der Internalisierung externer Kosten ist, Warenströme umzulenken, zu drosseln und den Konsum von Gütern mit hohen sozialen Kosten zu reduzieren. Folglich müssen sich Produktion und Konsum anpassen, um einen Übergang zu einem neuen Gleichgewicht mit geringeren sozialen Kosten zu ermöglichen. Dies hat Auswirkungen auf Wertschöpfung und Beschäftigung, deren Grad davon abhängt, welche Internalisierungsmaßnahmen umgesetzt werden und wie allfällige Steuereinnahmen verwendet werden.

Die Art der Umsetzung von Schritten zur Internalisierung ist daher besonders wichtig, da die Anpassungen an eine neue Situation, in der die externen Kosten internalisiert werden, erleichtert oder gebremst werden können. Werden solche Schritte nur von einem kleinen Land wie Österreich umgesetzt, so sind in erster Linie die heimische Wirtschaft (Produzenten, Konsumenten) und der Staat Österreich betroffen, da Österreich zu klein ist, um nennenswerte Auswirkungen auf den internationalen Märkten zu induzieren. Anders ist die Situation, wenn die Internalisierung in einem großen Wirtschaftsraum wie der EU umgesetzt wird.

Ein umfangreicher Abschnitt des folgenden Berichts setzt sich mit der Frage auseinander, wie eine Internalisierung bewerkstelligt werden kann, und welche Handlungsebene befugt ist, welche Maßnahmen zu setzen. Die Frage der Internalisierung externer Kosten des Transports ist eng verknüpft mit der Frage, wie Kosten des Klimaschutzes in das Wirtschaftssystem integriert werden können. Dabei werden ähnliche Fragen diskutiert, aber es gibt wichtige Unterschiede. Im Bereich der Transportkosten spielen neben den Emissionen von Treibhausgasen auch andere Effekte eine Rolle, etwa Lärm oder die Verschmutzung von Ökosystemen (z. B. Tankerunfälle) oder deren Zerstörung (z. B. Straßenbau). Anders als im Bereich des Klimaschutzes, in dem seit dem Kyoto-Protokoll ein sich ständig erweiterndes internationales Regelwerk zur Regulierung etabliert wurde, fehlen vergleichbare multilaterale Einigungen für nichttreibhausgasrelevante externe Effekte des Verkehrs. Die Art und Weise, wie die externen Kosten internalisiert werden können, ist daher etwas anders zu beurteilen als im Zusammenhang mit der internationalen Treibhausgaspolitik.

Um die Auswirkungen einer Internalisierung externer Effekte des internationalen Warentransports über den Wirkungskanal des Warenhandels auf Wertschöpfung und Beschäftigung abzuschätzen, werden im Rahmen dieser vorliegenden Studie auf Basis einer quantitativen Modellanalyse mit einem multiregionalen Input-Output-Modell anhand unterschiedlicher Szenarioanalysen die volkswirtschaftlichen Effekte berechnet. Da die externen Kosten die Umweltauswirkungen des Gütertransports des jeweiligen Landes abbilden und somit auch den nationalen Güterverkehr beinhalten, wurde im Zuge der Berechnung des Transportkostenaufschlags im internationalen Warenhandel für den Input in das Modell das nationale Güteraufkommen herausgerechnet. Die verbleibenden (internationalen) Gesamtkosten des Verkehrs nach Transportart wurden dem mengenmäßigen Außenhandelsvolumen (Intra- und Extra-EU-Handelsströme) gegenübergestellt und dann anschließend als Preisaufschlag wertmäßig den bilateralen Extra-EU-Außenhandelsströmen angerechnet. Im Hinblick auf eine potentielle Umsetzung von Transportkostenwahrheit im internationalen Warenverkehr mit Drittländern werden in der Modellanalyse zwei Szenarien gegenübergestellt. Während im ersten Szenario ein Alleingang Österreichs im Sinne einer vollständigen unilateralen Internalisierung der externen Effekte im internationalen Warenhandel mit dem Extra-EU-Raum unterstellt wird, impliziert das zweite Szenario ein koordiniertes Vorgehen der EU. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Umsetzung von Transportkostenwahrheit im Extra-EU-Handel mit einer leichten Steigerung des realen Bruttoinlandsprodukts und der Beschäftigung in der EU einhergehen könnte, sofern die Einnahmen dieser Handelsaufschläge wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden.

Mit dieser Studie liegen nun Anhaltspunkte zum Umfang der externen Kosten des (internationalen) Warenverkehrs, zum Grad der Internalisierung sowie zu geeigneten Instrumenten zur Internalisierung vor, auf dessen Basis Handlungsoptionen zur Herstellung von Transportkostenwahrheit im internationalen Handel abgeleitet werden können.

2. Externe Kosten im internationalen Warentransport: Abgrenzung und Bewertungsansätze

2.1 Das Konzept externer Kosten

Jede wirtschaftliche Aktivität ist mit dem Verbrauch von Ressourcen und vielfältigen Wechselwirkungen mit der natürlichen Umwelt und anderen Akteuren der Wirtschaft verbunden.

Folgende Wechselwirkungen können unterschieden werden:

- Typ 1 – monetäre (pekuniäre) externe Effekte;
- Typ 2 – technologische externe Effekte.

Marktwirtschaften sind sehr gut in der Lage mit den Typ-1-Effekten umzugehen. Wenn etwa ein Gut stärker nachgefragt wird, steigen (in den meisten Fällen) die Preise und dies signalisiert Knappheit. Somit sind die zusätzlichen Kosten im Markt internalisiert und alle Akteure orientieren sich nun an der neuen Situation. Ohne regulierende Eingriffe sind Marktwirtschaften nur unter spezifischen Voraussetzungen geeignet, Wechselwirkungen vom Typ 2 in das Marktsystem zu integrieren. Sie treten dann auf, wenn Akteur A Kosten verursacht, die Akteur B tragen muss, ohne dass dies über das Preissystem vermittelt wird (daher der Begriff "technisch"). Die Gründe dafür sind vielfältig. Sie hängen etwa von den Charakteristika der Güter (z. B. öffentliche Güter), der Verfügbarkeit und (oft fehlenden) Zuordnung von Verfügungsrechten, Informationsasymmetrien, fehlendem Wissen über Folgewirkungen, hohen Transaktionskosten und anderen Gründen ab.

Im Allgemeinen begründen sich externe Effekte auf eine Abweichung der einzelwirtschaftlichen von den gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen, die eine ineffiziente Allokation der gesellschaftlichen Produktionsfaktoren zur Folge hat. Auf den Punkt gebracht wird von Gütern mit negativen externen Effekten ohne regulierende Eingriffe zu viel produziert (z. B. Transport), und von Gütern mit positiven externen Effekten (z. B. barrierefreier Zugang zu Seen) zu wenig. Das Ziel privater Arrangements oder regulierender Eingriffe (sei es über Steuern, Subventionen, Auflagen, Gebote und Verbote, Lizenzen, Abgaben, Informationsmaßnahmen, Schaffung von Märkten oder quantitative Beschränkungen) ist, den Produktionsumfang auf das gesellschaftlich gewünschte Maß zu begrenzen bzw. anzuheben.

In Bezug auf die externen Effekte des internationalen Handels entstehen externe Kosten, wenn die Auswirkungen des Warenhandels, ausgelöst durch die Transportleistung, sich nicht in den dafür erhobenen Preisen bzw. Kosten widerspiegeln und dadurch gesamtwirtschaftliche Nutzenverluste bzw. Schäden in Folge einer ineffizienten Ressourcenallokation entstehen. Wenngleich von der Verkehrsinfrastruktur zum Teil auch positive externe Effekte (Nutzen) ausgehen können, verursacht insbesondere deren Benützung negative externe Effekte, wie Umweltverschmutzung, Lärm, Unfälle usw., die nur bedingt über unterschiedliche Instrumente, wie Preise, Steuern, Abgaben und Regulierungen, internalisiert sind. Die Schwierigkeit diese externen Kosten adäquat zu berücksichtigen ist, dass die Höhe dieser Kosten nur begrenzt quantifizierbar ist, da es keine Marktpreise für diese Effekte gibt und der Wert dieser Nutzenverluste abgeschätzt werden muss.

2.2 Externe Kosten des Verkehrs

Die physische Beweglichkeit von Personen und Waren sowie von Dienstleistungen und Kapital bildet eine Grundvoraussetzung für das Funktionieren einer Marktwirtschaft. Gleichzeitig ist die damit im Zusammenhang stehende Transportaktivität mit erheblichen Belastungen und unerwünschten Folgen für die Gesellschaft und die Umwelt verbunden, die nur teilweise als Kosten berücksichtigt werden.

Mit dem Warentransport gehen zahlreiche technische Effekte einher, die von vielen Faktoren abhängen. Bereits die Bereitstellung der nötigen Infrastruktur beansprucht Raum, zerschneidet Ökosysteme, hat negative Folgen auf Lebensräume und die positiven Effekte (z. B. der Anblick eines sehenswerten Infrastrukturelements, wie beispielsweise einer Brücke) sind insgesamt äußerst gering. Je nach Art des Transports kommen technologisch bedingte weitere Effekte dazu, etwa der Ausstoß von krankheitsverursachenden Partikeln, die Emission von Gasen mit Schädigung auf die Atmosphäre, die Verfrachtung von Organismen in andere Ökosysteme, Unfälle bei denen Menschen, Tiere oder Ökosysteme geschädigt oder vernichtet werden.

Eine Vielzahl an Studien (ein umfassender Literaturüberblick folgt in Kapitel 2 und Kapitel 3) setzt sich zum Ziel, diese externen Kosten des Verkehrs, meist getrennt nach Personen- und Güterverkehr und Verkehrsmitteln, zu erfassen und zu bewerten und anhand geeigneter methodischer Ansätze zu quantifizieren. Auf Basis der zur Verfügung stehenden Studien zu diesem Thema stellt dieses Kapitel die unterschiedlichen Bewertungsansätze zur Ermittlung externer Kosten des Verkehrs vor, während darauf aufbauend Kapitel 3 einen Überblick über den Umfang und die Höhe der monetarisierten externen Kosten in der EU nach Art des Transports und Art der Externalität gibt. Dafür müssen in einem ersten Schritt die einzelnen Kostenkategorien identifiziert und im Hinblick auf ihre Externalität überprüft werden.

Zu den wichtigsten externen Kosten, die in den diversen Studien, wie beispielsweise auch im aktuellen Handbuch der externen Kosten des Transports der Europäischen Kommission (van Essen *et al.*, 2019A), untersucht werden, zählen folgende Kostenbereiche:

- Unfälle,
- Luftverschmutzung,
- Klimawandel,
- Lärm,
- vor- und nachgelagerte Prozesse,
- Natur- und Landschaftsverbrauch,
- Stau und
- weitere kleinere Kostenfaktoren.

Die methodischen Ansätze zur Ermittlung und Quantifizierung der externen Kosten sind mannigfaltig und umfassen Konzepte zur Analyse der Quellen und Übertragungswege von Belastungen (Wirkungspfadansatz), der monetären Bewertung von Emissionen auf Basis von Kostenfaktoren bis zur Schätzung der Zahlungsbereitschaft aus Befragungen. Auf europäischer Ebene wurden die externen Kosten des Transports laufend in mehreren Studien erfasst und bewertet, wobei die einzelnen Studien in vielen Bereichen aufeinander aufbauen, bzw. auch oftmals

aufgrund der Komplexität der Erfassung und Bewertung der externen Effekte dieselbe Methodik und Datenbasis verwenden. Diese engen Zusammenhänge der drei rezenten Studien auf europäischer Ebene sind in Übersicht 2.1 dargestellt. Die Gemeinsamkeiten wie auch die wichtigsten Unterschiede zwischen diesen Hauptstudien werden in den folgenden Kapiteln (siehe Kapitel 2 und Kapitel 3) klar und übersichtlich herausgearbeitet. Auch nationale Studien für Deutschland, Österreich und die Schweiz orientieren sich sehr stark an diesen europäischen Analysen und fließen ergänzend in die Untersuchung im Rahmen dieser Studie ein. Dieser umfassende Überblick soll die Bandbreite der externen Kosten des Verkehrs aufzeigen (siehe auch Kapitel 3), wengleich für die anschließende Modellanalyse (siehe Kapitel 6.2) aufgrund der Aktualität der Daten und einheitlichen Bewertung über alle EU-Länder hinweg die Befunde der rezenten europäischen Studie (*van Essen et al., 2019A*) herangezogen werden.

Übersicht 2.1: Überblick und Zusammenhänge der europäischen Studien zu den externen Kosten des Transports

Referenz	Auftragnehmer	Auftraggeber	Titel	Update von
<i>Korzhenevych et al. (2014)</i>	RICARDO-AEA (DIW econ; CAU)	Europäische Kommission	Update of the Hand-book on External Costs of Transport	Handbook on estimation of external costs in the transport sector (<i>Maibach et al., 2008</i>).
<i>van Essen et al. (2019A)</i>	CE Delft (INFRAS; TRT; RICARDO)	Europäische Kommission	Handbook on the external costs of transport; Version 2019	Im Jahr 2008 gab die Europäische Kommission im Rahmen der IMPACT-Studie das erste Handbuch zu externen Kosten des Verkehrs in Auftrag (<i>Maibach et al., 2008</i>); 2014 wurde das Handbuch mit neuen Entwicklungen in Forschung und Politik aktualisiert (<i>Korzhenevych et al., 2014</i>). Dieses Handbuch ist eine Aktualisierung der Versionen von 2008 und 2014.
<i>van Essen et al. (2011)</i>	CE Delft (INFRAS; Fraunhofer ISI)	International Union of Railways UIC	External Costs of Transport in Europe: Update Study for 2008	<i>Schreyer et al. (2004)</i> , INFRAS, CE Delft und Fraunhofer ISI haben das IMPACT-Projekt durchgeführt, das einen Überblick über den Stand der Technik bei der Berechnung externer Kosten gibt und Best-Practice-Ansätze zur Bewertung der externen Grenzkosten für die wichtigsten Kostenkategorien vorschlägt. Die Ergebnisse sind im Handbook on estimation of external costs in the transport sector zusammengefasst (<i>Maibach et al., 2008</i>).

Q: WIFO-Zusammenstellung.

2.2.1 Unfallkosten

Bei allen Verkehrsträgern können sich Unfälle ereignen, die mit teils erheblichen Kosten in Verbindung stehen. Diese umfassen einerseits materielle Kosten, die oft versichert werden können, und andererseits immaterielle Kosten, für die keine Marktpreise vorliegen. Wengleich ein Teil der gesamten Unfallkosten sowie Risikogruppen über Versicherungsprämien abgedeckt und internalisiert ist, gibt es darüber hinaus Kostenkomponenten, die (teilweise) als externe Unfallkosten bestehen. In der Literatur setzen sich die Unfallkosten überwiegend aus den folgenden Komponenten zusammen: Wert des menschlichen Leids, medizinische Behandlungskosten, Verwaltungskosten, Kosten des Ressourcenausfalls sowie Sachschäden. Die Schwierigkeit besteht darin zu bewerten, zu welchen Teilen diese Kosten bereits internalisiert sind oder als externe Kosten angesehen werden. Im Einklang mit gängigen Studien definiert das Handbuch

der Europäischen Kommission (*van Essen et al.*, 2019A) jene Unfallkosten als extern, die nicht durch risikoorientierte Versicherungsprämien gedeckt sind, wobei differenzierte Schlüssel je nach Kostenkomponente angewendet werden. Ein Überblick über die Abgrenzung und zugrundeliegenden Bewertungsmaßstäbe sowie methodischen Ansätze in den drei Hauptstudien ist in Übersicht 2.2 zusammenfassend dargestellt.

Übersicht 2.2: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Unfallkosten in den drei Hauptstudien

Studien	Kostenkomponenten	Bewertungsansatz	Externe Kosten	Kenngroße VSL Wert in der EU	Datenbasis Kostenbewertung
<i>Korzhenevych et al.</i> (2014)	Medizinische Kosten, Produktionsverluste, materielle Schäden, Verwaltungskosten, humanitäre Kosten	Zahlungsbereitschaft für den "value of statistical life" (VSL; Wert des statistischen Lebens)	100%, nicht durch risikoorientierte Versicherungsprämien gedeckt	1,7 Mio. € (EU 15); Preise 2010	HEATCO (2006) basierend auf UNITE; European Road Accident Database (CARE)
<i>van Essen et al.</i> (2019A)	Humanitäre Kosten, medizinische Kosten, Verwaltungskosten, Produktionsverluste, Sachschäden	Zahlungsbereitschaft für den "value of statistical life" (VSL; Wert des statistischen Lebens)	Verlust von Menschenleben 100%; medizinische Kosten 50%; Verwaltungskosten 30%; Produktionsverluste 55%; Sachschäden 0%	3,6 Mio. €; Preise 2016	SafetyCube; European Road Accident Database (CARE)
<i>van Essen et al.</i> (2011)	Medizinische Kosten, Produktionsausfälle, Verwaltungskosten, humanitäre Kosten	Zahlungsbereitschaft für den "value of statistical life" (VSL; Wert des statistischen Lebens)	100%, nicht durch risikoorientierte Versicherungsprämien gedeckt	1,67 Mio. € (EU 27+NO+CH); Preise 2008	IMPACT Studie (<i>Maibach et al.</i> , 2008), basierend auf UNITE; European Road Accident Database (CARE)

Q: WIFO-Zusammenstellung.

Als Inputfaktoren fließen die Anzahl der Unfallopfer, einschließlich der nicht registrierten Unfälle und Opfer, je Verkehrsmittel und die Kosten je Unfallopfer in die Quantifizierung der externen Kosten ein. Einen zentralen Baustein dabei bildet die Ermittlung des Wertes des (statistischen) Menschenlebens, das in den meisten hier betrachteten Studien anhand des Ansatzes "wertes des statistischen Lebens" ("value of statistical life", VSL) ermittelt wird. In diesem Konzept werden Personen befragt, wie viel sie bereit sind, für eine bestimmte Reduktion des Unfallrisikos zu zahlen (z. B. Reduktion des Risikos eines tödlichen Unfalls, *van Essen et al.*, 2011). Diese Angaben zur Zahlungsbereitschaft (stated-preferences) geben monetarisierte Werte für statistisch ermittelte Lebenserwartungen an und unterliegen aufgrund unterschiedlicher Ansätze einer gewissen Schwankungsbreite. Die im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Studien basieren auf unterschiedlichen Datenquellen¹⁾ zur Ermittlung dieser Kostenfaktoren. Das Handbuch der Europäischen Kommission verwendet die Erkenntnisse des aktuellen EU-finanzierten Forschungsprojektes SafetyCube (Safety CaUsation, Benefits and Efficiency), das den Wert des statistischen Lebens mit 3,6 Mio. € (Preise 2016) für die EU 28 beziffert.

¹⁾ In der Literatur gibt es mehrere Richtlinien, die beschreiben, wie die sozioökonomischen Kosten von Verkehrsunfällen abgeschätzt werden können. Zu den europäischen Projekten gehören u. a. UNITE (*Nellthorp et al.*, 2001), HEATCO (*Bickel et al.*, 2006) und das Handbuch zur Abschätzung externer Kosten im Verkehrssektor (*Maibach et al.*, 2008); aktualisiert 2014 *Korzhenevych et al.*, (2014). Einen umfassenden Überblick über die diversen Projekte zur Abschätzung von Unfallkosten gibt *Wijnen et al.* (2017).

2.2.2 Kosten der Luftverschmutzung

Die Kosten der Luftverschmutzung gehören zu den externen Kostenkategorien, die am häufigsten analysiert wurden. Im Einklang mit den Erkenntnissen der Literatur werden Emissionen von Luftschadstoffen mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Schäden in Verbindung gebracht. Die größte Rolle nehmen die gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen ein, die vorwiegend zu Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen sowie die Lebenserwartung der betroffenen Personen verkürzen. Aber auch andere Schäden, wie z. B. Gebäude- und Materialschäden, Ernteverluste und Verlust der biologischen Vielfalt infolge von Versauerung und Eutrophierung des Bodens werden als Kostenkomponenten bei der Ermittlung der externen Luftverschmutzungskosten berücksichtigt (siehe *van Essen et al.*, 2019A; *Korzhenevych et al.*, 2014; *van Essen et al.*, 2011).

Zu den wichtigsten verkehrsbedingten Luftschadstoffen zählen Feinstaubpartikel (PM₁₀, PM_{2,5}), Stickoxid (NOX), Schwefeldioxid (SO₂), flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Ozon (O₃) als indirekter Schadstoff (*van Essen et al.*, 2011). Treibhausgase sind nicht in den Luftverschmutzungskosten enthalten, da sie keine direkten toxischen Wirkungen haben. Sie werden in der Kostenkategorie des Klimawandels erfasst (siehe Unterkapitel 2.2.3).

Übersicht 2.3: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Kosten der Luftverschmutzung in den drei Hauptstudien

Studien	Kostenkomponenten	Luftschadstoffe	Bewertungsansatz	Datenbasis Kostenbewertung	Datenbasis Transportaufkommen und Emissionen
<i>Korzhenevych et al.</i> (2014)	Gesundheitskosten, Ernteverluste, Material- und Gebäudeschäden, Auswirkungen auf Biodiversität	Feinstaubpartikel (PM _{2,5}), Stickoxid (NOX), Schwefeldioxid (SO ₂), flüchtige organische Verbindungen (VOC)	Wirkungspfadansatz ("impact pathway"-Methode)	NEEDS	TREMOVE emission data; EMEP, 2009 (European Monitoring and Evaluation Programme); COPERT Datenbasis
<i>van Essen et al.</i> (2019A)	Gesundheitskosten, Ernteverluste, Material- und Gebäudeschäden, Verlust der biologischen Vielfalt	Feinstaubpartikel (PM ₁₀ , PM _{2,5}), Stickoxid (NOX), Schwefeldioxid (SO ₂), flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Ozon (O ₃)	Wirkungspfadansatz ("impact pathway"-Methode)	NEEDS	COPERT; TREMOD; TREMOVE; Eco-TransitWorld Datenbasis
<i>van Essen et al.</i> (2011)	Gesundheitskosten, Bau- und Materialschäden, Ernteverluste, Auswirkungen auf Ökosysteme und Biodiversität	Feinstaubpartikel (PM ₁₀ , PM _{2,5}), Stickoxid (NOX), Schwefeldioxid (SO ₂), flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Ozon (O ₃)	Wirkungspfadansatz ("impact pathway"-Methode)	NEEDS; HEATCO; IMPACT Studie (2008)	TREMOVE emission data; EMEP, 2009 (European Monitoring and Evaluation Programme)

Q: WIFO-Zusammenstellung.

Als Inputfaktoren fließen die Emissionen sowie die Kostenfaktoren für verschiedene Luftschadstoffe in die Quantifizierung der externen Kosten ein. Die im Rahmen dieser Studie betrachteten Studien beziehen sich bei der Quantifizierung der externen Kosten der Luftverschmutzung auf die im Rahmen des 2009 abgeschlossenen EU-Projekts NEEDS²⁾ ermittelten Kostensätze. Die Abschätzung der Kostenfaktoren beruht dabei auf einem "bottom-up"-Wirkungspfadansatz

²⁾ New Energy Externalities for Sustainability, <https://cordis.europa.eu/project/id/502687/de> (zuletzt abgerufen am 24.11.2020).

("impact-pathway"-Methode), der die zentrale Methodik zur Bewertung von Umweltkosten auf der Grundlage eines Schadenskostenansatzes darstellt und den Verlauf der Schadstoffe ausgehend von der Emissionsquelle über die Ausbreitung und chemische Umwandlung der Schadstoffe in den unterschiedlichen Umweltmedien Luft, Wasser und Boden bewertet. Eine vergleichende Darstellung der Abgrenzung und Bewertung dieser Kostenkategorie in den drei Hauptstudien ist Übersicht 2.3 zusammenfassend dargelegt.

2.2.3 Kosten des Klimawandels

Die Emission von Treibhausgasen in die Atmosphäre trägt zur globalen Erwärmung und zu Klimaveränderungen bei, die Auswirkungen auf die Gesundheit (Temperaturschwankungen und die Ausbreitung von Gebieten mit speziellen Krankheiten, wie z. B. Malaria), Landwirtschaft (aufgrund von Temperatur- und Niederschlagsveränderungen), Ökosysteme und Biodiversität induzieren. Die Kosten des Klimawandels werden definiert als jene Kosten, die mit allen Auswirkungen der globalen Erwärmung verbunden sind, wie dem Anstieg des Meeresspiegels, dem Verlust der biologischen Vielfalt, Fragen des Wassermanagements, immer häufigeren Wetterextremen und Ernteausfällen (*van Essen et al., 2011, 2019A*). Einer Analyse des IPCC (*Flato et al., 2013*) zur Folge ist ohne konkrete klimapolitische Maßnahmen bis zum Ende des Jahrhunderts ein erheblicher Temperaturanstieg zu erwarten, der bedeutende und weitgehend irreversible Auswirkungen auf die Ökosysteme, die menschliche Gesundheit und die Gesellschaften haben wird.

Die mit dem Transport verbundenen Treibhausgasemissionen sind im Prinzip gut untersucht, aber nicht aus dem Blickwinkel des internationalen Handels. Insgesamt ist der Verkehr für 23% der gesamten Treibhausgasemissionen verantwortlich (*Creutzig et al., 2015*), der Hauptanteil dieser Emissionen ist dem Straßenverkehr zuzurechnen. Die wichtigsten Treibhausgase in Bezug auf den Verkehr sind Kohlendioxid (CO₂), Distickstoffoxid (N₂O) und Methan (CH₄). Für den Straßen-, (dieselbetriebenen) Schienen-, Binnenschiff- und Seeverkehr werden die Auswirkungen des Verkehrs auf die globale Erwärmung hauptsächlich durch CO₂, N₂O und CH₄ verursacht. Im Hinblick auf den Luftverkehr gibt es auch andere Flugzeugemissionen, wie Wasserdampf, Sulfat- und Russaerosole sowie Stickoxide, die in großen Höhen einen Einfluss auf die globale Erwärmung haben.

Als Inputfaktoren fließen die Treibhausgasemissionen sowie die Kostenfaktoren des Klimawandels pro Tonne CO₂-Äquivalent in die Quantifizierung der externen Kosten ein. Da die einzelnen Treibhausgase Unterschiede bezüglich ihrer Klimawirksamkeit, dem sogenannten Global Warming Potential (GWP, Treibhauspotential) aufweisen, werden für den Vergleich Äquivalenzfaktoren zu Kohlendioxid (Referenzwert 1) herangezogen. Das Handbuch der Europäischen Kommission basiert auf dem fünften Bewertungsbericht des IPCC (*Flato et al., 2013*), wonach das Treibhauspotential von CH₄ und N₂O über einen Zeitraum von 100 Jahren den Faktor 30 bzw. 265 aufweist. Um die Emissionen aus dem Luftverkehr adäquat zu berücksichtigen, werden Emissionsgewichtungsfaktoren verwendet, die im Bereich von 1,3 bis 1,4 (bzw. 1,7 bis 2,0, wenn die durch den Luftverkehr bedingte Wolkenbildung berücksichtigt wird) liegen (*Lee et al., 2009; Azar – Johansson, 2012*). Dies bedeutet, dass die Gesamtauswirkungen des Luftverkehrs auf den Klimawandel rund zweimal größer sind als die Auswirkungen der CO₂-Emissionen allein.

Die Quantifizierung von CO₂-Kostensätzen kann im Wesentlichen über den Vermeidungskostenansatz oder den Schadenskostenansatz erfolgen. Aufgrund der globalen Wirkungspfade, hoher Unsicherheiten und langer Zeitspannen (Becker et al., 2012) ist eine Kostenschätzung auf Basis der Auswirkungen des Klimawandels schwierig, wodurch die meisten Ansätze auf dem Prinzip der Vermeidungskosten aufbauen, die als Zahlungsbereitschaft für eine bestimmte Emissionsreduktion interpretiert werden. In der Literatur gibt es zahlreiche Studien zu den Kosten des Klimawandels, die meisten beziehen sich jedoch auf die Metastudie von Kuik et al. (2009) als Grundlage, wie Übersicht 2.4 zu den Bewertungskriterien der drei Hauptstudien zusammenfasst. Basierend auf den globalen Vermeidungskosten zur Erreichung des im Pariser Abkommen vereinbarten Ziels, den Temperaturanstieg auf 1,5 Grad bis 2 Grad Celsius zu begrenzen (entspricht nicht mehr als 450 parts per million CO₂-Äquivalenten), nimmt das Handbuch der Europäischen Kommission als zentralen Wert für die kurz- und mittelfristigen Kosten (bis 2030) 100 €/t CO₂-Äquivalent (zu Preisen 2016) an. Dieser Wert entspricht dem Durchschnitt der in der Literatur geschätzten Werte³⁾.

Übersicht 2.4: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Kosten des Klimawandels in den drei Hauptstudien

Studien	Kostenkomponenten	Treibhausgase	Bewertungsansatz	Global Warming Potential (GWP)	Kenngroße CO ₂ -Äquivalente	Datenbasis Kostenbewertung	Datenbasis Transportaufkommen und Emissionen
Korzhenyevych et al. (2014)	Treibhausgasemissionen	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ und andere Flugzeugemissionen	Vermeidungskosten, basierend auf den Zielvorgaben aus dem Pariser Abkommen	CO ₂ (GWP=1), CH ₄ (GWP=25), N ₂ O (GWP=298)	Diskontierungsfaktor 3%; kurz-, mittelfristige Kosten bis 2025 je t CO ₂ -Äquivalent (zu Preisen 2010): - niedrig €48, - mittel €90 - hoch €168	Kuik et al. (2009)	TREMOVE; Van Essen et al. (2011)
van Essen et al. (2019A)	Treibhausgasemissionen	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ und andere Flugzeugemissionen	Vermeidungskosten, basierend auf den Zielvorgaben aus dem Pariser Abkommen	CO ₂ (GWP=1), CH ₄ (GWP=30), N ₂ O (GWP=265)	Kurz- und mittelfristige Kosten bis 2030 je t CO ₂ -Äquivalent (zu Preisen 2016): - niedrig €60 - mittel €100 - hoch €189	Durchschnitt COPERT; der in der Literatur geschätzten Werte	TREMOD; EcoTransit-World Datenbasis
van Essen et al. (2011)	Treibhausgasemissionen	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ und andere Flugzeugemissionen	Vermeidungskosten, basierend auf den Zielvorgaben aus dem Pariser Abkommen und Schadenskostenansatz	CO ₂ (GWP=1), CH ₄ (GWP=25), N ₂ O (GWP=298)	Diskontierungsfaktor 3%; kurz-, mittelfristige Kosten bis 2025 je t CO ₂ -Äquivalent (zu Preisen 2008): - niedrig €42 - mittel €78 - hoch €146	Kuik et al. (2009)	TREMOVE

Q: WIFO-Zusammenstellung.

2.2.4 Lärmkosten

Im Allgemeinen kann Lärm als unerwünschte Geräusche von unterschiedlicher Dauer, Intensität oder anderer Qualität definiert werden, die physische oder psychische Schäden beim Menschen verursachen (van Essen et al., 2011). Obwohl Lärm ein Produkt menschlicher Aktivitäten ist, zählt der Verkehr zu den häufigsten Quellen von Umgebungslärm und der verkehrsbedingte

³⁾ Ein detaillierter Überblick über die Schwankungsbreite der in der Literatur angegebenen CO₂-Äquivalente ist im Annex D des Handbuchs externe Kosten der Europäischen Kommission (van Essen et al., 2019A) sowie im Handbuch Update von 2008 ((van Essen et al., 2011) und in der Analyse der TU Dresden (Becker et al., 2012), im Speziellen für das Zieljahr 2050, angeführt.

Lärm ist nach der Feinstaubbelastung die zweitwichtigste umweltbedingte Ursache für Gesundheitsschäden in Westeuropa (*European Environment Agency, 2020*). Lärmemissionen infolge von Verkehrsaktivitäten werden im Allgemein als störend empfunden, können allerdings auch zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen sowie zu Produktivitäts- und Freizeitverlusten führen. Die Kombination zweier Trends verstärken die Problemlage: Die wachsende Verstädterung führt dazu, dass zunehmend mehr Menschen dem Verkehrslärm ausgesetzt sind, gleichzeitig bewirkt eine Zunahme des Verkehrsaufkommens einen höheren Lärmpegel.

Bei der Beurteilung der negativen Auswirkungen von Lärmemissionen werden in der Literatur (siehe z. B. *Defra, 2014; van Essen et al., 2019A; World Health Organization, 2011*) zwischen Belästigungskosten, aufgrund unerwünschter sozialer Störungen (wie z. B. Einschränkungen bei der Ausübung von Freizeitaktivitäten, Unwohlsein), und Gesundheitskosten unterschieden. Während hohe Lärmpegel (über 85 dB(A)) Gehörschäden verursachen, erhöhen Lärmpegel zwischen 55 dB(A) und 65 dB(A) in Abhängigkeit von Tag/Nacht das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und können auch zu nervösen Stressreaktionen, wie Blutdruckanstieg und hormonellen Veränderungen, führen (*World Health Organization, 2011*). Zudem kann Lärmexposition auch eine Verminderung der subjektiven Schlafqualität induzieren (*Maibach et al., 2008*). Diese negativen Auswirkungen von Lärm auf die menschliche Gesundheit resultieren in verschiedenen Kostenkomponenten, wie medizinischen Kosten, Kosten für Produktivitätsverluste und Kosten für eine erhöhte Sterblichkeit (*Becker et al., 2012; van Essen et al., 2011, 2019A*). Eine detaillierte Abgrenzung, der in den drei Hauptstudien verwendeten Ansätze, ist in Übersicht 2.5 dargestellt.

Übersicht 2.5: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Lärmkosten in den drei Hauptstudien

Studien	Kostenkomponenten	Schwellenwert	Bewertungsansatz	Datenbasis Kostenbewertung	Datenbasis Lärmemissionen
<i>Korzhenevych et al. (2014)</i>	Kostensätze für die Belästigung und Auswirkungen auf die Gesundheit pro Person und dB(A)	k.A.	Wirkungspfadansatz ("impact pathway"-Methode)	<i>van Essen et al. (2011); HEATCO (2006)</i>	EEA; ETC/LUSI (2013)
<i>van Essen et al. (2019A)</i>	Kostensätze für die Belästigung und Auswirkungen auf die Gesundheit pro Person und dB(A)	50 dB(A) mit Dateneinschränkungen	Wirkungspfadansatz ("impact pathway"-Methode)	Belästigungskosten (<i>Bristow et al., 2015</i>); Gesundheitskosten (<i>Defra, 2014</i>)	EEA
<i>van Essen et al. (2011)</i>	Kostensätze für die Belästigung und Auswirkungen auf die Gesundheit pro Person und dB(A)	55 dB(A)	Wirkungspfadansatz ("impact pathway"-Methode)	<i>Maibach et al. (2008); HEATCO (2006)</i>	EEA; ETC/LUSI (2013)

Anmerkung: dB(A) bezeichnet die Maßeinheit für die Lautstärke von Geräuschen und wird als Schalldruckpegel in Dezibel bewertet nach der international genormten Frequenzbewertungskurve A angegeben.
Q: WIFO-Zusammenstellung.

Die Methode zur Abschätzung der Lärmkosten beruht ähnlich wie die Ermittlung der Kosten der Luftverschmutzung auf dem Wirkungspfadansatz ("impact-pathway"-Methode). Als Inputfaktoren fließen die Anzahl der Lärmexposition ausgesetzten Individuen nach Lärmpegelkategorie⁴⁾

⁴⁾ Gemäß der EU-Umgebungslärmrichtlinie (2002/49/EG in Verbindung mit Richtlinie 2020/367/EU) sind alle Mitgliedstaaten verpflichtet, die Lärmbelastung nach einheitlichen Kriterien zu ermitteln und standardisierte Lärmkarten für

sowie beide Lärmkostenkomponenten, Beeinträchtigungs- und Gesundheitskosten, in die Quantifizierung der externen Kosten ein. Im Allgemeinen werden die Lärmkosten für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Luftfahrt ermittelt, während die Lärmkosten für die Binnenschifffahrt und den Seeverkehr aufgrund geringer Lärmemissionsfaktoren in meist dünn besiedelten Gebieten vernachlässigbar sind.

2.2.5 Kosten in vor- und nachgelagerten Prozessen

Verkehrsaktivitäten verursachen nicht nur direkte negative Auswirkungen, sondern auch indirekte Effekte in vor- und nachgelagerten Prozessen, beispielweise durch die Erzeugung von Energie, die Herstellung von Fahrzeugen und Transportinfrastruktur, die zusätzliche externe Kosten bewirken und im Sinne einer lebenszyklusorientierten Betrachtung der Transportaktivitäten Berücksichtigung finden sollten. Zu den wichtigsten Komponenten von vor- und nachgelagerten Prozessen im Zusammenhang mit Transportaktivitäten zählen in der Literatur (u. a. van Essen *et al.*, 2011, 2019A):

- **Energieerzeugung und -verteilung:** Die Produktion verschiedener Energieträger verursacht Emissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen (sowie weiterer toxischer Schadstoffe) infolge der Gewinnung und Verarbeitung von Energieträgern, des Transports, der Übertragung und des Baus von Energieanlagen und anderer Infrastruktur. Zudem führt die Energieerzeugung auch zur Schädigung und zum Verlust von Ökosystemen, z. B. aufgrund von Wasserkraftwerken. Diese sogenannten "Well-to-tank"-Emissionen führen zu einer Reihe von externen Effekten, die insbesondere in den Kosten der Luftverschmutzung und des Klimawandels sowie den Kosten für Ökosystemschäden mitberücksichtigt werden sollten. Vor allem bei elektrisch betriebenen Verkehrsträgern sind die Auswirkungen der Energieerzeugung aufgrund der unterschiedlichen Nutzung von erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energiequellen sehr relevant⁵⁾.
- **Fahrzeugproduktion, -wartung und -entsorgung:** Ein wichtiger Inputfaktor für den Transport sind die Fahrzeuge (z. B. Pkw, Lkw, Flugzeuge usw.), die über den gesamten Lebenszyklus negative Umweltauswirkungen in Form von Emissionen von Luft-, Wasser-, Bodenschadstoffen sowie Treibhausgasen bewirken.
- **Herstellung, Instandhaltung und Entsorgung der Verkehrsinfrastruktur:** Auch der Bau, die Instandhaltung und die Entsorgung von Infrastrukturelementen führen zu negativen externen Effekten, vor allem in Hinblick auf die Flächennutzung und die Folgekosten für Natur und Landschaft sowie die Emission von Schadstoffen.
- Während die Lebenszyklusemissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen für Fahrzeuge, Infrastruktur und Energieerzeugung in ausgewählten Studien einzelner Länder als externe Kosten der Luftverschmutzung und des Klimawandels quantifiziert sind

Stadtgebiete und Gebiete entlang wichtiger Verkehrskorridore zu veröffentlichen. Eine detaillierte Aufarbeitung und graphische Darstellung der Daten bietet die Europäische Umweltagentur, <https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise> (zuletzt abgerufen am 18.11.2020).

⁵⁾ Die indirekten Emissionen und damit verbundenen Kosten variieren sehr stark im Ländervergleich, je nach Verfügbarkeit und Nutzung erneuerbarer Energiequellen.

(siehe z. B. Matthey –Bünger, 2019 für Deutschland; *Infras –Ecoplan*, 2008 für die Schweiz⁶⁾), sind diese Auswirkungen in den EU-weiten Studien nicht berücksichtigt. Zudem werden die negativen Auswirkungen dieser vor- und nachgelagerten Prozesse für Ökosysteme und Landnutzung sowie bestimmte Risikofaktoren im Zuge der Energieerzeugung und -verteilung, z. B. in Verbindung mit Kernkraftwerken oder Tiefseebohrungen, aufgrund fehlender aktueller und anerkannter Kostenfaktoren derzeit in den vorliegenden Studien nicht abgedeckt⁷⁾. Ein detaillierter Überblick über die Abgrenzung und Bewertung dieser externen Kostenkategorie ist in Übersicht 2.6 dargelegt. Die Quantifizierung der externen Kosten in vor- und nachgelagerten Prozessen beschränkt sich somit auf die Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen im Rahmen der Energiebereitstellung und basiert auf den hierfür verwendeten methodologischen Ansätzen (vgl. Kapitel 3).

Übersicht 2.6: Abgrenzung und Bewertungsansatz der Kosten in vor- und nachgelagerten Prozessen in den drei Hauptstudien

Studien	Kostenkomponenten	Berücksichtigte Auswirkungen	Nicht berücksichtigte Auswirkungen	Datenbasis Kostenbewertung
Korzhenevych et al. (2014)	Energiebereitstellung	Treibhausgase (Kosten des Klimawandels); Luftschadstoffe (Kosten der Luftverschmutzung)	Fahrzeugproduktion, Herstellung der Infrastruktur; negative Auswirkungen für Ökosysteme und Landnutzung; Risikofaktoren im Zuge der Energiebereitstellung	TREMOVE; van Essen et al. (2011); Guidebook (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, Updated June 2010); EEA Daten
van Essen et al. (2019A)	Energiebereitstellung	Treibhausgase (Kosten des Klimawandels); Luftschadstoffe (Kosten der Luftverschmutzung)	Fahrzeugproduktion, Herstellung der Infrastruktur; negative Auswirkungen für Ökosysteme und Landnutzung; Risikofaktoren im Zuge der Energiebereitstellung	TREMOD (2017); EU-Daten von JEC well-to-wheel analysis (2014)
van Essen et al. (2011)	Energiebereitstellung	Treibhausgase (Kosten des Klimawandels); Luftschadstoffe (Kosten der Luftverschmutzung)	Fahrzeugproduktion, Herstellung der Infrastruktur; negative Auswirkungen für Ökosysteme und Landnutzung; Risikofaktoren im Zuge der Energiebereitstellung	TREMOVE; EcoPassenger report from IFEU

Q: WIFO-Zusammenstellung.

⁶⁾ Wie die Ergebnisse für die Schweiz (*Infras –Ecoplan*, 2008) zeigen, entfallen im Straßenverkehr 50% der gesamten vor- und nachgelagerten Kosten auf die externen Kosten von Fahrzeugproduktion und Infrastruktur, während die anderen 50% auf die Energieerzeugung und -verteilung entfallen. Beim Schienenverkehr hingegen sind die Fahrzeug- und Infrastrukturkosten für mehr als 80% der vor- und nachgelagerten Kosten verantwortlich. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die externen Kosten der Stromproduktion für den Bahnverkehr in der Schweiz aufgrund des hohen Anteils erneuerbarer Energien, vor allem Wasserkraft, sehr gering sind. In anderen europäischen Ländern (z. B. Polen) wird das Verhältnis der einzelnen Kostenkomponenten an den gesamten vor- und nachgelagerten Kosten im Bahnverkehr deutlich von den Befunden der Schweiz abweichen.

⁷⁾ In der Vorgängerstudie zu van Essen et al. (2011) Schreyer et al. (2004) wurde das nukleare Risiko mit dem Kostenfaktor von 0,035 €/kWh berücksichtigt. Dieser Wert basiert jedoch auf relativ alten Studien (siehe z. B. Banfi et al., 2000; ExternE, 2000; Bickel –Friedrich, 2001) und wird daher nicht mehr als angemessen betrachtet (van Essen et al., 2011, 2019A). Basierend auf einem umfassenden Literaturüberblick quantifiziert die Studie von Günther et al. (2011) eine risikoadäquate Versicherungsprämie zur Deckung von nuklearen Unfällen in Deutschland. Um die Folgekosten über 100 Jahre gerechnet abzudecken, wäre eine Erhöhung der Verbraucherpreise um 0,139 €/kWh bis 2,36 €/kWh erforderlich.

2.2.6 Kosten der Beeinflussung von Natur und Landschaft und Trennwirkungen

Die Verkehrsinfrastruktur hat verschiedene negative Auswirkungen auf die Natur, die Landschaft und die natürlichen Lebensräume. Zu den wichtigsten in der Literatur angeführten negativen Effekten zählen:

- Verlust von Lebensräumen bzw. Ökosystemen infolge von versiegelten Flächen (Habitatverlust): Die Verkehrsinfrastruktur erfordert natürliche Flächen und führt daher zu einem Verlust natürlicher Ökosysteme, die Lebensräume von Pflanzen und Tieren sind. Dieser Verlust an Lebensräumen beginnt mit dem Bau der Verkehrsinfrastruktur, besteht über die gesamte Lebensdauer und wirkt sich negativ auf die Biodiversität aus.
- Fragmentierung von Lebensräumen (Habitatfragmentierung): Neben der Flächenversiegelung verursacht die Verkehrsinfrastruktur, insbesondere große Hauptinfrastrukturen wie Autobahnen und Hochgeschwindigkeitseisenbahnstrecken, auch Fragmentierungs- und Trennungseffekte für Tiere, die sich nachteilig auf die Lebensräume bestimmter Arten und folglich die biologische Vielfalt auswirken.
- Verschlechterung der Lebensraumqualität durch Emissionen (Habitatdegradation): Die Emission von Luftschadstoffen und anderer toxischer Substanzen (z. B. Schwermetalle) führt zu einem Verlust von biologischer Vielfalt und damit zu externen Kosten, die allerdings in anderen Kostenkomponenten (Luftschadstoffe, Boden und Wasser, siehe Unterkapitel 2.2.2 und Unterkapitel 2.2.8) berücksichtigt sind.

Die Quantifizierung der externen Kosten beschränkt sich somit auf den Verlust an biologischer Vielfalt aufgrund von Flächenverbrauch und Zerschneidung und kann auf Basis unterschiedlicher Bewertungskonzepte (z. B. Wiederherstellungskosten, Reparaturkosten) erfolgen. Während das Handbuch der Europäischen Kommission auf Grundlage der Größe des Infrastrukturnetzes und der durchschnittlichen Kostenfaktoren basierend auf den Ergebnissen der Schweizer Studie (*Infras – Ecoplan*, 2008) die Schäden an Ökosystemen auf Basis des Ersatzkostenansatzes⁸⁾ bewertet, basiert die Studie von *van Essen et al.* (2011) auf dem alternativen Bewertungskonzept der Reparaturkosten und bezieht sich auf die Kostenfaktoren der europäischen Forschungsstudie NEEDS (2006)⁹⁾ sowie der Vorgängerstudie (*Schreyer et al.*, 2004)¹⁰⁾. Eine Gegenüberstellung der in den Hauptstudien angeführten Bewertungsmaßstäbe ist in Übersicht 2.7 ersichtlich. Allerdings werden diese negativen externen Kosten im Zusammenhang mit Verkehrsaktivitäten nur in wenigen Studien abgedeckt. Detaillierte Berechnungen wurden im Rahmen des europäischen Projekts NEEDS (2006) sowie für die Schweiz (*Infras – Ecoplan*, 2019) und Deutschland (*Matthey – Bünger*, 2019 auf der Grundlage von NEEDS) durchgeführt. Bei der

⁸⁾ Bei diesem Ansatz werden für die Bewertung von Lebensraumverlusten die Kosten für die (virtuelle) Wiederherstellung von verlorenen Ökosystemflächen und bei Zerschneidung von Lebensräumen die Kosten für potentielle Ausgleichsmaßnahmen (wie z. B. Defragmentierungsbauwerken in Form von Wildtierbrücken) berücksichtigt (vgl. Methodenkonvention von *Matthey – Bünger*, 2019).

⁹⁾ http://www.needs-project.org/RS1b/RS1b_D4.2.pdf (zuletzt abgerufen am 24.11.2020).

¹⁰⁾ In der von *Maibach et al.* (2008) veröffentlichten Vorgängerstudie von *Korzhenevych et al.* (2014) wird auf Ergebnisse für die Schweiz (auf Basis der Ermittlung von Ersatz- und Wiederherstellungskosten) zurückgegriffen, allerdings ist eine Übertragung der Kostenstruktur auf andere Länder aufgrund spezifischer lokaler Faktoren (Topographie, alpine Ökosysteme usw.) nur beschränkt möglich.

Bemessung dieser externen Effekte sind bauliche Maßnahmen, die die Zerschneidung von Lebensräumen vermindern (z. B. Wildübergänge), als teilweise Internalisierung der externen Kosten zu werten (Auf der Maur et al., 2013).

Übersicht 2.7: Abgrenzung und Bewertung der Kosten der Beeinflussung von Natur und Landschaft in den drei Hauptstudien

Studien	Kostenkomponenten	Bewertungsansatz	Datenbasis Kostenbewertung	Datenbasis Infrastruktur
Korzhenevych et al. (2014); Maibach et al. (2008)	Verluste an biologischer Vielfalt aufgrund von Lebensraumverlust und Fragmentierung	Ersatz- und Wiederherstellungskosten	Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft (ARE, 2005)	k.A.
van Essen et al. (2019A)	Verluste an biologischer Vielfalt aufgrund von Lebensraumverlust und Fragmentierung	Ersatz- und Wiederherstellungskosten	INFRAS, Ecoplan, 2019	Eurostat
van Essen et al. (2011)	Verluste an biologischer Vielfalt aufgrund von Lebensraumverlust und Fragmentierung	Reparaturkosten	NEEDS, 2006	Schreyer et al. (2004)

Q: WIFO-Zusammenstellung.

2.2.7 Stauzeitverlustkosten

Eine kontroverse Sichtweise in Bezug auf die externen Kosten gibt es im Hinblick auf Stauzeitverlustkosten, weshalb diese Komponente oft getrennt ausgewiesen wird. Während einige Studien zur Bewertung von externen Effekten des Verkehrs (z. B. van Essen et al., 2019A) Staukosten als externe Kosten ansetzen, stellen diese für andere Autorinnen und Autoren (z. B. Rothengatter, 1994) zwar eine wichtige Kostenposition dar, die jedoch im Marktsystem internalisiert ist. Das Argument ist, dass diese Kosten durch Zeitverluste größtenteils von den Nutzern eines Verkehrsmittels selbst getragen werden und beispielsweise eine Taxifahrt über die gleiche Strecke im Stau mehr kostet als ohne Stau. Die mit dem Stau in Verbindung stehenden Kosten sind folglich in das Marktsystem integriert. Eine sehr präzise Definition von Staukosten und ihre Bewertung im Hinblick auf die Externalität geben Cerwenka et al. (2012). Sie definieren Staukosten als "eine Differenz von Stauzeitkosten gegenüber Zeitkosten ohne Stau" (Cerwenka et al., 2012; S.18) und sprechen in diesem Zusammenhang von Stauzeitverlustkosten, die gemäß ihrer Definition und Abgrenzung nicht den externen Kosten zuzuordnen sind. Nachdem Stauzeitkosten ohne staatliche Eingriffe von den Verkehrsteilnehmenden getragen werden, vertritt auch Jaag (2011) eine ähnliche Sichtweise, dass in diesem Zusammenhang keine externen Effekte vorliegen. Andere Beiträge sehen die Kosten von Verspätungen, die jeder einzelne Verkehrsteilnehmer erleidet, als interne Kosten an, während jene Stauzeitkosten, die anderen Verkehrsbeteiligte auferlegt werden als externe Kosten betrachtet werden (z. B. van Essen et al., 2011)¹¹⁾.

Grundsätzlich setzen sich die staubedingten Kosten aus Zeitverlusten infolge längerer und unzuverlässiger Fahrzeiten sowie staubedingt höheren Betriebs-, Unfall- und Umweltkosten zusammen. Diese Zeitverzögerungen und Zeitverluste resultieren häufig aus einer Kapazitätsüberlastung, können aber auch andere Ursachen, wie Unfälle, Baustellen und Wetter haben (Schade et al., 2006). Angesichts einer Schätzung, dass die externen Kosten des Verkehrs um

¹¹⁾ Auch das Bundesverwaltungsgericht in der Schweiz beschäftigt sich mit der Frage, ob und unter welchen Gesichtspunkten die Berücksichtigung von Stauzeitkosten als externe Kosten gerechtfertigt sind.

etwa ein Drittel höher sind, wenn Staukosten dazugezählt werden (*van Essen et al.*, 2019A), sind konzeptionelle Erwägungen wichtig und müssen ausreichend gewürdigt werden. Die Internationalisierung von Stauzeitkosten "[...] ist daher mehr eine Frage des Erreichens von Effizienz innerhalb eines bestimmten Verkehrssektors und weniger des Erreichens von Effizienz in der Gesamtwirtschaft" (*Becker et al.*, 2012, S. 13).

Aufgrund der kontroversen Ansichten und zugleich wirtschaftlichen Relevanz sind Stauzeitkosten in der Literatur auf Basis unterschiedlicher methodischer Ansätze und Datengrundlagen umfassend erforscht (siehe u. a. *ARE*, 2007; *Keller – Wüthrich*, 2016; *Korzhenevych et al.*, 2014; *van Essen et al.*, 2011, 2019A). Die meisten Studien erfassen diese Kostenkomponente über Zeitverluste, ökonomische Ansätze hinsichtlich der Ermittlung von Wohlfahrtsverlusten oder Speed-Flow-Funktionen, die die Verkehrsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Auslastung analysieren (*ARE*, 2007). Ein umfassender Literaturüberblick über die Stauzeitkosten unterschiedlicher Verkehrsträger ist im Handbuch der Europäischen Kommission (*van Essen et al.*, 2019A) sowie in der Studie von *Korzhenevych et al.* (2014) zusammenfassend dargestellt. Länderspezifische Ergebnisse und Unterschiede in den Stauzeitkosten werden in der Studie von *van Essen et al.* (2011) übersichtlich angeführt.

2.2.8 Weitere Kostenfaktoren

In einigen ausgewählten Studien werden auch weitere negative externe Effekte im Zusammenhang mit Verkehrsaktivitäten genannt, die in den vorangegangenen Kapiteln dieser Studie bislang nicht diskutiert wurden. In vielen Fällen werden diese Umweltwirkungen allerdings nur qualitativ beschrieben und bewertet, während eine Monetarisierung dieser Effekte, insbesondere für mehrere Länder, wie z. B. die EU-Länder, aufgrund von Dateneinschränkungen nur äußerst selten vorliegt und somit eine Validierung der Kostenfaktoren nur begrenzt möglich ist und die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind.

Zusatzkosten in städtischen Räumen

In städtischen Räumen entstehen durch den motorisierten Verkehr mit der dazugehörigen Verkehrsinfrastruktur weitere negative Auswirkungen, zu denen in der Literatur folgende Effekte zählen:

- Zeitverluste für den Langsamverkehr aufgrund von Trennungseffekten: Beim Überqueren von Verkehrsinfrastruktur (z. B. Straßen- und Schieneninfrastruktur im Bereich von Ampeln, Kreuzungen und Bahnschranken) entstehen Wartezeiten, diese Zeitverluste können als externe Kosten betrachtet werden.
- Knappheitsprobleme ausgedrückt als Verlust an verfügbarem Platz für Fahrräder: Insbesondere auf großen Straßenadern ist der für Fahrräder zur Verfügung stehende Platz begrenzt und bedarf separater Radstreifen bzw. Radwege. Sofern diese nicht zur Verfügung stehen, können sie als externe Kosten infolge des motorisierten Verkehrs angesehen werden (*van Essen et al.*, 2011; *Maibach et al.*, 2008).
- Visuelle Beeinträchtigung von Ortsbild und Aufenthaltsqualität: Verkehrsinfrastrukturen mit hohem Verkehrsaufkommen in dicht besiedelten Gebieten verursachen visuelle Beeinträchtigungen, eine Verminderung der Aufenthaltsqualität sowie aufgrund von

potentiellen Sicherheitsrisiken, Lärm und Trennwirkungen auch eine Reduktion der Lebensqualität (*Infras – Ecoplan*, 2019).

Zu den wenigen Studien, die eine Monetarisierung der externen Effekte in städtischen Räumen vornehmen, zählen u. a. *Maibach et al.* (2008) auf Basis von Zeitverlusten und Knappheitsproblemen), *van Essen et al.* (2011) auf Basis von Zeitverlusten und *Infras – Ecoplan* (2019) anhand von Zeitverlusten und visuellen Beeinträchtigungen.

Kosten der Boden- und Wasserverschmutzung

Die negativen Umweltwirkungen der Verkehrsaktivitäten verursachen Verschmutzungen der Boden- und Wasserqualität in der Nähe von Verkehrsinfrastrukturen. Die wichtigsten negativen Auswirkungen ergeben sich aus der Emission von Schwermetallen und toxischen Stoffe sowie durch Verschmutzungen durch Abfall, Abwasser, Öl und Ballastwasser (*van Essen et al.*, 2019A). Die Quantifizierung der externen Effekte im Zusammenhang mit diesen Umweltwirkungen ist in der Literatur bislang nur wenig erforscht, wodurch belastbare und EU-weite Kostenfaktoren kaum vorliegen.

Studien, die eine Monetarisierung der externen Effekte infolge toxischer Stoffe für den Straßen- und Schienenverkehr vornehmen, sind *van Essen et al.* (2011) sowie *Infras – Ecoplan* (2019) für die Schweiz. Im Seeverkehr und in der Binnenschifffahrt verursachen Abwasser und Ballastwasser erhebliche Wasserverschmutzungen und folglich externe Kosten, die in einigen Studien diskutiert werden (z. B. *Hayman et al.*, 2000; *Trozzi – Vaccaro*, 2000), allerdings nur selten quantifiziert werden (z. B. *Miola et al.*, 2009 auf Basis von Wiederherstellungskosten).

Eine spezielle Form der Wasserverschmutzung stellen Ölverschmutzungen oder Unfälle im Zusammenhang mit der Ölförderung dar, die mit erheblichen Umweltwirkungen und folglich hohen Umweltkosten in Verbindung stehen. Diese negativen Auswirkungen werden in einigen Studien diskutiert und anhand indikativer Daten zu den externen Kosten bewertet (z. B. *Navrud et al.*, 2017; *Farrow – Larson*, 2012; *Bigano et al.*, 2009; VTPI, 2016¹²). Allerdings basieren diese Kostenfaktoren hauptsächlich auf Einzelereignissen bzw. Unfällen, oder berücksichtigen die Kosten von Präventionsmaßnahmen (*Navrud et al.*, 2017).

Zusatzkosten in sensiblen Gebieten

In mehreren europäischen Studien (GRACE, 2006¹³; EUSALP, 2017¹⁴; CEREMA, 2018¹⁵) wird darauf hingewiesen, dass bei gewissen Arten von externen Kostenkategorien die Beeinträchtigungen in sensiblen Gebieten, wie z. B. im Alpenraum, höher sind als im Durchschnitt. Auf Basis eines Wirkungspfadansatzes ("impact-pathway"-Methode) werden die Kostenfaktoren entlang

¹²) <https://www.vtpi.org/tca/> (zuletzt abgerufen am 24.11.2020).

¹³) <https://trimis.ec.europa.eu/project/generalisation-research-accounts-and-cost-estimation#tab-outline> (zuletzt abgerufen am 24.11.2020).

¹⁴) https://www.alpine-region.eu/sites/default/files/uploads/result/1028/attachments/eusalp_external-costs-in-mountain-areas_final-report_fin.pdf (zuletzt abgerufen am 24.11.2020).

¹⁵) https://www.alpconv.org/fileadmin/user_upload/fotos/Banner/Organisation/thematic_working_bodies/Part_02/transport_working_group/3_Annex2-External_costs_progress_report-v2.pdf (zuletzt abgerufen am 24.11.2020).

des Wirkungspfades auf die besonderen Gegebenheiten von Berggebieten untersucht. Dabei spielen folgende Faktoren eine Rolle (Sutter et al., 2017):

- höheres Emissionsniveau, z. B. aufgrund von Höhenlage, Steigungen;
- höhere Konzentration der Luftverschmutzung, z. B. aufgrund anderer meteorologischer und topographischer Bedingungen;
- andere Dosis-Wirkungsbeziehung, z. B. aufgrund anderer Bevölkerungsdichte und anderer Risikofaktoren;
- verschiedene Schadenskosten, z. B. aufgrund spezifischer Monetarisierungsfaktoren und Preise.

Auf Basis dieser Bewertung wird für die wichtigsten externen Kostenfaktoren (z. B. Kosten der Luftverschmutzung, Lärmkosten, Unfallkosten) ein sogenannter Bergfaktor ermittelt, der die Relation zwischen externen Kosten in Berggebieten und externen Kosten in Nicht-Berggebieten darstellt. Die Ergebnisse der Studie von Sutter et al. (2017) werden Übersicht 2.8 zusammenfassend dargestellt.

Übersicht 2.8: Die wichtigsten Kostentreiber und ermittelten Kostenfaktoren für Berggebiete

	Kostentreiber	Faktor Straße	Faktor Schiene
Luftverschmutzung	Höhere Emissionen und höhere Konzentration der Luftverschmutzung aufgrund meteorologischer und topographischer Bedingungen	4,2	2,6
Lärm	Höhere Emissionen aufgrund von Topographie und meteorologischen Bedingungen; stärkere Steigungen erhöhen Lärmemissionen	4,1	3,0
Landschaftsverlust	Verletzbare Ökosysteme in Bergregionen	1,3	1,4
Unfallkosten	Höhere Investitions- und Betriebskosten	3,9	k.A.

Q: WIFO-Zusammenstellung.

3. Befunde zu externen Kosten im internationalen Warentransport: Umfang und Höhe der Kosten nach Verkehrsträger

Im Allgemeinen kann zwischen gesamten, durchschnittlichen und marginalen externen Kosten unterschieden werden. Gesamtkosten (G) beziehen sich auf die von unterschiedlichen Verkehrsträgern verursachten gesamten jährlichen Kosten in einem geographisch festgelegten Bereich. Aus diesen aggregierten Kosten können unter Heranziehen eines Maßes der Verkehrsleistung die Durchschnittskosten (D) berechnet werden. Im Personenverkehr wird die Verkehrsleistung in Personenkilometern (pkm) und im Güterverkehr in Tonnenkilometern (tkm) ausgedrückt. Somit können mit den Durchschnittskosten in €/1.000 tkm die externen Kosten der einzelnen Transportmittel bei gleicher Leistung unterschieden werden.

Im Gegensatz dazu wird bei den marginalen Kosten nicht jeder Tonnenkilometer eines Verkehrsmittels gleich belastet, sondern es werden die Kosten gemessen, die durch die Erbringung einer zusätzlichen Verkehrseinheit entstehen. Der Umfang der Kosten einer solchen weiteren Verkehrsleistungseinheit ist stark abhängig von den aktuellen Rahmenbedingungen, wie beispielsweise dem Zeitpunkt (Tag/Nacht), der Anzahl weiterer Verkehrsnutzenden und dem Ort (Stadt/Land). Demnach beziehen sich Kosten dieses Typs immer auf eine spezifische Situation und zur Berechnung bedarf es sehr detaillierter Daten. Zusätzlich spielt bei den marginalen Kosten auch die Fristigkeit eine wichtige Rolle. Während in der kurzen Frist die Infrastruktur als fix angenommen wird, umfasst die lange Frist auch Kosten, die bei Kapazitätserweiterungen anfallen. Wenn eine zukünftige Infrastrukturerweiterung mit den Kosten des Baus des Verkehrssystems übereinstimmt, dann entsprechen die langfristigen marginalen externen Kosten annäherungsweise den Durchschnittskosten (*Ecoplan – Infracas*, 2005).

Für manche Kostenbereiche, wie Luftverschmutzung und Klimawandel, sind die durchschnittlichen und marginalen externen Kosten beinahe gleich hoch, insbesondere da die Effekte dieser Kostenkategorien unabhängig von der Höhe des Verkehrsaufkommens sind. Ein Auto verursacht, unter Annahme gleichbleibender anderer Faktoren (Ort, Geschwindigkeit), dieselben Luftschadstoffe sei es auf einer Straße mit hoher oder niedriger Verkehrsdichte. Bei anderen Kostenbereichen hingegen, wie Unfall und Lärm, ist unter anderem die Kapazitätsauslastung sehr wohl relevant, wodurch Werte der beiden Kostentypen (D, M) stark voneinander abweichen können.

Die räumliche Abgrenzung ist ein weiterer Aspekt, der bei der Ermittlung der externen Kosten berücksichtigt werden sollte. Grundsätzlich kann zwischen dem Territorialprinzip, welches in den nationalen Studien von *Bieler – Sutter* (2019) und *ARE* (2020A) verwendet wird, und dem Nationalprinzip, welches in den europäischen Studien (*van Essen et al.*, 2011, 2019A) zur Anwendung kommt, unterschieden werden. Ersteres umfasst alle verkehrlichen Aktivitäten innerhalb eines Landes, wobei sowohl Emissionen von im Inland registrierten Fahrzeugen als auch im Ausland registrierten Fahrzeugen miteinbezogen werden. Im Gegensatz dazu bezieht sich das Nationalprinzip nur auf verkehrliche Aktivitäten der im eigenen Land registrierten Transportmittel, unabhängig davon in welchem Land die Emissionen verursacht wurden. Auf welchem Prinzip die Verkehrsdaten basieren, beeinflusst die Berechnung der externen Kosten, insbesondere die Zuordnung der Unfall- und Lärmkosten. In Ländern mit einem hohen Transitverkehr, wie Österreich,

macht sich dies besonders bemerkbar, da nach dem Nationalprinzip die Lärmkosten verursacht durch die transitierenden Lkw nicht in den österreichischen Kosten aufscheinen, obwohl die in Österreich lebenden Personen von der Lärmbelastung betroffen sind. Das Territorialprinzip ist zur Abschätzung der externen Kosten des Verkehrs das bessere Prinzip, wird aber aufgrund der Datenverfügbarkeit nicht von allen Studien verwendet. Des Weiteren wird bei internationalen Transportwegen teilweise das Halbstreckenprinzip verwendet, wonach der Verkehrsweg jeweils zur Hälfte dem exportierenden und importierenden Land zugeschrieben wird. Zur Anwendung kommt dieses Prinzip in der schweizerischen Studie (ARE, 2020A) bei der Berechnung der Effekte im Luft- und Schiffverkehr und bei der europäischen Studie (van Essen et al., 2019A) für den Schiffverkehr.

Nachdem im Kapitel 2 die einzelnen Kostenkategorien im Detail beschrieben wurden, folgt nun in einem zweiten Schritt ein umfassender Überblick zu den Befunden der externen Effekte des Verkehrs. Um die Frage zu beantworten, wie hoch derzeit die externen Kosten der verschiedenen Gütertransportmittel sind, werden mehrere Studien, die unterschiedliche Methoden verwenden, gegenübergestellt.

3.1 Untersuchte Studien und Methodik

In Übersicht 3.1 sind die Rahmenbedingungen einiger wichtiger Studien dargestellt, wobei der Umfang dieser gemäß den Kostentypen, Kostenbereichen und Transportmitteln verdeutlicht wird. Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt, hängen die meisten europäischen Studien eng zusammen, da die gleichen Auftraggeber oder -nehmer involviert waren, meist die gleichen Datengrundlagen verwendet wurden und auch bei der Methodik keine großen Unterschiede bestehen.

Um einen umfassenderen Blick in die Analyse einzubringen, werden die aktuellen Studien ausgewählter Länder betrachtet, die sich in der Methodik und Datengrundlage etwas von den drei Hauptstudien unterscheiden. Demnach werden in den folgenden Abschnitten die externen Gesamt- und Durchschnittskosten des Güterverkehrs je Transportmittel von fünf Studien miteinander verglichen. Einerseits werden die beiden von CE Delft bearbeiteten Analysen (van Essen et al., 2011, 2019A) betrachtet, andererseits wird auf drei nationale Studien eingegangen, eine zu Österreich (Herry, 2016), eine zu Deutschland (Bieler – Sutter, 2019) und eine zu der Schweiz (ARE, 2020A)¹⁶. Die Kostenkategorien, die in allen fünf Studien abgedeckt wurden, betreffen die Bereiche Klimawandel, Lärm, Luftverschmutzung, Naturverbrauch, Unfall sowie vor- und nachgelagerte Prozesse. Im Folgenden werden die Gesamtkosten in Mio. € und die Durchschnittskosten in €/1.000 tkm ausgedrückt.

¹⁶ ARE (2020A) ist der aktuellste Bericht der Schweizstudie, wobei die genauen Daten aus der Excel-Tabelle (ARE, 2020B) entnommen wurden und die Methodik in Bieler et al. (2018) beschrieben wird.

Übersicht 3.1: Überblick von bedeutenden Studien

Studien	Kostenbereiche						Kostentyp (G, D, M)	Transportmittel					Bezugsjahr	Länder	
	Unfall	Luft	Lärm	Klima- wandel	Naturver- brauch	Vor- und nach. Proz.		Stau	Straße	Schiene	Luft- fahrt	Binnen- schiff			See- schiff
Europäische Studien															
van Essen et al. (2019A)	X	X	X	X	X	X	X	G, D, M	X	X	X	X	X	2016	EU 28, NO, CH, CA, US, JP
Korzhenevych et al. (2014)	X	X	X	X		X	X	M	X	X		X	X	2010	EU 28
van Essen et al. (2011)	X	X	X	X	X	X	X	G, D, M	X	X		X		2008	EU 25 mit NO, CH; ohne MT, CY
Maibach et al. (2008)	X	X	X	X	X	X	X	G, D, M	X	X	X	X	X	2000	EU 25, NO, CH
Schreyer et al. (2004)	X	X	X	X	X	X	X	G, D, M	X	X	X	X		2000	EU 15, NO CHE
Banfi et al. (2000)	X	X	X	X	X	X	X	G, D, M	X	X	X	X		1995	EU 15, NO, CH
Friedrich – Bickel (2001)		X		X	X	X		G, D, M	X	X	X	X		1995-1998 (abh. v. Land)	BE, FN, FR, DE, GR, NL, UK
Länderspezifische Studien															
ARE (2020A)	X	X	X	X	X	X		G, D	X	X	X	X		2017	DE
Schreyer et al. (2007)	X	X	X	X	X	X	X	G, D	X	X	X	X		2005	DE
Bieler et al. (2018)	X	X	X	X	X	X		G, D	X	X	X	X		2017	CH
Ecoplan – Infras (2014)	X	X	X	X	X	X		G, D	X	X	X	X		2010	CH
Herry (2016)	X	X	X	X	X	X		G, D	X	X				2015	AT
Auf der Maur et al. (2013)	X	X	X	X				G, D	X					2010	AT
GAO (2011)	X	X					X	M	X	X		X		2010	US
Delucchi – McCubbin (2010)	X	X	X	X			X	M	X	X	X	X		2006	US

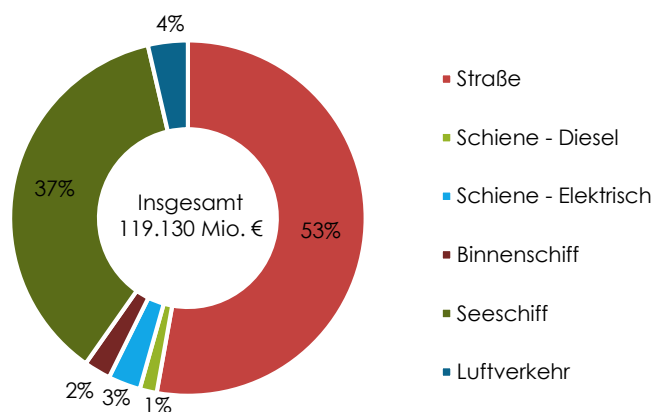
Anmerkung: Gesamtkosten (G), Durchschnittskosten (D) und marginale Kosten (M).
Q: WIFO-Zusammenstellung.

3.2 Ausmaß der externen Kosten des Güterverkehrs

Insgesamt belaufen sich die externen Kosten des Verkehrs in den EU-28-Ländern im Jahr 2016 auf rund 647.005 Mio. €, wovon mit 527.875 Mio. € in etwa 82% auf den Personentransport und mit 119.130 Mio. € ungefähr 18% auf den Warentransport zurückzuführen sind¹⁷⁾. Da der Fokus dieser Studie auf den externen Kosten des internationalen Güterverkehrs liegt, werden im Folgenden ausschließlich Daten des Warenverkehrs berücksichtigt.

Wie in Abbildung 3.1 ersichtlich, verursacht mit 53% (62.924 Mio. €) der Straßenverkehr den größten Anteil an den gesamten externen Kosten des Gütertransports in den EU-28-Ländern. Der Seeschiffverkehr ist für 37% der Gesamtkosten verantwortlich und der Luftfrachtverkehr für ungefähr 4%¹⁸⁾. Etwas geringer, mit 2%, fällt der Anteil der externen Kosten der Binnenschifffahrt aus. Beim Eisenbahngüterverkehr kann zwischen dieselbetriebenen Schienenverkehr, der in etwa 2% (1.849 Mio. €) der externen Gesamtkosten verursacht, und Schiene-Elektrisch, auf die in etwa 3% (3.507 Mio. €) der Gesamtkosten zurückzuführen sind, unterschieden werden. Bei Vergleichen der Anteile an den Gesamtkosten, ist es wichtig zu beachten, dass sich die Transportleistungen der einzelnen Verkehrsträger stark unterscheiden.

Abbildung 3.1: Anteil der Verkehrsträger an den gesamten externen Kosten für die EU 28



Anmerkung: Externe Kosten der Straße beziehen sich auf Lkw > 3,5 t.
Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von van Essen et al. (2019A) für das Jahr 2016.

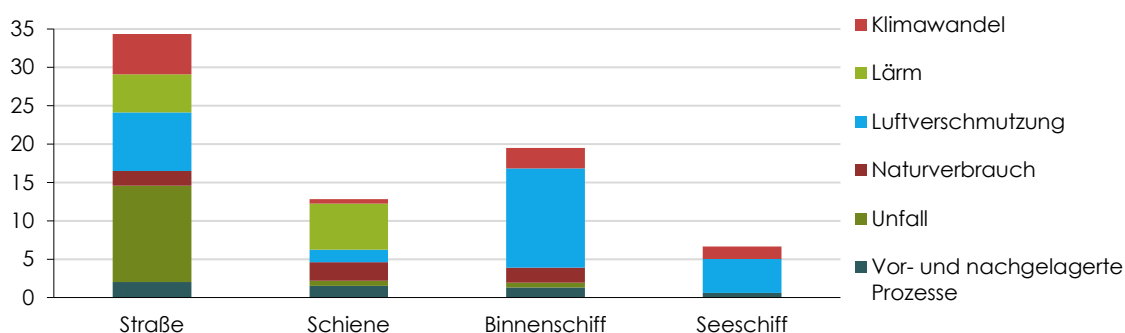
Inwieweit sich die externen Kosten der einzelnen Transportmittel bei gleicher Leistung in den EU-28-Ländern unterscheiden kann Abbildung 3.2 entnommen werden. Am höchsten liegen

¹⁷⁾ Die Werte exklusive Staukosten wurden dem Excel-Appendix von van Essen et al. (2019A) entnommen, wobei Kosten der Lieferwagen dem Personenverkehr zugeschrieben werden. Bei den Kosten des See- und Luftverkehrs ist zu beachten, dass nur 33 Flughäfen und 34 Schiffshäfen berücksichtigt werden. Wenn man die Staukosten miteinbezieht, dann belaufen sich die externen Kosten des Verkehrs in den EU-28-Ländern im Jahr 2016 auf rund 917.610 Mio. €, wovon 85% auf den Personentransport und 15% auf den Warentransport zurückzuführen sind.

¹⁸⁾ Bei den Werten des See- und Luftverkehrs handelt es sich lediglich um die externen Gesamtkosten ausgewählter Flughäfen und Schiffshäfen. Der Anteil des Seeschiffsverkehrs und des Luftverkehrs an den gesamten externen Kosten sollte um einiges höher ausfallen, wenn alle EU 28 Häfen berücksichtigt würden. Genaueres zu diesen Kosten wird im Unterkapitel 3.5 und Unterkapitel 3.6 näher ausgeführt.

die Durchschnittskosten im Straßengüterverkehr mit 34 €/1.000 tkm, wohingegen die Kosten des Eisenbahngüterverkehrs mit 13 €/1.000 tkm deutlich niedriger sind. Es scheint zunächst überraschend, dass die Lärmkosten der Züge höher sind als die der Lkw. Dies ist auf die Verwendung zweier unterschiedlicher Lärmkarten für Straßen und Eisenbahnen zurückzuführen, wonach Personen die Lärmbelastigung eines vorbeifahrenden Zuges höher bewerten als die eines Lkw. Die Binnengüterschifffahrt weist mit 19 €/1.000 tkm einen etwas höheren Wert als der Schienentransport auf. Am geringsten sind die durchschnittlichen externen Kosten des Seeverkehrs mit 7 €/1.000 tkm.

Abbildung 3.2: Externe Durchschnittskosten (€/1.000 tkm) je Verkehrsträger für die EU 28



Anmerkung: Seeverkehr bezieht sich hier auf die Durchschnittskosten von 35 ausgewählten Häfen in der EU.
 Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von van Essen et al. (2019A) für das Jahr 2016.

In den nächsten Abschnitten folgt eine detaillierte Analyse je Verkehrsträger, in der die externen Kosten des Güterverkehrs und die Methodik der Studie von van Essen et al. (2019A) mit vier anderen Studien verglichen werden, mit der Intention einer Plausibilisierung der Ergebnisse des Handbuchs.

Einige Anpassungen der Daten sind notwendig, damit Vergleiche der Studien angestellt werden können. Demnach werden zunächst die Daten der Studie von ARE (2020A) von Schweizer Franken in Euro umgewandelt. Um für die unterschiedlichen Bezugsjahre zu kontrollieren, werden alle Werte inflationsbereinigt auf das Jahr 2016 umgerechnet. Zusätzlich bedarf es einer Anpassung der Gesamtkosten der Studie von van Essen et al. (2011), da die Werte in €/Einwohner dargestellt werden¹⁹⁾. Bei den Vergleichen werden dieselben Kostenkategorien (Klimawandel, Lärm, Luftverschmutzung, Naturverbrauch, Unfall, vor- und nachgelagerte Prozesse) mit einbezogen, jedoch ist dies bei van Essen et al. (2011) nicht möglich, da die Kosten auf Landesebene nur über alle von ihnen betrachteten Kostenkategorien ausgewiesen sind. Somit beinhalten die Kostenwerte dieser Studie auch die relativ kleinen Bereiche Biodiversitätsverlust, Boden- und Wasserverschmutzung und städtische Effekte²⁰⁾.

¹⁹⁾ Für die Umrechnungen werden die harmonisierten Verbraucherpreisindizes und die Bevölkerungsdaten von Eurostat verwendet.

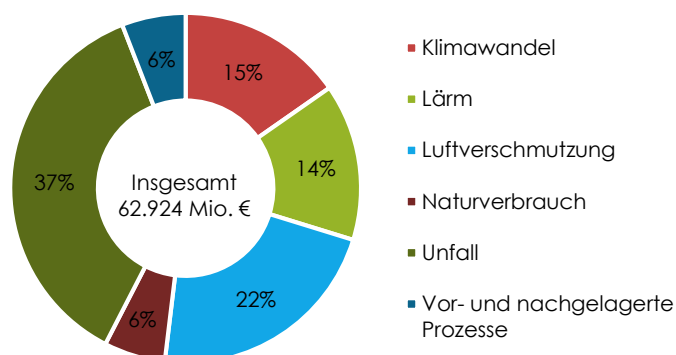
²⁰⁾ Außerdem ist bei van Essen et al (2011) zu beachten, dass sie jeweils ein hohes und ein niedriges Szenario für die Kosten des Klimawandels berechnen. In ihren über alle Kostenbereiche aggregierten Gesamt- und Durchschnittskosten wird von dem dem höheren Szenario ausgegangen.

Die Grundlage für die Berechnung der externen Kosten des Güterverkehrs bilden die Verkehrsleistungen in Tonnenkilometer, die unter anderem benötigt werden, um aus den Gesamtkosten die Durchschnittskosten zu gewinnen. In allen fünf Studien werden neben unterschiedlichen Bezugsjahren auch unterschiedliche Datengrundlagen für die Verkehrsleistungen verwendet. Dies kann neben divergierender Methodik und unterschiedlichen Kostensätzen zu beträchtlichen Unterschieden zwischen den Ergebnissen der Studien führen und sollte bei den Vergleichen berücksichtigt werden.

3.3 Externe Kosten des Straßenverkehrs

Der Straßengüterverkehr trägt zu einem beträchtlichen Teil zu den gesamten externen Kosten bei. Wie sich dieser Wert zusammensetzt soll im Folgendem behandelt werden. In der vorliegenden Studie bezieht sich der Straßenverkehr auf den Einsatz von Lastkraftwagen mit einem zulässigen Gewicht von mehr als 3,5 t, wobei auch Sattelschlepper und Lastzüge inkludiert sind. Lieferwagen mit einem Gesamtgewicht unter 3,5 t werden nicht berücksichtigt²¹⁾.

Abbildung 3.3: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten der Straße für die EU 28



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von van Essen et al. (2019A) für das Jahr 2016.

In Abbildung 3.3 werden die Anteile der berücksichtigten Kostenbereiche an den 62.924 Mio. € Gesamtkosten der EU 28 dargestellt. Mit 37% verursachen die Unfallkosten den größten Anteil, gefolgt von den Kosten der Luftverschmutzung mit 22%, den Kosten des Klimawandels mit 15% und des Lärms mit 14%. Die beiden Bereiche Naturverbrauch und vor- und nachgelagerte Prozesse tragen mit jeweils 6% relativ wenig zu den gesamten externen Effekten bei.

Die externen Durchschnitts- und Gesamtkosten aus den drei Studien für den Lkw-Verkehr in Österreich werden in Übersicht 3.2 gegenübergestellt, wobei die letzte Spalte die prozentuale

²¹⁾ Mehrere Studien (wie van Essen et al., 2019A und Bieler et al., 2018) weisen darauf hin, dass Lieferwagen sowohl für den Gütertransport als auch für den Personentransport verwendet werden, wobei der Anteil der beiden unterschiedlichen Transportmodi an der gesamten Verkehrsleistung unklar ist. Deshalb ist es nicht möglich, die Durchschnittskosten je tkm auszudrücken, wodurch die Vergleichbarkeit mit den anderen Verkehrsträgern nur sehr eingeschränkt möglich ist. Für den internationalen Warentransport, welcher Fokus dieser Studie ist, spielen Lkw eine übergeordnete Rolle.

Abweichung der Kosten der Studie von *van Essen et al.* (2019A) zur Studie von *Herry* (2016) abbildet. Es ist ersichtlich, dass die durchschnittlichen Kosten des Handbuchs über alle Bereiche um 43% höher sind als die der Studie von *Herry Consulting*, wobei sich die durchschnittlichen Kosten je 1.000 tkm auf rund 30,73 € bis 43,97 € belaufen. Zurückzuführen ist dieser Unterschied hauptsächlich auf den Kostenbereich Unfall, bei dem alle verwendeten Inputfaktoren der beiden Studien auf unterschiedlichen Datengrundlagen beruhen. Die Kostensätze der nationalen Studie (*Herry, 2016*) basieren fast ausschließlich auf den Empfehlungen von *Korzhenevych et al.* (2014), und damit beträgt in dieser Studie der Wert des statistischen Lebens, der besonders relevant ist für die Unfallkosten, nur 1,7 Mio. €. Während die österreichische Studie sich auf Daten zu Verunfallten von Statistik Austria aus dem Jahr 2014 bezieht, kommt beim Handbuch die Datenbank "CARE" zum Einsatz.

Übersicht 3.2: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Straßenverkehrs für Österreich

	van Essen et al. (2011)	Herry (2016)	van Essen et al. (2019A)	Abweichung
Gesamtkosten (Mio. €)	2.783,84	1.115,17	1.136,11	2%
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	51,12	30,73	43,97	43%
Alle Kostenkategorien	51,12			
Klimawandel		7,09	4,21	-41%
Lärm		3,72	4,97	34%
Luftverschmutzung		8,84	9,21	4%
Naturverbrauch		5,12	1,89	-63%
Unfall		2,39	21,65	805%
Vor- und nachgelagerte Prozesse		3,56	2,06	-42%

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von *Herry* (2016) und *van Essen et al.* (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

Der Vergleich der Kosten des Straßenverkehrs wird in Übersicht 3.3 für die Schweiz dargestellt und zeigt eine prozentuale Abweichung der Durchschnittskosten des Handbuchs der Europäischen Kommission von der schweizerischen Studie von über 30%. Getrieben wird die Abweichung auch hier insbesondere vom Kostenbereich Unfall, wobei die Durchschnittskosten im Handbuch fast dreimal so hoch sind wie die der nationalen Studie, und dies obwohl der Wert des statistischen Lebens in *Bieler et al.* (2018) mit 6,5 Mio. CHF sehr viel höher liegt. Der Unterschied der externen Kosten sollte demnach an der Datengrundlage der Verunfallten liegen.

Übersicht 3.3: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Straßenverkehrs für die Schweiz

	van Essen et al. (2019A)	van Essen et al. (2011)	Bieler et al. (2018)
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	62,22	56,74	90,91
Gesamtkosten (Mio. €)	752,26	1.354,24	1.544,20

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von *ARE* (2020B) und *van Essen et al.* (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

In den drei zu untersuchenden Studien sind die Durchschnittskosten des Straßenverkehrs über alle Kostenbereiche in Deutschland sehr ähnlich. Wenn man jedoch auf die Zusammensetzung blickt, fallen sehr große Abweichungen auf. Wie auch in den beiden zuvor beschriebenen nationalen Studien stammen die Unterschiede zu einem Großteil aus dem Bereich Unfall. Da die

Kostensätze des Handbuchs und der Studie von *Bieler – Sutter* (2019) ident sind, muss der Unterschied in den Daten zur Anzahl der Verunfallten liegen. Die deutsche Studie stützt sich auf Daten vom Statistischen Bundesamt (Destatis).

Übersicht 3.4: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Straßenverkehrs für Deutschland

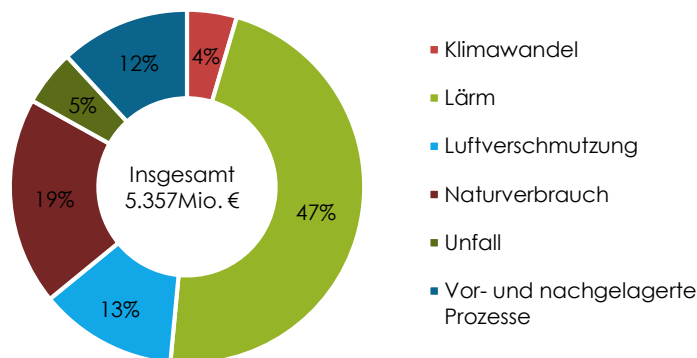
	van Essen et al. (2019A)	van Essen et al. (2011)	Bieler – Sutter (2019)
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	44,29	38,89	43,96
Gesamtkosten (Mio. €)	13.984,10	22.668,74	20.879,46

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von *Bieler – Sutter* (2019) und *van Essen et al.* (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

3.4 Externe Kosten des Schienenverkehrs

Nur etwa 5% der gesamten externen Kosten des Warentransports werden, wie in Unterkapitel 3.2 erläutert, vom Schienenverkehr verursacht. Einerseits lässt sich dies mit der relativ niedrigen Transportleistung im Vergleich zur Straße erklären, andererseits tragen auch die geringen Durchschnittskosten dazu bei. Welche externen Kostenbereiche im Eisenbahnverkehr eine übergeordnete Rolle spielen ist in Abbildung 3.4 dargestellt.

Abbildung 3.4: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten der Schiene für die EU 28



Q: WIFO-Darstellung auf Basis der Daten von *van Essen et al.* (2019A) für das Jahr 2016.

Beim Schienengüterverkehr verursacht der Bereich Lärm fast die Hälfte der insgesamt 5.357 Mio. € externen Kosten. Den zweithöchsten Anteil verursacht der Naturverbrauch mit 19%, gefolgt von der Luftverschmutzung mit 13%. Vor- und nachgelagerte Prozesse umfassen im Handbuch der Europäischen Kommission nur Kosten zur Energiebereitstellung und tragen damit lediglich mit 12% zu den Gesamtkosten des Schienengüterverkehrs bei. Mit 4% und 5% verursachen die beiden Bereiche Unfall und Klimawandel relativ niedrige externe Kosten²²⁾.

²²⁾ In *van Essen et al.* (2019A) werden die Durchschnittskosten des Schienenverkehrs je Land aus der gewichteten Summe der Durchschnittskosten Schiene-Diesel und Schiene-Elektrisch berechnet, wobei Schiene-Diesel mit 0,25 gewichtet wird und Schiene-Elektrisch mit 0,75. In dieser Studie wird die Gewichtung von Schiene-Diesel und

Übersicht 3.5: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Schienenverkehrs für Österreich

	van Essen et al. (2019A)	van Essen et al. (2011)	Herry (2016)
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	22,21	7,32	8,87
Gesamtkosten (Mio. €)	450,14	161,52	181,69

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von Herry (2016) und van Essen et al. (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

Während die externen Kosten der beiden Studien (Herry, 2016; van Essen et al., 2011) des Schienengüterverkehrs für Österreich sehr ähnlich sind, unterscheiden sich die Werte des aktuellen Handbuchs sehr stark davon (siehe Übersicht 3.5). Die durchschnittlichen Kosten liegen in einem Bereich von 7,32 € bis 22,21 €/1.000 tkm, wobei der höchste Wert aus der rezenten EU-Studie entnommen ist. Diese Divergenz ist auf Lärmkosten zurückzuführen, die in der europäischen Studie (van Essen et al., 2019A) um den Faktor fünf höher sind als in der österreichischen Auswertung von Herry Consulting. Im Handbuch werden neuere und detailliertere Kostensätze verwendet, die neben den unterschiedlichen Datengrundlagen der Lärmkartierung die Hauptursache für die Unterschiede in den Kosten sind.

Übersicht 3.6: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Schienenverkehrs für die Schweiz

	van Essen et al. (2019A)	van Essen et al. (2011)	Bieler et al. (2018)
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	20,21	4,12	39,91
Gesamtkosten (Mio. €)	251,23	52,09	430,76

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von ARE (2020B) und van Essen et al. (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

Die durchschnittlichen externen Kosten des Eisenbahngüterverkehrs in der Schweiz liegen, basierend auf der Studie von van Essen et al. (2019A), bei rund 20 €/1.000 tkm, wobei die prozentuale Abweichung zu der Studie von ARE (2020B) beinahe 50% beträgt. Zurückzuführen ist der Unterschied insbesondere auf eine unterschiedliche Bewertung der Kosten der Luftverschmutzung.

Übersicht 3.7: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten des Schienenverkehrs für Deutschland

	van Essen et al. (2019A)	van Essen et al. (2011)	Bieler – Sutter (2019)
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	15,03	10,22	19,96
Gesamtkosten (Mio. €)	1.752,81	1.174,08	2.589,16

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von Bieler – Sutter (2019) und van Essen et al. (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

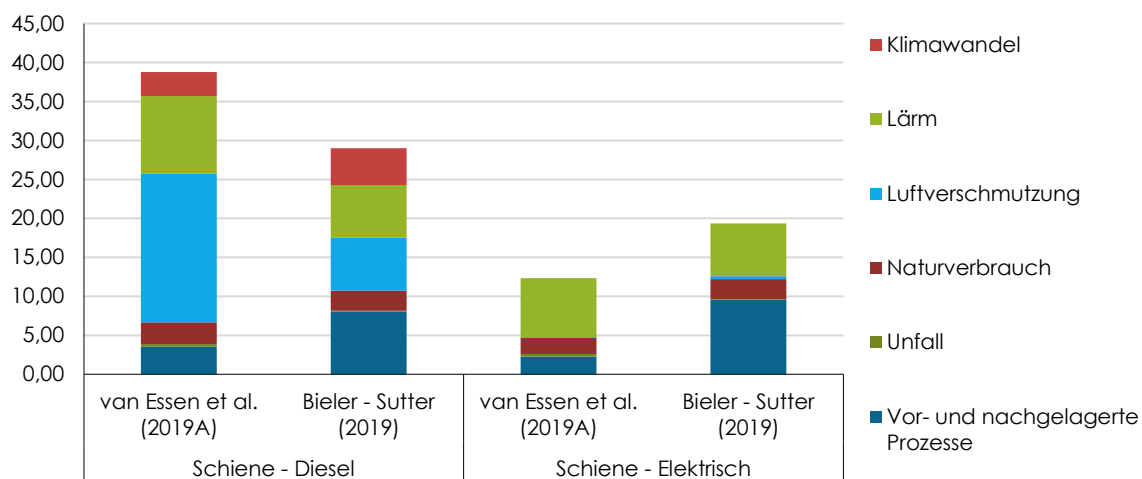
Wie in Übersicht 3.7 ersichtlich, betragen die Durchschnittskosten des Schienenverkehrs für Deutschland 15,03 €/1.000 tkm (van Essen et al., 2019A), beziehungsweise 19,96 €/1.000 tkm

Schiene-Elektrisch für jedes Land mit Hilfe der Transportleistung berechnet und dadurch ergeben sich leicht unterschiedliche Durchschnittskosten für den insgesamten Eisenbahnverkehr. Ausgenommen sind die Länder, bei denen die Transportleistung nicht nach Schiene-Elektrisch und Schiene-Diesel aufgeschlüsselt ist und damit keine genaue Gewichtung berechnet werden kann. Bei diesen Ländern (Irland, Estland, Lettland und Litauen) wird dieselbe Gewichtung vorgenommen, wie im Excel-Appendix des Handbuchs vorgegeben.

(Bieler – Sutter, 2019). Die vor- und nachgelagerten Prozesse sind Treiber dieser Unterschiede, da in der nationalen Studie nicht nur die Kosten aus der Energieproduktion inkludiert sind, sondern auch Kosten der Fahrzeugproduktion, -wartung und -entsorgung sowie Kosten der Verkehrsinfrastruktur. Ein weiterer Grund für die Abweichung ist der niedrigere Klimakostensatz, der in der EU-Studie verwendet wird.

Für Deutschland wird zusätzlich ein Vergleich der europäischen und der nationalen Studie je nach Betriebsart des Schienenverkehrs in Abbildung 3.5 dargestellt, womit deutlich wird, dass sich die externen Kosten und deren Zusammensetzung von elektrisch betriebenen und dieselbetriebenen Zügen stark unterscheiden. Während die durchschnittlichen Kosten des dieselbetriebenen Güterverkehrs, gemäß dem Handbuch, 39 €/1.000 tkm umfassen, betragen die Kosten der elektrisch betriebenen Züge nur 12 €/1.000 tkm²³). Die Durchschnittskosten der beiden Arten weichen, gemäß der deutschen Studie, nicht so stark voneinander ab, da die Kosten des Klimawandels in dieser Studie niedriger ausfallen. Bei elektrischen Zügen werden keine Luftschadstoffe ausgestoßen und damit fallen keine Kosten der Luftverschmutzung an.

Abbildung 3.5: Vergleich der Durchschnittskosten (€/1.000 tkm) von Schiene-Diesel und Schiene-Elektrisch für Deutschland²⁴)



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von Bieler – Sutter (2019) und van Essen et al. (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

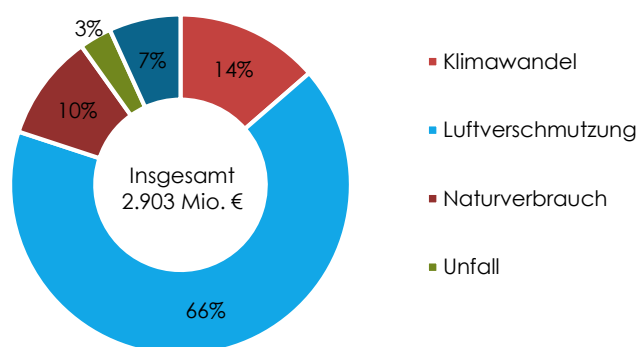
²³) Im Excel-Appendix des Handbuchs werden die Unfallkosten nicht in Schiene-Elektrisch und Schiene-Diesel aufgesplittet. Um diese Werte dennoch in der Abbildung aufführen zu können wird angenommen, dass die Durchschnittskosten des Bereichs Unfall gleichermaßen für alle Zugtypen gilt. Die durchschnittlichen Unfallkosten des Schienengüterverkehrs liegen bei rund 0,3 €/1.000 tkm, womit diese Annahme nicht von besonders hoher Relevanz ist und nur aus Gründen der Vollständigkeit gemacht wird.

²⁴) Ein derartiger Vergleich ist für Österreich nicht möglich, da in der Studie von Herry (2016) die Durchschnittskosten der beiden Betriebsarten nicht unterschieden werden.

3.5 Externe Kosten des Schiffverkehrs

In Abbildung 3.6 werden die Anteile der berücksichtigten Kostenbereiche an den 2.903 Mio. € Gesamtkosten der EU 28 für die Binnenschifffahrt dargestellt. Mit 66% verursacht der Bereich Luftverschmutzung den größten Anteil, gefolgt von den Kosten des Klimawandels mit 14%, den Kosten des Naturverbrauchs mit 10% und der vor- und nachgelagerten Prozesse mit 7%. Der Bereich Unfall trägt mit 3% zu den gesamten externen Kosten der Binnenschifffahrt bei, während Lärmkosten dieser Verkehrsträger in keiner der Studien aufgeführt werden, da die Kosten als unbedeutsam gelten.

Abbildung 3.6: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten der Binnenschifffahrt für die EU 28



Q: WIFO-Darstellung auf Basis der Daten von van Essen et al. (2019A) für das Jahr 2016.

Für Österreich können nur die beiden europäischen Studien verglichen werden, da die österreichische Studie den Transportweg Schifffahrt nicht behandelt. Die durchschnittlichen Kosten belaufen sich auf rund 11 € bis 25 €, wobei die externen Kosten in van Essen et al. (2011) um einiges geringer ausfallen als im aktuellen Handbuch, was auf mehrere Gründe zurückzuführen ist. Zum einen wird der Bereich Unfall für die erstgenannte Studie nicht berücksichtigt. Zum anderen sind die Luftverschmutzungskosten aufgrund der älteren Transportleistungsdaten und Emissionsfaktoren niedriger.

Übersicht 3.8: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten der Binnenschifffahrt für Österreich

	van Essen et al. (2019A)	van Essen et al. (2011)
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	24,63	10,75
Gesamtkosten (Mio. €)	44,48	28,50

Q: WIFO-Darstellung auf Basis der Daten von van Essen et al. (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

Die externen Durchschnittskosten des Binnenschiffverkehrs der Schweiz sind sehr ähnlich in der nationalen Studie und dem aktuellen Handbuch. Lediglich die Unfallkosten der Studie von van Essen et al. (2019A) sind signifikant höher, was unter anderem an der unterschiedlichen Datengrundlage der Verunfallten liegt.

Übersicht 3.9: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten der Binnenschifffahrt für die Schweiz

	van Essen et al. (2019A)	van Essen et al. (2011)	Bieler et al. (2018)
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	18,59	9,90	17,19
Gesamtkosten (Mio. €)	0,82	0,00	34,05

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von ARE (2020B) und van Essen et al. (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

Die Methodenkonvention 3.0, die die Datengrundlage der deutschen Studie bildet, beinhaltet keine Daten zu den Kostenkategorien Unfall und Naturverbrauch. Somit setzen sich die externen Kosten in Bieler – Sutter (2019) aus der Summe der Kosten Klimawandel, Luftverschmutzung und vor- und nachgelagerte Prozesse zusammen. Lärmkosten der Binnenschifffahrt werden in allen drei Studien als irrelevant angesehen und daher nicht berücksichtigt. Weil die beiden Kostenkategorien (Unfall und Natur) beim Binnenschiffverkehr sehr gering sind, unterscheiden sich die Ergebnisse der deutschen und der europäischen Studie kaum voneinander. Lediglich die Kosten der Luftverschmutzung führen aufgrund des höheren Kostensatzes im Handbuch zu Unterschieden.

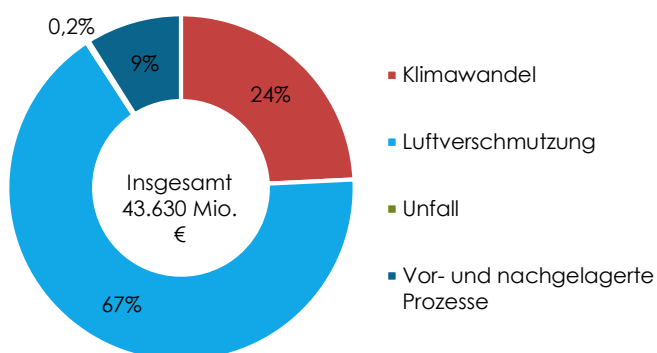
Übersicht 3.10: Vergleich der Durchschnitts- und Gesamtkosten der Binnenschifffahrt für Deutschland

	van Essen et al. (2019A)	van Essen et al. (2011)	Bieler – Sutter (2019)
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	22,20	11,53	19,67
Gesamtkosten (Mio. €)	1.227,94	722,51	1.095,45

Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von Bieler – Sutter (2019) und van Essen et al. (2011, 2019A) für das Jahr 2016.

Die Seeschifffahrt ist ein weiterer relevanter Verkehrsweg, der jedoch in der Literatur weniger oft behandelt wird. In den fünf Studien berücksichtigt lediglich das Handbuch der Europäischen Kommission den Seeverkehr, wobei die externen Kosten nicht auf nationaler Ebene, sondern auf Hafenebene dargestellt werden. Dazu werden 35 Häfen in Europa und 5 in Übersee näher betrachtet.

Abbildung 3.7: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten der Seeschifffahrt für die EU 28



Anmerkung: Seeschiffsverkehr bezieht sich hier auf 35 ausgewählte Häfen in der EU.
 Q: WIFO-Darstellung auf Basis der Daten von van Essen et al. (2019A) für das Jahr 2016.

Abbildung 3.7 stellt die Anteile der berücksichtigten Kostenbereiche an den 43.630 Mio. € Gesamtkosten der Seeschifffahrt für die EU 28 dar. Ähnlich wie im Gütertransport über die Binnenschifffahrt entfallen zwei Drittel der externen Gesamtkosten auf den Bereich Luftverschmutzung, gefolgt von den Kosten des Klimawandels mit 24%. Den externen Kosten im Zusammenhang mit vor- und nachgelagerten Prozessen kommen mit einem Anteil von 9% an den externen Gesamtkosten nur eine untergeordnete Bedeutung zu, ebenso sind die externen Kosten von Unfällen (0,2%) nahezu unbedeutend.

Eine Gegenüberstellung der Durchschnittskosten mit anderen Transportmitteln ist nur für die drei Bereiche Luftverschmutzung, Klimawandel und vor- und nachgelagerte Prozesse möglich, da diese in derselben Verkehrsleistungseinheit ausgedrückt werden können, im Gegensatz zu den Unfallkosten (werden nur in €/1.000 t ausgewiesen). Zu beachten ist allerdings, dass die Transportleistungsaufteilung in den europäischen Ländern beim Seeverkehr dem Halbstreckenprinzip folgt, wonach die Hälfte des Transportweges dem Exportland und die andere Hälfte dem Importland zugewiesen wird. In Übersicht 3.10 werden die Durchschnittskosten des Seeverkehrs für die EU 28 abgebildet, wobei die Kosten der Luftverschmutzung mit 4,43 €/1.000 tkm am höchsten sind.

Übersicht 3.11: Durchschnittskosten des Seeverkehrs je Kostenkategorie für die EU 28

	Klimawandel	Luftverschmutzung	Unfall ¹⁾	Vor- und nachgelagerte Prozesse
Durchschnittskosten (€/1.000 tkm)	1,61	4,43	36,53	0,59

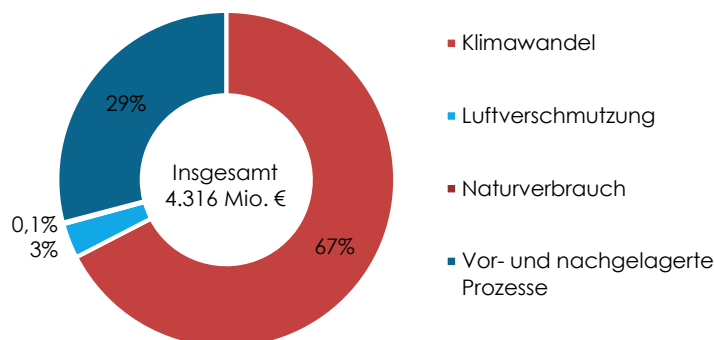
Anmerkung: Seeschiffsverkehr bezieht sich hier auf Durchschnittskosten 35 ausgewählter Häfen in der EU.
Q: WIFO-Darstellung auf Basis der Daten von van Essen et al. (2019A) für das Jahr 2016. – ¹⁾ €/1.000 t

3.6 Externe Kosten des Luftverkehrs

Der Luftfrachtverkehr verursacht 4% der gesamten externen Kosten in den EU-28-Ländern, allerdings handelt es sich hier nur um externe Kosten ausgewählter Flughäfen, da van Essen et al. (2019A) ähnlich wie beim Seeverkehr die externen Kosten nicht auf nationaler Ebene sondern auf Flughafenebene berechnen. Berücksichtigt werden in ihrer Studie 33 internationale Flughäfen, wobei unter anderem die größten der jeweiligen EU-Staaten betrachtet werden. Die Daten zu den Verkehrsleistungen stammen direkt von den Behörden, beziehungsweise den jährlichen Berichten der einzelnen Flughäfen.

Im Luftfrachtverkehr erlauben die Daten, wie auch im Handbuch der Europäischen Kommission aufgeführt wird, keine Berechnung zuverlässiger externer Kosten aller Kostenkategorien. Durchschnittskosten, die für einen Vergleich unterschiedlicher Transportmittel notwendig wären, werden im rezenten Handbuch nicht ausgewiesen. Lediglich die Gesamtkosten werden für die Bereiche Luftverschmutzung, Klimawandel, vor- und nachgelagerte Prozesse und Naturverbrauch im Handbuch beschrieben. Wie in Abbildung 3.8 ersichtlich, ist der Anteil der externen Kosten des Klimawandels an den Gesamtkosten des Luftverkehrs mit 67% am höchsten, gefolgt von den Kosten der vor- und nachgelagerten Prozesse mit 29%. Die beiden Bereiche Luftverschmutzung und Naturverbrauch belaufen sich lediglich auf 3% und 0,1%.

Abbildung 3.8: Anteil der Kostenkategorien an den gesamten externen Kosten des Luftverkehrs für die EU 28

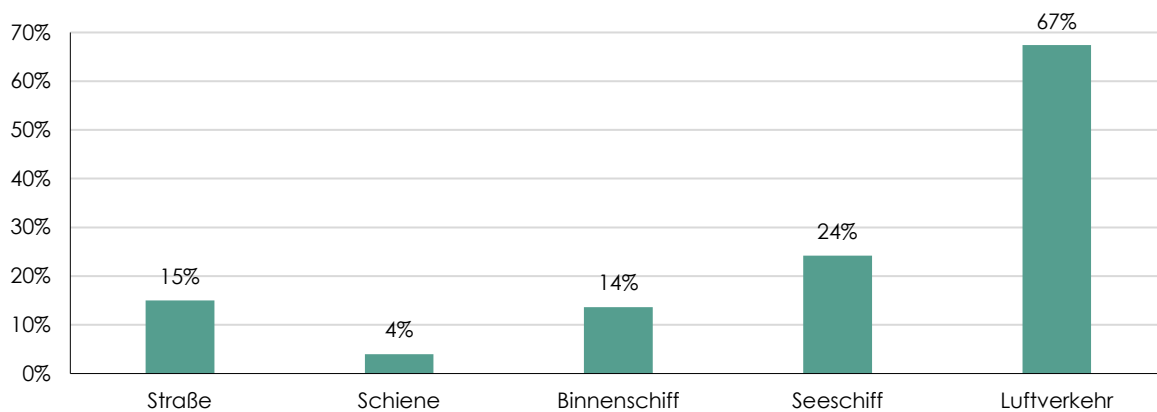


Anmerkung: Luftverkehr bezieht sich hier auf 33 internationale Flughäfen.
Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von van Essen et al. (2019A) für das Jahr 2016.

Der Anteil der Kosten des Klimawandels an den gesamten externen Kosten des Luftfrachtverkehrs ist um ein Vielfaches höher als dies bei den anderen Verkehrsträgern der Fall ist²⁵). Bei diesem Vergleich sollte das Fehlen der beiden Kostenkategorien Lärm und Unfall beim Luftfrachtverkehr und damit das Nichtaufscheinen in den Gesamtkosten berücksichtigt werden. Allerdings weisen van Essen et al. (2019A) beim Personenluftverkehr die externen Kosten aller Kostenkategorien aus und es zeigt sich, dass die beiden Bereiche Unfall und Lärm beim Luftverkehr von nebensächlicher Bedeutung sind und sich gemeinsam auf nur 3% belaufen. Abbildung 3.9 stellt den Anteil der Kosten des Klimawandels an den jeweiligen Gesamtkosten je Verkehrsträger für die EU 28 dar. Wengleich der Luftverkehr in dieser Gegenüberstellung hervorsteht, sind die externen Kosten des Klimawandels auch bei der Seeschifffahrt (24%), im Straßenverkehr (15%) und bei der Binnenschifffahrt (14%) nicht zu vernachlässigen. Beim Schienenverkehr liegen die Kosten des Klimawandels, wie in Kapitel 3.4 beschrieben, bei nur 4%. Dies lässt sich hauptsächlich durch den Einsatz von elektrisch betriebenen Zügen erklären, die im Vergleich zu dieselbetriebenen Zügen keine Luftschadstoffe ausstoßen und somit die externen Kosten der Luftverschmutzung in dieser Transportart senken. Die externen Kosten des Klimawandels und der damit verbundene CO₂-Ausstoß spielen beim internationalen Warentransport und somit auch bei der Internalisierung der externen Kosten eine vorrangige Rolle, da es sich hierbei um globale Effekte handelt, die auch auf internationaler Ebene eine hohe Priorität haben und in diversen Klimaschutzvereinbarungen vorangig adressiert werden.

²⁵) Die Höhe des Anteils der externen Kosten des Klimawandels an den Gesamtkosten des Luftfrachtverkehrs ist vergleichbar mit der schweizerischen Studie ARE (2020A).

Abbildung 3.9: Anteil der Kosten des Klimawandels an den Gesamtkosten je Verkehrsträger für die EU 28



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis der Daten von *van Essen et al. (2019A)* für das Jahr 2016.

4. Internalisierung externer Effekte: Maßnahmen und Umfang der Internalisierung

Durch wirtschaftspolitische Eingriffe versucht die Politik die Externalitäten in den Entscheidungsprozess der Nutzerinnen und Nutzer einzubeziehen und somit das Entstehen externer Effekte einzudämmen, bzw. deren Kosten zu internalisieren. Dies kann entweder durch Regulierungen (z. B. Gebote, Verbote) oder durch die Schaffung von Anreizen für die Nutzerinnen und Nutzer über marktwirtschaftliche Instrumente, wie beispielsweise Steuern, Gebühren, handelbare Zertifikate, erfolgen. Ebenso ist eine Kombination dieser beiden Instrumente möglich. Das Ziel, externe Effekte zu internalisieren, wird auch explizit im Weißbuch der Europäischen Kommission zur Ausgestaltung der Verkehrspolitik angestrebt: "Verkehrsbezogene Entgelte und Steuern müssen umgestaltet werden und mehr dem Prinzip der Kostentragung durch die Verursacher und Nutzer angenähert werden. Die Internalisierung externer Effekte, die Beseitigung steuerlicher Verzerrungen und ungerechtfertigter Subventionen und ein freier und unverfälschter Wettbewerb sind daher Teil der Anstrengungen, Marktoptionen mit Nachhaltigkeitsanforderungen in Einklang zu bringen (und die wirtschaftlichen Kosten der Nichtnachhaltigkeit anzulasten"²⁶).

Einige der Kosten, die mit dem Warentransport in Verbindung stehen, sind ganz oder teilweise internalisiert, ihre Höhe ist also auf ein für die Gesellschaft günstiges Maß reduziert (siehe Unterkapitel 4.1 und Unterkapitel 4.2). Zu den Internalisierungsmaßnahmen zählen etwa Umweltverträglichkeitsprüfungen im Vorfeld von Infrastrukturprojekten, die Auflagen zur Folge haben, Verbote (Frachtverkehr am Wochenende) bzw. Gebote über bestimmte Technologien (Katalysatoren), Steuern und Abgaben auf Fahrzeuge und Kraftstoffe. Hier ist die Frage, ob die Maßnahmen zur Internalisierung ausreichend sind, um die externen Kosten auf ein für die Gesellschaft verträgliches Maß zu verringern. Dabei ist zu bedenken, dass die Gesellschaft alle am Planeten lebenden Menschen und künftige Generationen umfasst, wenn es sich um Schäden globalen Ausmaßes und mit langen Folgewirkungen handelt. Dies ist etwa beim Ausstoß von Treibhausgasen der Fall. In Bereichen, in denen vergleichbare Eingriffe fehlen (z. B. keine Steuer auf Flugbenzin, keine Verpflichtung zur Teilnahme am Emissionshandel für internationalen Flugverkehr, keine Beschränkung der Emissionen und kaum tragbare Arbeitsbedingungen im internationalen Frachtverkehr über die See), ist evident, dass die mit dem Transport verbundenen Kosten nicht internalisiert sind. Es werden daher zu viele Güter über weite Strecken transportiert.

Die Ebene der Regelung, durch die externe Kosten internalisiert werden, hängt von der Art des Problems ab. Zu viel Verkehr in der Innenstadt wird am besten über lokal wirkende Maßnahmen reguliert (z. B. City-Maut), national relevante Effekte (z. B. Lärm, Transport am Wochenende) über Maßnahmen auf der Ebene von Ländern und Nationalstaaten und überregionale Effekte über internationale Verträge und Abkommen. In der EU sind zahlreiche für den Binnenverkehr relevante Auflagen und Regulierungen in Kraft, durch die das Ausmaß der externen Kosten reduziert wird (z. B. in Bezug auf Treibhausgase im System der Lastenteilung mit

²⁶) *European Commission* (2011), TZ 58 und TZ 59.

sektorspezifischen Zielvorgaben). Auf internationaler Ebene gibt es keine vergleichbar strikten und durchsetzbaren Vorgaben (*Wissenschaftliche Dienste*, 2018).

Es gibt generell keine völkerrechtliche Handhabe die Unterzeichner des Abkommens von Paris zu zwingen, die vereinbarten Zielvorgaben einzuhalten. Die Länder der EU sind eine Ausnahme, da die EU-Ziele rechtlich verbindlich sind und die EU Instrumente hat und einsetzt, um das Erreichen der vereinbarten Ziele durchzusetzen. Daraus kann ein Wettbewerbsnachteil entstehen, wenn Nicht-EU-Staaten weniger effektiv die Kostenwahrheit verfolgen oder internationale Verträge überhaupt fehlen (wie z. B. im internationalen Flugverkehr). Die Europäische Kommission erwägt daher, eine mit WTO-Regeln kompatible Grenzausgleichssteuer umzusetzen, sofern das entsprechende Mandat vorliegt (*Europäisches Parlament*, 2019).

Die von der EU-Kommission angedachte Grenzausgleichssteuer (siehe Details in Unterkapitel 5.2) ist auf Kohlendioxid beschränkt (vgl. *Borsky*, 2020). Schäden an marinen Ökosystemen, etwa durch die Verfrachtung von Organismen im Ballastwasser von Schiffen oder durch Tankerunfälle, an der Atmosphäre durch Kondensstreifen von Flugzeugen und andere, nicht mit Treibhausgasen im Zusammenhang stehende Schäden, verursachen darüber hinausgehende externe Kosten von globaler Relevanz, wie in Kapitel 2 und Kapitel 3 aufgezeigt wurde (*Lee et al.*, 2020).

Im Zuge der Internalisierung der Externalitäten ist das Optimierungskalkül im Zusammenhang mit externen Effekten von Relevanz. Dabei geht es nicht darum, die externen Kosten mit Abgaben in der gleichen Höhe zu belasten, um ein von der Gesellschaft angestrebtes Niveau der Schadenvermeidung zu erreichen. Vielmehr geht es darum, Grenzzahlungsbereitschaft und Grenzkosten (einschließlich externer Kosten) in Deckung zu bringen und dabei klar zwischen den öffentlichen und privaten Gütern zu unterscheiden (*Pearce et al.*, 2006).

4.1 Implementierte Internalisierungsmaßnahmen in der EU

Der Verkehr verursacht verschiedene externe Effekte, die im Gegensatz zum Nutzen ohne staatliche Interventionen in der Regel nicht von den Verkehrsteilnehmern getragen und daher bei den Entscheidungen nicht berücksichtigt werden. Folglich kann durch die Internalisierung dieser externen Kosten die Effizienz des Verkehrssystems gesteigert werden. Eine adäquate Berücksichtigung der externen Kosten (sowie der Infrastrukturkosten) ist auch in den Leitprinzipien der EU-Verkehrspolitik²⁷⁾ verankert, die mehrere Initiativen zur Umsetzung des Verursacher- und des Nutzerprinzips implementiert hat. Im Zuge des "Green Deal" veröffentlichte die Europäische Kommission im Dezember 2020 ihre "Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität" (COM(2020) 789 final)²⁸⁾, in der sie die europäischen Initiativen für die grüne Transformation des Verkehrssystems darlegt. Da der Transportsektor für rund ein Viertel der Treibhausgasemissionen innerhalb der EU verantwortlich ist, und nur geringe Fortschritte bei der Dekarbonisierung und

²⁷⁾ Im Juli 2008 hat die Europäische Kommission ein umfangreiches Maßnahmenpaket, mit der Strategie zur Internalisierung der externen Kosten im Verkehr, vorgestellt, <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2008/DE/1-2008-435-DE-F1-1.Pdf> (zuletzt abgerufen am 03.12.2020).

²⁸⁾ <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2020/DE/COM-2020-789-F1-DE-MAIN-PART-1.PDF> (zuletzt abgerufen am 25.01.2020).

Reduktion der Emissionen gegenüber 1990 gelungen sind, sieht die Kommission die Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs und eine adäquate CO₂-Bepreisung als prioritäres Ziel.

Ein zentrales Element auf europäischer Ebene zur Internalisierung externer Kosten bildet die sogenannte Wegekosten-Richtlinie (auch als Eurovignetten-Richtlinie bekannt, 1999/62/EG), die die Grundlage für die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrsnetze durch schwere Nutzfahrzeuge (über 3,5 t, aber Ausnahmeregelungen für Fahrzeuge unter 12 t möglich) darstellt und bereits zweimal (2006 und 2011)²⁹⁾ abgeändert wurde, um den Mitgliedstaaten zu ermöglichen, Infrastrukturkosten wie auch einige externe Kosten (Luftverschmutzung und Lärm) zu erheben³⁰⁾. Ein weiteres Element bildet die von der EU beschlossene Richtlinie zur Energiebesteuerung (2003/96/EC)³¹⁾, die einheitliche Rahmenbedingungen für die Besteuerung von Kraftstoffen, Heizöl und elektrischem Strom schafft. Diese Richtlinie sieht einerseits verbindliche Mindeststeuerbeträge für Energieerzeugnisse vor, räumt aber andererseits den Mitgliedstaaten auch das Recht ein, (un)eingeschränkte Steuererleichterungen bzw. Steuerbefreiungen für den Luft-, Schiff- oder Bahnverkehr (z. B. für den Energieverbrauch in der gewerblichen Luftfahrt, die Schifffahrt in Gemeinschaftsgewässern oder für den Stromverbrauch im Schienenverkehr) zu gewähren.

Ein weiteres wichtiges Element zur Verringerung der Treibhausgasemissionen bildet das Emissionshandelssystem (EHS) der EU³²⁾, das CO₂-Emissionen und andere Treibhausgasemissionen, vorwiegend in der Stromerzeugungsindustrie und Sachgütererzeugung, durch eine Obergrenze ("Cap") beschränkt und bepreist. Derzeit umfasst es in etwa 11.000 Anlagen der Energieversorgung und der energieintensiven Industrie und 45% der Treibhausgasemissionen der Europäischen Union³³⁾. Eine gewisse Menge an Emissionsberechtigungen wird von den Mitgliedstaaten an die Anlagen ausgegeben – teilweise kostenlos, teilweise über Versteigerungen (eine Berechtigung erlaubt den Ausstoß einer Tonne Kohlendioxid-Äquivalent). Das Ziel dieses Systems ist durch eine laufende Verringerung der Obergrenze die Gesamtemissionen zu reduzieren, wobei innerhalb der Obergrenze Emissionszertifikate frei gehandelt werden können ("Trade") und dadurch ein Preis für den Ausstoß von Treibhausgasemissionen entsteht. Im Hinblick auf die externen Effekte infolge der Transportaktivitäten wird ein Teil der CO₂-Emissionen in vor- und nachgelagerten Prozessen, z. B. der Stromerzeugung (die von elektrischen Zügen oder Elektrofahrzeugen verbraucht wird) im Rahmen dieses Systems reguliert.

²⁹⁾ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0076&from=DE> (zuletzt abgerufen am 3.12.2020).

³⁰⁾ Eine weitere Revision der Eurovignetten-Richtlinie wird 2023 in Kraft treten. In dieser Novellierung wird die zeit- oder streckenabhängige Maut nach dem CO₂-Ausstoß der Fahrzeuge differenziert und dann auch nach einer Übergangsfrist verpflichtend für Schwerfahrzeuge über 3,5t gelten, <https://www.handelsblatt.com/politik/international/eurovignetten-richtlinie-EU-einigt-sich-nach-jahrelangen-verhandlungen-bei-lkw-maut/26697604.html> (zuletzt abgerufen am 9.12.2020).

³¹⁾ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:283:0051:0070:DE:PDF> (zuletzt abgerufen am 3.12.2020).

³²⁾ Einen allgemeinen Überblick über das EHS gibt https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_de (zuletzt abgerufen am 9.12.2020).

³³⁾ https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_de (zuletzt abgerufen am 9.12.2020).

Darüber hinaus hat die EU bei den anderen Verkehrsträgern, insbesondere Luft-, Schienen und Seeverkehr, mehrere Maßnahmen zur Internalisierung der externen Kosten implementiert. Beispielsweise sind die CO₂-Emissionen aus dem innergemeinschaftlichen Luftverkehr seit 2012 in das EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS)³⁴⁾ einbezogen (EU-Richtlinie 2008/101/EG)³⁵⁾. Seit 2018 unterliegt auch der internationale Luftverkehr im Rahmen von CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) der verpflichtenden Begrenzung von Treibhausgasemissionen ausgehend vom Jahr 2020 (dieser Emissionswert wurde aufgrund der COVID-19-Pandemie mit dem Niveau des Jahres 2019 ersetzt). An diesem multilateralen Mechanismus zur Verrechnung und Reduzierung der CO₂-Emissionen beteiligt sich mit Beginn der freiwilligen Pilotphase³⁶⁾ am 1. Jänner 2021 auch die EU³⁷⁾.

Ebenso wurden auf europäischer Ebene einheitliche Rahmenbedingungen für die Schienen-nutzungsgebühren (Richtlinie 2012/34/EU) und die Flughafen- und (See-)Hafengebühren (Richtlinie 2009/12/EG sowie Verordnung 2017/352) geschaffen, die dazu beitragen sollen, die externen Kosten dieser Verkehrsträger zu berücksichtigen, wobei eine detaillierte Aufstellung zu den notwendigen oder zulässigen Kostenelementen bzw. eine Festlegung der Entgelthöhe (z. B. Mindestniveau) nicht dargelegt wurden. Ergänzend dazu hat die Internationale Seeschiffahrts-Organisation (IMO) im April 2018³⁸⁾ eine Strategie zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen (THG) von Schiffen verabschiedet, die ein Emissionsreduktionsziel von mindestens 50% bis 2050 im Vergleich zu den jährlichen THG-Emissionen des Jahres 2008 definiert, verbunden mit einer Vision für die Dekarbonisierung des Sektors.

Trotz dieser europäischen Initiativen sind die EU-Gesetzgebung wie auch die Harmonisierung der nationalen Steuervorschriften in vielen Bereichen nicht evident. Beispielsweise liegt die Besteuerung von Straßenfahrzeugen vollständig in der Verantwortung der einzelnen Mitgliedstaaten. Die Implementierung, Höhe und Struktur der Verkehrssteuern bzw. -abgaben in der EU wurden in den Studien von *van Essen et al.* (2019B) und *van Essen et al.* (2012) eingehend untersucht. Eine detaillierte Zusammenschau der Internationalisierungsmaßnahmen unterteilt nach Verkehrsträgern und Verwaltungsebene ist in Übersicht 4.1 dargestellt, wobei es bei den

³⁴⁾ Darüber hinaus beschloss das Europäische Parlament im September 2020 auch die CO₂-Emissionen der Seeschiffahrt in das EU-Emissionshandelssystem aufzunehmen, <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20200910IPR86825/seeschiffahrt-muss-zur-klimaneutralitaet-beitragen-fordert-ep> (zuletzt abgerufen am 3.13.2020).

³⁵⁾ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0101&from=EN> (zuletzt abgerufen am 3.12.2020).

³⁶⁾ Mit Stichtag 5. Juli 2020 beabsichtigen 88 Länder, die 77% der internationalen Luftverkehrsaktivitäten repräsentieren, mit Beginn der Pilotphase freiwillig an CORSIA teilzunehmen, <https://aviationbenefits.org/environmental-efficiency/climate-action/offsetting-emissions-corsia/corsia/who-volunteers-for-corsia/> (zuletzt abgerufen am 3.12.2020).

³⁷⁾ <https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2020/06/25/aviation-emissions-EU-confirms-its-participation-in-the-corsia-voluntary-phase-from-2021-and-chooses-more-ambitious-option-to-calculate-its-offsetting-requirements/> (zuletzt abgerufen am 3.12.2020).

³⁸⁾ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250_IMO%20submission_Talanoa%20Dialogue_April%202018.pdf (zuletzt abgerufen am 3.12.2020).

einzelnen Maßnahmen länderspezifische Unterschiede gibt, die sich auf unterschiedliche Arten der Abgaben und Steuern, Steuersätze und Steuerbefreiungen zurückführen lassen³⁹⁾.

Übersicht 4.1: Überblick über Internalisierungsmaßnahmen nach Verkehrsträgern und Verwaltungsebene

	EU-Ebene	Nationale Ebene	Regionale Ebene	Lokale Ebene	Anmerkungen
Straßenverkehr	EHS	Mineralölsteuer (mit Ermäßigungen und Ausnahmen) Straßenbenutzungsgebühr: - zeitabhängige Straßenbenutzungsgebühr (Vignette); - streckenabhängige Straßenbenutzungsgebühr Versicherungssteuer Fahrzeugbesitz- und/oder Kraftfahrzeugsteuer Fahrzeugkauf- und/oder Zulassungssteuer Dienstwagenbesteuerung	Sondermautstrecken (z. B. Tunnel, Brücken)	Innenstadtmaut	Steuerbegünstigungen und -befreiungen in zahlreichen EU-Ländern
	EHS	Mineralölsteuer			Personenverkehr Steuerbegünstigungen und -befreiungen in zahlreichen EU-Ländern
Bahnverkehr		Elektrizitätsabgabe Schienenbenutzungsgebühr	Sonderstreckentgelt (z. B. Tunnel, Brücken)		
Binnenschifffahrt		Mineralölsteuer			Steuerbegünstigungen und -befreiungen in zahlreichen EU-Ländern
		Wasserstraßenbenutzungsentgelte Kanal- und Schleusen-gebühren Wasserverschmutzungsabgabe Mineralölsteuer		Ufer- und Hafentgelt	
Seeverkehr		Wasserverschmutzungsabgabe Mineralölsteuer		Hafentgelt	Steuerbegünstigungen und -befreiungen in zahlreichen EU-Ländern
Luftverkehr	EHS	Mineralölsteuer			Steuerbegünstigungen und -befreiungen in zahlreichen EU-Ländern; Treibstoff für internationale Flüge von der Mineralölsteuer ausgenommen
		Ticketabgabe			Personenverkehr

Anmerkung: Europäisches Emissionshandelssystem (EHS).
Q: WIFO-Zusammenstellung.

³⁹⁾ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0951&from=EN> (zuletzt abgerufen am 9.12.2020).

4.2 Kostendeckungsgrad der Transportarten

Das rezente Handbuch der Europäischen Kommission zu den externen Kosten im Verkehr (*van Essen et al.*, 2019C; *van Essen et al.*, 2019D) beinhaltet neben der Monetarisierung der externen Kostenkategorien auch einen Überblick über die Einnahmen aus Steuern und Gebühren sowie die Infrastrukturbenutzungsgebühren (z. B. Straßenmaut, siehe auch Unterkapitel 4.1 für einen Überblick), die zur Internalisierung der externen Effekte beitragen. Eine Gegenüberstellung der externen Kosten mit den Gesamteinnahmen nach Transportart gibt Einblick in die Kostendeckung und erlaubt Rückschlüsse, inwiefern diese Externalitäten mit Fokus auf den Warentransport durch Abgaben und Steuern bereits internalisiert sind. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Datenlage, vor allem im Hinblick auf die Quantifizierung der externen Durchschnittskosten je Tonnenkilometer in den einzelnen Ländern (siehe dazu Kapitel 3), kann der Kostendeckungsgrad im Warentransport nur für den Straßen- und Schienenverkehr sowie die Binnenschifffahrt ausgewiesen werden.

Abbildung 4.1 weist für den Straßengüterverkehr die durchschnittlichen Kosten und Einnahmen sowie den daraus errechneten Kostendeckungsgrad für die betrachteten Länder aus, wobei sich die Angaben auf Fahrzeuge über 3,5t beziehen⁴⁰). Während die externen Durchschnittskosten in der EU 28 rund 34,34 €/1.000 tkm betragen, weist Belgien aufgrund des Transitverkehrs mit 51,64 €/1.000 tkm die höchsten Kosten auf, ebenso liegt Österreich mit 43,97 €/1.000 tkm im oberen Bereich. Demgegenüber belaufen sich die durchschnittlichen Erlöse aus den diversen Steuern und Straßenbenutzungsgebühren in der EU 28 auf 15,34 €/1.000 tkm, die höchsten Einnahmen verzeichnen aufgrund hoher streckenabhängiger Benutzungsentgelte und Mineralölsteuern Kroatien (26,95 €/1.000 tkm) sowie Tschechien (26,61 €/1.000 tkm). Österreich liegt mit 15,98 €/1.000 tkm im EU-Durchschnitt. Wie Abbildung 4.1 verdeutlicht, ist die Internalisierung der externen Kosten im Straßengüterverkehr nicht vollständig, lediglich rund 45% der Kosten werden in der EU durchschnittlich internalisiert, nur Griechenland (91%), Kroatien, Malta und Slowenien (je 86%) weisen hohe Kostendeckungsgrade auf, während dieser für Österreich mit 36% aufgrund der im Vergleich höheren externen Kosten unter dem EU-Durchschnitt liegt.

Die Diskrepanz zwischen externen Kosten und Einnahmen aus den Internalisierungsmaßnahmen im Schienengüterverkehr ist in Abbildung 4.2 dargestellt. Auffallend ist, dass die externen Durchschnittskosten in dieser Transportart stark variieren, wobei der geringste Kostenfaktor für Ungarn mit 7,47 €/1.000 tkm und das Maximum für Irland mit 47,64 €/1.000 tkm hervorstechen, während die externen Kosten im Durchschnitt der EU 28 12,83 €/1.000 tkm betragen. In Österreich belaufen sich die externen Durchschnittskosten auf 22,21 €/1.000 tkm. Auf EU-28-Ebene belaufen sich die durchschnittlichen Einnahmen der Internalisierungsmaßnahmen auf 7,12 €/1.000 tkm, womit ein Kostendeckungsgrad von 55% erreicht wird. Innerhalb der EU erzielen Irland (mit 25,84 €/1.000 tkm) und Litauen (mit 22,97 €/1.000 tkm) die höchsten Einnahmen im Schienengüterverkehr, in Österreich belaufen sich die Einnahmen auf 7,14 €/1.000 tkm.

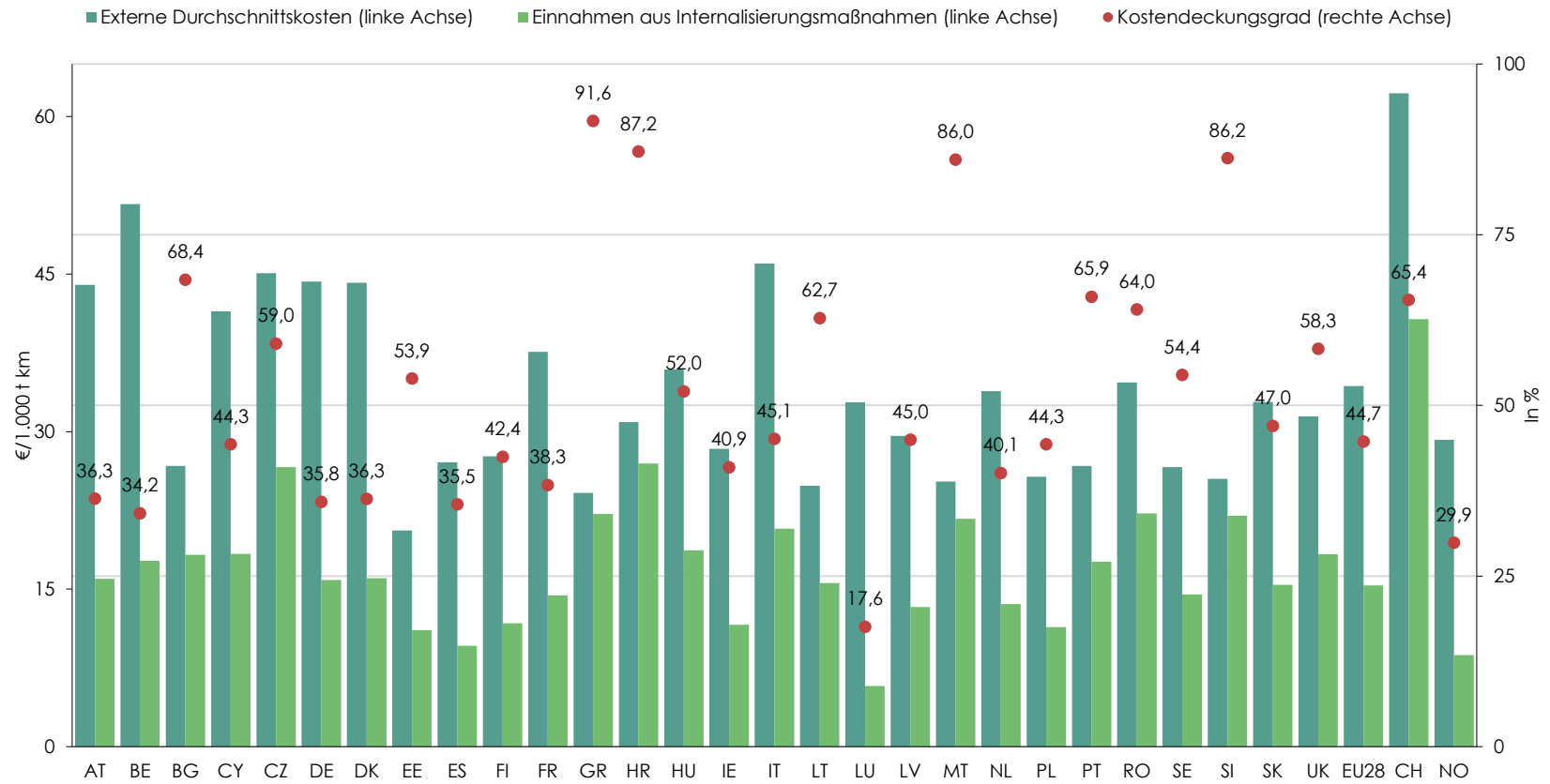
⁴⁰) Die Durchschnittskosten weichen geringfügig von jenen in *van Essen et al.* (2019B) ab, da die Autoren auch Lieferwagen berücksichtigen, wobei dieser Fahrzeugtyp, wie von *van Essen et al.* (2019B) eigens angemerkt, oft auch für den Personenverkehr genutzt wird und somit eine klare Unterscheidung nicht möglich ist. Um diese Unschärfe zu umgehen, beziehen sich die in Abbildung 4.1 dargestellten Werte nur auf Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von über 3,5t.

Bemerkenswert ist, dass in den drei baltischen EU-Ländern sowie Polen und Rumänien eine vollständige Internalisierung der externen Kosten erreicht wird, während diese für Österreich 32% erreicht. Zu beachten ist allerdings, dass in diesem Vergleich über alle Länder hinweg Infrastrukturkosten nicht hinzugezählt werden (siehe *van Essen et al.*, 2019C für eine detaillierte Analyse anhand unterschiedlicher Kostenfaktoren). Aufgrund der im Verhältnis zu den externen Kosten hohen Infrastrukturkosten im Schienengüterverkehr fällt der Grad der Internalisierung der externen Kosten je nach Berücksichtigung der (variablen und/oder fixen) Infrastrukturkosten geringer aus.

Abbildung 4.3 weist für den Binnenschiffahrtsgüterverkehr die durchschnittlichen Kosten und Einnahmen sowie den daraus errechneten Kostendeckungsgrad aus, wobei für diese Transportart nur Daten für 15 EU-Länder und die Schweiz vorliegen. Die Daten weisen allerdings einige Ausreißer aus, so werden die Werte für Finnland, Italien, Polen und Tschechien auch in der Studie von *van Essen et al.* (2019C) nicht ausgewiesen⁴¹). Für die eingeschränkte Gruppe an 11 EU-Ländern ergeben sich durchschnittliche Kosten von 19,59 €/1.000 tkm, wobei Luxemburg (mit 37,41 €/1.000 tkm) und Österreich (mit 24,63 €/1.000 tkm) die höchsten externe Kosten aufweisen, während Bulgarien und Rumänien die geringsten Kosten verzeichnen. Demgegenüber bewegen sich die durchschnittlichen Erlöse aus den wenigen Internalisierungsmaßnahmen bei der Binnenschiffahrt in der Gruppe an EU-Ländern lediglich um 2,36 €/1.000 tkm, die höchsten Einnahmen verzeichnen Bulgarien (mit 6,21 €/1.000 tkm) sowie mit 53,26 €/1.000 tkm die Schweiz. Diese vergleichsweise hohen Einnahmen der Schweiz sind darauf zurückzuführen, dass die schiffbaren Wasserstraßen des Landes begrenzt sind und die Hafengebühren auf ein geringes Maß an Tonnenkilometern im Warentransport umgelegt werden. Folglich ist auch die Schweiz das einzige Land in diesem Subsample, das die externen Kosten der Binnenschiffahrt zur Gänze internalisiert, Bulgarien erzielt einen Kostendeckungsgrad von 74%. Im Durchschnitt der verfügbaren EU-Länder werden die Kosten zu 12% preiswirksam, in Österreich liegt der Internalisierungsgrad mit 7% deutlich darunter. Auch Länder mit einer höheren Auslastung der Binnenschiffahrt (Belgien, Frankreich, Deutschland, die Niederlande und Rumänien) weisen niedrige Kostendeckungsgrade auf, die zwischen 3% und 27% liegen (*van Essen et al.*, 2019D).

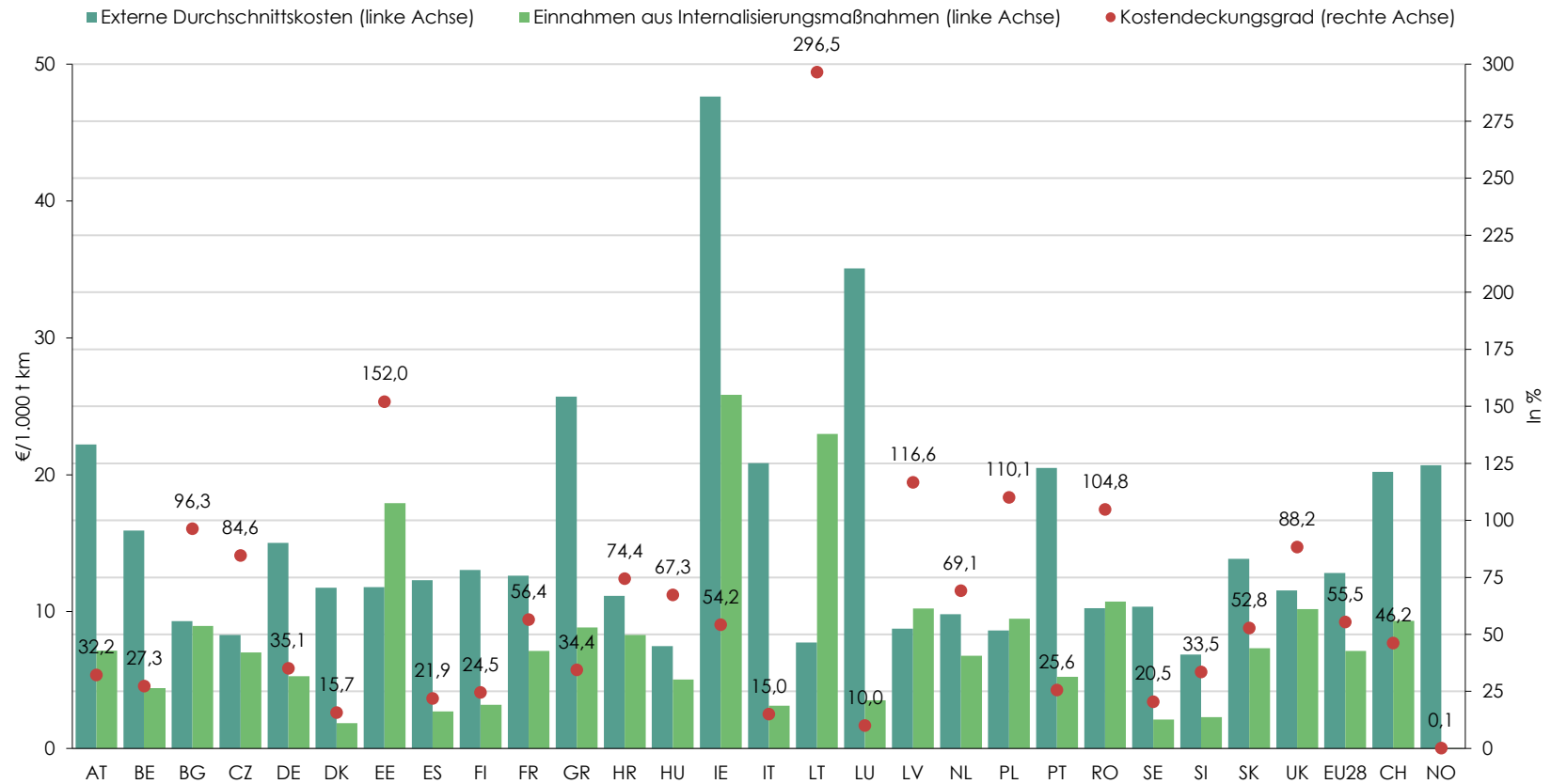
⁴¹) Während Italien und Finnland überdurchschnittlich hohe externe Kosten aufweisen, das auf die geringe Auslastung ihrer Wasserstraßen zurückzuführen ist, verzeichnen Polen und Tschechien überaus hohe Einnahmen aus Internalisierungsmaßnahmen (siehe auch *van Essen et al.*, 2019C).

Abbildung 4.1: Vergleich der durchschnittlichen externen Kosten und Einnahmen und Kostendeckungsgrade im Straßengüterverkehr



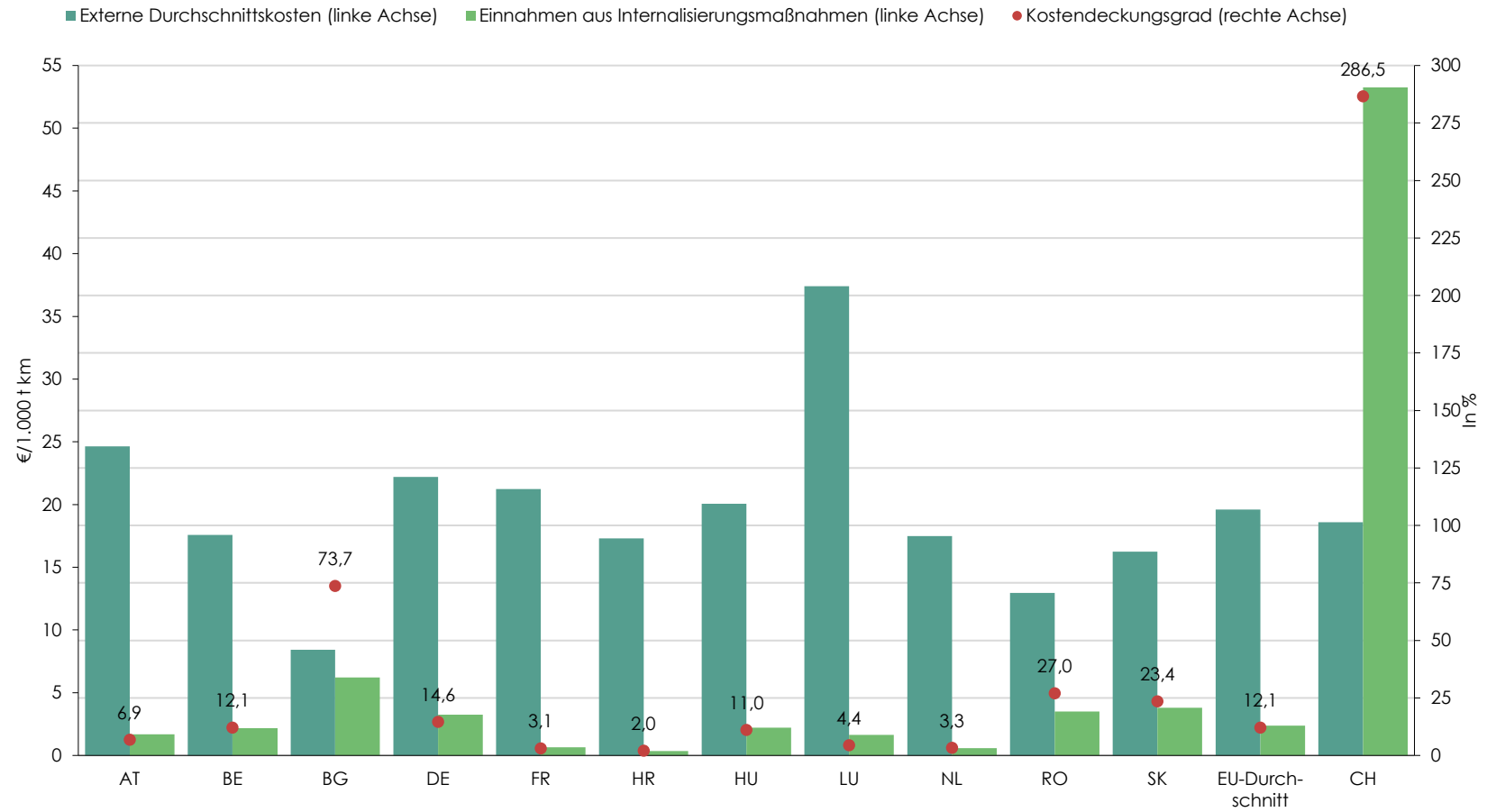
Q: van Essen (2019C, 2019D), WIFO-Berechnungen.

Abbildung 4.2: Vergleich der durchschnittlichen externe Kosten und Einnahmen und Kostendeckungsgrade im Schienengüterverkehr



Q: van Essen (2019C, 2019D), WIFO-Berechnungen.

Abbildung 4.3: Vergleich der durchschnittlichen externe Kosten und Einnahmen und Kostendeckungsgrade im Binnenschiffahrtsgüterverkehr



Q: van Essen (2019C, 2019D), WIFO-Berechnungen.

4.3 Umweltkontraproduktive Fördermaßnahmen in Österreich

Ein weiterer Aspekt im Zusammenhang mit den externen Kosten des Verkehrssektors sind umweltkontraproduktive Fördermaßnahmen. Bei der Analyse umweltrelevanter Subventionen ist die Abgrenzung des Subventionsbegriffs von zentraler Bedeutung. Während Subventionen im engeren Sinn Finanzhilfen und Steuervergünstigungen umfassen und unmittelbar Budgetwirkung entfalten, zählen Regelungen mit Subventionscharakter sowie nicht budgetwirksame Subventionsmaßnahmen, wie Garantieübernahmen und Bereitstellung von Gütern und Leistungen unter Marktpreisniveau, zu Subventionen im erweiterten Sinn. Sofern diese Subventionsmaßnahmen mit negativen Wirkungen auf die Umwelt (z. B. Klima, Wasser, Luft, Boden, Biodiversität) oder den Ressourcenverbrauch in Verbindung stehen, werden sie als umweltschädlich eingestuft. Daher werden in manchen Untersuchungen auch nicht internalisierte negative Umwelt-Externalitäten diesen umweltschädlichen Subventionen hinzugerechnet (siehe u. a. *Kletzan-Slamanig – Köppl*, 2016 für eine detaillierte Auseinandersetzung mit der Begriffsdefinition und Abgrenzung).

In einer sektoralen Verteilung der wichtigsten umweltschädlichen Subventionen zeigen mehrere Analysen (z. B. *Kletzan-Slamanig – Köppl*, 2016 für Österreich; *Köder et al.*, 2017 für Deutschland), dass der größte Teil (rund die Hälfte) auf den Verkehr fällt. Auf Basis der Untersuchungen für Österreich zählen zu den wichtigsten umweltschädlichen Subventionen im Verkehrssektor⁴²:

- Mineralölsteuervergünstigung für Diesel,
- Mineralölsteuerbefreiung der Binnenschifffahrt,
- Mineralölsteuerbefreiung für Kerosin,
- Mehrwertsteuerbefreiung für internationale Flüge,
- Pendlerpauschale,
- pauschale Besteuerung privat genutzter Dienstwagen,
- Steuerbegünstigungen im Rahmen der Normverbrauchsabgabe, Kraftfahrzeug- und Versicherungssteuergesetz, Vorsteuerabzug von "Fiskal-Lkw" und
- Grundsteuerbefreiung von Verkehrsflächen.

Die Quantifizierung dieser Subventionen für Österreich (*Kletzan-Slamanig – Köppl*, 2016) zeigt, dass auf den Verkehr Förderungen (Durchschnitt der Jahre 2010-2013) in der Höhe von 2,0 Mrd. € bis 2,2 Mrd. € p.a. entfallen, die zu drei Vierteln dem Straßenverkehr zugutekommen und zu einem Viertel dem Flugverkehr. In Deutschland beliefen sich die umweltschädlichen Subventionen im Verkehrssektor im Jahr 2012 auf 28,6 Mrd. €, wobei davon rund 55% auf den Straßenverkehr und 41% auf den Luftverkehr entfallen. Die Begünstigung bestimmter Kraftstoffe bzw. der Nutzungskosten bestimmter Verkehrsträger senkt deren Kosten und erhöht gleichzeitig deren Wettbewerbsfähigkeit. Dies vermindert die ökonomischen Anreize sparsamere Fahrzeuge anzuschaffen, Fahrzeuge effizienter zu nutzen, oder auf andere Verkehrsmittel umzusteigen und schafft zudem Anreize zur Steigerung des Verkehrsaufkommens.

⁴² Die ersten sechs Subventionsmaßnahmen treffen auch auf Deutschland zu. Eine umfangreiche Analyse und Quantifizierung der Maßnahmen für Deutschland bieten *Köder et al.* (2017).

Neben diesen bewussten und erfassten Subventionen liegt an der Schnittstelle zwischen Klima- und Handelspolitik auch eine implizite indirekte Subventionierung im internationalen Warenhandel in Folge der Struktur von Handelszöllen vor. Wie *Shapiro (2020)* zeigt, weisen Waren mit einem hohen CO₂-Gehalt systematisch geringere Zollsätze auf als CO₂-arme Waren. Folglich könnte eine Verringerung dieser Verzerrung im Sinne einer ähnlichen handelspolitischen Ausgestaltung zu einer Reduzierung der globalen CO₂-Emissionen beitragen, während das globale Realeinkommen kaum beeinträchtigt wird. Ein zusätzlicher Anreiz im Hinblick auf eine CO₂-Effizienz könnte sich ergeben, wenn sich – in einem hypothetischen Fall – die Zollsätze am CO₂-Gehalt der Waren orientieren und somit auch Veränderungen im Spezialisierungsmuster induzieren.

5. Handlungsoptionen zur Herstellung von Transportkostenwahrheit

5.1 Die rezenten Klimaschutzziele der EU

Mit dem Pariser Klimaschutzabkommen haben sich im Dezember 2015 weltweit rund 190 Länder, darunter auch die EU, verpflichtet, den Anstieg der durchschnittlichen weltweiten Temperatur unter 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten, mit darüber hinaus gehenden Ambitionen den Temperaturanstieg auf unter 1,5 Grad zu begrenzen. Mit diesen Zielvorgaben sollen die Auswirkungen, Risiken und insbesondere Unsicherheiten des Klimawandels⁴³⁾ in einem bewältigbaren Ausmaß beschränkt werden (Borsky, 2020). Für die Erreichung dieser Ziele haben die Länder umfassende nationale Aktionspläne für die Reduzierung ihrer Emissionen vorgelegt. So streben die ehrgeizigen Klimaschutzziele der EU an, die Treibhausgasemissionen bis 2030 im Vergleich zu 1990 um mindestens 40% zu reduzieren, wobei diese Zielvorgaben im Rahmen des "Europäischen Grünen Deals"⁴⁴⁾ auf mindestens 55% angehoben wurden und bis 2050 Klimaneutralität angestrebt wird⁴⁵⁾. Dieser Zielwert gilt für die EU insgesamt, die für die Mitgliedstaaten verbindlichen Ziele werden voraussichtlich zur Jahresmitte 2021 festgelegt.

Die mit dem Pariser Klimaschutzabkommen im Zusammenhang stehenden nationalen Klimapolitiken und Reduktionsziele führen allerdings zu ungleichen CO₂-Preisen. Folglich führen international unterschiedliche klimapolitische Zielvorgaben dazu, dass die Importe eines Landes nicht den gleichen CO₂-Kosten unterliegen wie die inländisch produzierten Güter eines Landes. Dies birgt die Gefahr potentieller negativer Effekte auf die Wettbewerbsfähigkeit von Ländern mit einer strikteren Klimapolitik und folglich einer Verlagerung der CO₂-Emissionen ins Ausland, in der Literatur als Carbon Leakage bezeichnet. Innerhalb der EU und dem europäischen Emissionshandelssystem wird dieser Nachteil durch die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten an Industriebranchen mit hohem Carbon-Leakage-Risiko ausgeglichen. Folglich kommt eine detaillierte Untersuchung von (Borsky, 2020) zu dem Schluss, dass der Carbon-Leakage-Effekt in der Europäischen Union derzeit als gering eingeschätzt werden kann, da Unternehmen, die dem Emissionshandelssystem unterliegen, zahlreiche Überschusszertifikate akkumulieren konnten, Wettbewerbsnachteile durch eine Gratiszuteilung von Emissionszertifikaten reduziert wurden und der Zertifikatspreis mit zurzeit ca. 25 €/t CO₂-Äquivalent relativ niedrig ist⁴⁶⁾. Doch die angedachte Reduzierung der Obergrenze und Menge an gratis zugeteilten Zertifikaten wird das Carbon-Leakage-Risiko innerhalb der EU erhöhen. Befunde in der Literatur deuten darauf hin, dass unilaterale CO₂-Bepreisung ohne entsprechenden Grenzausgleichsmechanismen zu Carbon Leakage führt (siehe als Übersicht die Metastudie von Branger – Quirion, 2014) und in

⁴³⁾ Eine umfangreiche Diskussion zu den Auswirkungen des Klimawandels findet sich im Spezialreport des IPCC, <https://www.ipcc.ch/sr15/> (zuletzt abgerufen am 11.12.2020).

⁴⁴⁾ https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_de (zuletzt abgerufen am 11.12.2020).

⁴⁵⁾ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?aid=1596443911913&uri=CELEX:52019DC0640#document2> (zuletzt abgerufen am 11.12.2020).

⁴⁶⁾ Empirische Studien in Bezug auf das Kyoto-Protokoll zeigen allerdings, dass durch das Abkommen und die nicht abgestimmten Klimapolitiken vermehrt emissionsintensive Waren importiert wurden und somit eine Verlagerung der Emissionen ins Ausland evident war (Aichele – Felbermayr, 2015).

Zukunft 5% bis 19% der von der EU eingesparten Emissionen in anderen Ländern ausgestoßen werden⁴⁷⁾. Die Einführung eines Grenzausgleichsmechanismus in der EU soll die Abwanderung emissionsintensiver Industrien aufgrund einer europäischen CO₂-Bepreisung verhindern und damit ein "level playing field" für europäische Unternehmen im Wettbewerb mit Unternehmen aus Drittstaaten sicherstellen⁴⁸⁾. In Ermangelung einer multilateralen Lösung für ein globales Emissionshandelssystem plant die Europäische Kommission bis Juni 2021 einen Vorschlag für einen CO₂-Grenzausgleichsmechanismus vorzulegen, der spätestens 2023 eingeführt werden soll, um das Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen zu mindern.

5.2 CO₂-Grenzausgleichsmaßnahmen

Die ungleiche CO₂-Bepreisung kann durch ein System neutralisiert werden, das den CO₂-Gehalt der Waren- und Dienstleistungsimporte dem gleichen CO₂-Preis unterwirft wie der inländischen Produktion. Um Carbon Leakage zu vermeiden, kommen Grenzausgleichsmaßnahmen zwei zentrale Funktionen zu: die Wettbewerbsbedingungen zwischen konkurrierenden Produzenten zu nivellieren und politischen Einfluss für ehrgeizigere, länderübergreifende Maßnahmen zu schaffen⁴⁹⁾. Die Grundidee von sogenannten Grenzausgleichsmaßnahmen ist somit klar: Treibhausgasemissionen sollen auf globaler Ebene vermieden werden, ohne dabei die damit verbundenen industriellen Prozesse und Emissionen ins Ausland zu verlagern und in der Folge zu importieren. Die Ausgestaltung eines solchen Mechanismus ist allerdings komplex, da mehrere Zieldimensionen berücksichtigt und in Einklang gebracht werden müssen. Einerseits soll das Umweltziel unter Berücksichtigung des Carbon-Leakage-Risikos erfüllt werden, andererseits sollen internationale rechtliche Rahmenbedingungen im Hinblick auf Konformität mit den WTO-Regularien eingehalten werden und die Maßnahmen sollen auch administrativ umsetzbar sein. Wie Studien zeigen, können durch Grenzausgleichsmaßnahmen eine Verlagerung von Emissionen und die negativen Wettbewerbseffekte verringert werden und zudem der Anreiz geschaffen werden, die Emissionen im Ausland zu reduzieren, bzw. weitere Länder für eine CO₂-Bepreisung zu gewinnen (Al Khourdajie – Finus, 2020).

5.2.1 Die möglichen Mechanismen und Gestaltungsoptionen im Überblick

Für die konkrete Ausgestaltung eines Grenzausgleichsmechanismus stehen verschiedene Gestaltungsoptionen und Maßnahmen zur Diskussion (Böhringer et al., 2019; Droge et al., 2018; Ismer et al., 2020). Diese unterschiedlichen Optionen für die Gestaltung und Umsetzung umfassen in erster Linie die Art des Instruments und den Umfang sowie Geltungsbereich. Auf

⁴⁷⁾ MCC Kurzdossier, <https://www.mcc-berlin.net/forschung/kurzdossiers/carbonleakage.html> (zuletzt abgerufen am 17.12.2020).

⁴⁸⁾ Die empirische Evidenz ist auf einem ersten Blick oftmals nicht eindeutig. So kommt eine rezente Studie von Bruegel (Zachmann – McWilliams, 2020) zum Schluss, dass der Aufwand eines Grenzausgleichsmechanismus nicht gerechtfertigt sei. Doch in dieser Betrachtung kommt zu kurz, dass das Emissionshandelssystem im Moment noch einen ziemlich wirkungsvollen Carbon-Leakage-Schutz, in Form von Gratiszertifikaten, bietet und zusätzlich die CO₂-Preise erst in den letzten drei Jahren spürbar angestiegen sind.

⁴⁹⁾ Ein umfassender Leitfadens zur Einführung von Grenzausgleichsmechanismen, der sowohl ökonomische, technische, rechtliche und administrative Ansatzpunkte aufzeigt, bietet Cosby et al. (2019).

EU-Ebene⁵⁰⁾ und in den meisten rezenten Analysen zu möglichen Grenzausgleichsmechanismen werden folgende Möglichkeiten diskutiert:

- CO₂-Steuer (z. B. Verbrauchssteuer oder eine Art Mehrwertsteuer) auf Verbraucherebene für bestimmte emissionsintensive inländische wie auch importierte Produkte;
- preisbasierte Grenzausgleichsmaßnahmen, wie CO₂-Grenzsteuer oder CO₂-Zoll auf CO₂-intensive Importe;
- mengenbasierte Grenzausgleichsmaßnahmen, wie Erwerb von Emissionszertifikaten durch ausländische Produzenten oder Importeure, entweder durch Einbeziehung von Importen in das EU-Emissionshandelssystem oder einen speziellen Pool an Emissionszertifikaten außerhalb des EHS (orientiert sich am Zertifikatspreis des EHS).

Darüber hinaus gibt es weitere Vorschläge, die von den potentiellen Instrumenten in der EU-Konsultation abweichen, z. B. eine Ergänzung des EU-Emissionshandelssystems durch eine Konsumabgabe in Abhängigkeit zur CO₂-Intensität der Endprodukte - "Klimabeitrag" (Ismer et al., 2020).

Im Hinblick auf den Anwendungsbereich muss der Grenzausgleichsmechanismus die davon betroffenen Handelsströme, Regionen und Sektoren, für die er gilt, und die Emissionsarten, die er ausgleicht, spezifizieren:

- Abdeckung der Handelsströme - nur Importe, nur Exporte oder beide Handelsströme;
- geographischer Geltungsbereich - für alle ausländischen Länder, oder nur für bestimmte Handelspartner (z. B. basierend auf dem wirtschaftlichen Entwicklungsstatus oder der Teilnahme an internationalen Klimavereinbarungen);
- sektoraler Geltungsbereich - nur für ausgewählte energieintensive und handelsexportierte Waren bzw. Industrien, oder auch für Halbfertig- und Fertigwaren, für Strom oder andere Energieträger, für landwirtschaftliche Produkte;
- Erfassung der Emissionen - nur direkte Emissionen (die im Produktionsprozess entstehen), oder auch indirekte Emissionen (die mit dem Energieverbrauch in der Produktion in Verbindung stehen) bzw. auch die Einbeziehung indirekter produktionsbedingter Emissionen (z. B. Emissionen, die in Inputs oder sogar in nachgelagerten Aktivitäten wie Transport oder Abfallentsorgung enthalten sind).

Darüber hinaus hängt die Ausgestaltung des Grenzausgleichsmechanismus auch stark von der Messung und Bestimmung der Emissionen und des CO₂-Gehalts der Produkte (z. B. CO₂-Fußabdruck, Lebenszyklusanalyse), der damit verbundenen Preisgestaltung (CO₂-Benchmarks orientieren sich am sektorspezifischen EU-Durchschnitt, oder an der Leistung der effizientesten Anlagen in einem Sektor), möglichen Anpassungs- und Ausgleichsmechanismen (Behandlung von Exporten, Zertifikatszuteilung) und der Verwendung der Einnahmen ab.

⁵⁰⁾ Auf EU-Ebene werde derzeit vier Optionen für mögliche Grenzausgleichsmechanismen ins Auge gefasst, <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12228-Carbon-Border-Adjustment-Mechanism> (zuletzt abgerufen am 15.12.2020).

Übersicht 5.1: Kernelemente und Kurzeinschätzung der diskutierten Grenzausgleichsmaßnahmen

Instrument	Methodische Umsetzung	Bemessungsgrundlage	WTO-Kompatibilität	Implikationen für das Emissionshandelssystem	Allgemeine Anmerkungen
CO ₂ -Steuer	CO ₂ -Steuer (im Stil einer Mehrwertsteuer oder Verbrauchssteuer) auf auf einem Standardwert (Benchmark) für ein bestimmtes Produkt (z. B. eine Tonne Stahl) und ist unabhängig von Produktionsort (Differenzierung nach Produktionsprozess möglich).	Abgabe, die erhoben wird, basiert auf einem Standardwert (Benchmark) für ein bestimmtes Produkt (z. B. eine Tonne Stahl) und ist unabhängig von Produktionsort (Differenzierung nach Produktionsprozess möglich).	Ähnlich zu bereits existierenden Steuern, auf heimische und importierte Waren gleichermaßen, dadurch geringeres Konfliktpotential im Hinblick auf WTO-Recht.	Kostenlose Zuteilung von CO ₂ -Zertifikaten kann in diesem Modell erhalten bleiben, um Doppelbesteuerung (bei Produktion durch EHS und dann beim Konsum durch Steuer) zu vermeiden.	Umgang mit weiterverarbeiteten Produkten (z. B. Stahl in Autotür): um diese einzubeziehen, braucht es entweder geeignete Standardwerte für den CO ₂ -Gehalt oder ein aufwändigeres Verfahren zur Erfassung.
	"Grenzausgleich" findet hierbei nicht tatsächlich "an der EU-Grenze" statt, sondern wird beim Konsumenten erhoben.	Keine aufwändige Überprüfung der tatsächlich verursachten CO ₂ -Emissionen bzw. des CO ₂ -Fußabdrucks (insbesondere bei importierten Waren) notwendig. Möglichkeit zum individuellen Nachweis einer emissionsärmeren Produktion als Benchmark.		Anreize in der Produktion müssen (weiterhin) über die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten in Anlehnung an Produktionsvolumen und Produktbenchmarks erzielt werden.	Konsumabgabe ist ein Preissignal für Konsumenten.
Preisbasierte Grenzausgleichsmaßnahmen	CO ₂ -Preis wird am Ende der Produktionskette beim Verkauf eines Produktes (z. B. einer Tonne Stahl) an den Endkunden eingehoben.	Belastung der Importe mit Steuer oder Zoll, um CO ₂ -Bepreisung heimischer Waren auszugleichen.	Koppelung an CO ₂ -Preis, den europäische Unternehmen im Rahmen des EHS aufwenden.	Ungleichbehandlung und Schlechterstellung von importierten Produkten muss ausgeschlossen werden (z. B. im Hinblick auf die Höhe muss die Abgabe auf importierte und heimische Waren ident sein; unterschiedliche Behandlung darf nicht den objektiven Zweck erfüllen, heimische Waren/Produktion zu schützen).	Risiko eines "resource shuffling": für die EU-Waren werden grüne Produktionsarten ausgewiesen, um Grenzausgleich zu umgehen.
	Gleichzeitig werden CO ₂ -Kosten für exportierte Waren erstattet.	Bestimmung und Verifizierung der CO ₂ -Intensität der Importe schwierig und aufwändig. Mögliche Bemessungsgrundlagen: (i) Effizienteste Technik, oder bestverfügbare Technik, (ii) in der EU vorherrschende Produktionsmethode oder (iii) Emissionsdurchschnittswerte pro Importland.	Im Sinne der Rechtskonformität ist ein diskriminierungsfreier Mechanismus zur Ermittlung der in Importen enthaltenen Emissionen erforderlich.	Freie Allokation von Zertifikaten innerhalb der EU kann ersetzt werden bzw. auslaufen.	Administrativer Aufwand zur Ermittlung des CO ₂ -Gehalts der Importe (bzw. CO ₂ -Fußabdruck). Geltendmachung von CO ₂ -Kosten, die Importeuren durch CO ₂ -Bepreisungssysteme im eigenen Land entstehen.

Übersicht 5.1/Fortsetzung

Instrument	Methodische Umsetzung	Bemessungsgrundlage	WTO-Kompatibilität	Implikationen für das Emissionshandelssystem	Allgemeine Anmerkungen
Mengenbasierte Grenzausgleichsmaßnahmen: Einbeziehung von Importen in Emissionshandelssystem	Warenimporte, die in der EU unter das EHS fallen, werden in den europäischen Emissionshandel einbezogen.	Berechnung der erforderlichen Menge an Emissionsberechtigungen schwierig und aufwändig.	Ungleichbehandlung und Schlechterstellung von importierten Produkten muss ausgeschlossen werden (z. B. auch im Hinblick auf Ungleichbehandlung durch die kostenlose Zuteilung von Emissionsberechtigungen).	Problematik mit der kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten. Für Importeur und heimischen Wettbewerber müssen die gleichen Bedingungen sichergestellt sein.	Regelung der verfahrensrechtlichen Details – wie Zeitpunkt des Erwerbs der Emissionsrechte oder Bestimmung und Überprüfung der Emissionsmenge.
	Verpflichtet Importeure die gleiche Menge an Emissionsberechtigungen abzugeben, die bei der Herstellung eines gleichartigen Produktes in der EU entstehen. Importeur und heimischer Produzent bezahlen den gleichen Preis für den Erwerb eines Emissionsrechts.	Mögliche Bemessungsgrundlagen: (i) Effizienteste Technik, (ii) in der EU vorherrschende Produktionsmethode oder (iii) Emissionsdurchschnittswerte pro Importland.	Diskriminierung - de jure wie de facto - von Importen verboten.	Im Sinne von Rechtskonformität ist eine identische Ausgestaltung zum europäischen Emissionshandelssystem erforderlich. Allerdings Nachweis der Emissionen und Menge erforderlicher Zertifikate im Einzelfall schwierig und mit hohem administrativem Aufwand verbunden. Pauschalierende Lösungsvorschläge sind mit rechtlichen Problemen behaftet.	Administrativer Aufwand zur Ermittlung des CO ₂ -Gehalts der Importe (bzw. CO ₂ -Fußabdruck). Geltendmachung von CO ₂ -Kosten, die Importeuren durch CO ₂ -Bepreisungssysteme im eigenen Land entstehen. Eine höhere Bepreisung von Importen in Folge höherer Emissionen könnte als diskriminierende Behandlung gleichartiger Produkte beurteilt werden. In diesem Fall könnte ein solcher Mechanismus nur als Ausnahmeklausel des Artikels XX des GATT gerechtfertigt sein.
Klimabeitrag	Abgaben auf (ausgewählte) emissionsintensive Produkte in Verbindung mit einer Fortführung der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten an die Industrie.	Abgabe richtet sich nach Gewichtsanteilen des betreffenden Grundstoffs im Produkt.	Konsumabgabe auf heimische und importierte Waren gleichermaßen, dadurch geringeres Konfliktpotential im Hinblick auf WTO-Recht.	Fortsetzung der freien Zuteilung von Zertifikaten an energieintensive Industrien, um eine Doppelbelastung zu vermeiden und Carbon-Leakage-Risiko zu minimieren. Kostenlose Zuteilung von Zertifikaten in Anlehnung an Produktionsvolumen und Produktbenchmarks ("dynamische Allokation").	Keine Kenntnis und Nachverfolgung über CO ₂ -Intensität der Produkte oder CO ₂ -Gehalt der Importe notwendig. Preissignal beim Verbrauch.
	Abgabe wird erhoben, wenn Produkte an europäische Endkunden verkauft werden, und erfasst somit auch importierte Produkte.	Kann an den CO ₂ -Preis und die bestehenden Benchmarks gekoppelt werden.			Berücksichtigung von recycelten Grundstoffen offen.

Q: WIFO-Zusammenstellung.

Hinsichtlich ihrer rechtlichen sowie technischen und administrativen Durchführbarkeit unterscheiden sich die verschiedenen Gestaltungsoptionen zum Teil erheblich. Mehrere rezente Analysen (*Bellora et al., 2020; Fiedler – Beermann, 2020; Leipprand et al., 2020; Leturcq et al., 2020; Marcu et al., 2020; Mehling et al., 2019; Peneder – Polt, 2020*) untersuchen die unterschiedlichen Ausgestaltungsformen und Anwendungsbereiche eines preis- und mengenbasierten Grenzausgleichsmechanismus im Hinblick auf ihre Umsetzbarkeit in den verschiedenen Dimensionen und umweltbezogenen Ziele.

Auf Basis der Befunde der wissenschaftlichen Literatur bietet Übersicht 5.1 einen zusammenfassenden Überblick über die zur Diskussion stehenden Instrumente mit den wichtigsten Kernelementen und einer Kurzeinschätzung im Hinblick auf technische, administrative und rechtliche Aspekte.

5.2.2 Die rechtliche Ausgestaltung im Hinblick auf WTO-Konformität

Die Rechtskonformität von Grenzausgleichmaßnahmen ist im WTO-Regelwerk in keiner speziellen Norm ausdrücklich geregelt, vielmehr kommen die allgemeinen Vorschriften des Allgemeinen Zoll- und Handelsabkommens (GATT) und des Übereinkommens über Subventionen und Ausgleichsmaßnahmen (SCM) zur Anwendung. Generell ermöglicht das Welthandelsrecht die Implementierung eines Grenzausgleichsmechanismus, die Zulässigkeit und Kompatibilität mit den Regeln der Welthandelsorganisation hängen allerdings von der konkreten Ausgestaltung ab⁵¹).

Ein zentraler Eckpfeiler des GATT bildet das Prinzip der "Nichtdiskriminierung". So unterbindet das Meistbegünstigungsprinzip ("most favoured nation principle") des Artikels I des Abkommens Maßnahmen, die eine Diskriminierung von Waren aus unterschiedlichen Ländern begünstigen würde, die als ähnlich⁵²) angesehen werden. Zudem untersagt Artikel III des GATT zum Prinzip der Inländerbehandlung ("national treatment principle") auch ordnungspolitische oder steuerliche Diskriminierung zwischen Einfuhren und einheimischen Erzeugnissen, erlaubt aber die Erhebung einer Abgabe bei der Einfuhr, die einer erhobenen inländischen Steuer entspricht (siehe auch Artikel II:2, lit a in diesem Zusammenhang; *Krenek, 2020; Krenek et al., 2020*). Folglich ist die Übereinstimmung einer Grenzausgleichsmaßnahme mit einer inländischen Besteuerung eine notwendige Voraussetzung für eine WTO-Rechtmäßigkeit und sorgt insbesondere im Hinblick auf eine Einbeziehung des Emissionshandelssystems für rechtliche Unsicherheit. Maßnahmen, die an eine Differenzierung im Sinne der Herkunft⁵³) anknüpfen, stellen eine Verletzung von Artikel III dar und sind nur durch eine Ausnahmvorschrift des Artikels XX des GATT zu rechtfertigen (*Kluttig, 2003*).

⁵¹) Für eine detaillierte juristische Interpretation sei auf spezifische rechtliche Gutachten und Studien verwiesen, siehe z. B. *Hilbert – Berg (2008), Meyer-Ohlendorf et al., (2010)*.

⁵²) Die Bestimmung der Gleichartigkeit berücksichtigt die physischen Eigenschaften, die zolltarifliche Einstufung, die Endverwendung und die Präferenzen der Verbraucher gegenüber den Waren (*Cosbey et al., 2019*).

⁵³) Bei produktspezifischen Unterschieden (z. B. CO₂-Gehalt) deutet die Rechtsauslegung im Hinblick auf das WTO-Regelwerk darauf hin, dass eine solche unterschiedliche Behandlung legal wäre (*Pauwelyn, 2013*), es gibt jedoch keinen Konsens zu dieser Frage (*Trachtman, 2016*).

Im Rahmen des Artikels XX ermöglicht das Abkommen rechtliche Ausnahmebedingungen, die unilaterale Maßnahmen erlauben und einer rechtlichen Gleichbehandlung von importierten Waren widersprechen kann. In der Ausgestaltung eines Grenzausgleichsmechanismus könnten Ausnahmen für Maßnahmen, die "zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen oder Tieren oder zum Pflanzenschutz" (Artikel XX, lit b) sowie "zur Erhaltung erschöpflicher natürlicher Hilfsquellen" (Artikel XX, lit g) notwendig sind, eine mögliche Rechtfertigung bilden, sofern das Ziel des Umweltschutzes im Gegensatz zum Ausgleich von Wettbewerbsverzerrungen im Vordergrund steht (siehe auch *Borsky, 2020* für eine Diskussion). Die Überprüfung der Rechtmäßigkeit erfolgt somit in zwei Schritten. Sofern eine der genannten Ausnahmebedingungen erfüllt ist, dürfen gemäß Chapeau des Artikels XX die Maßnahmen keine willkürliche oder ungerechtfertigte Diskriminierung zwischen einheimischen Produkten und Importen oder eine verschleierte Beschränkung des internationalen Handels darstellen.

Ein weiterer Punkt im Hinblick auf die WTO-Konformität beschäftigt sich mit der Frage von Exportausgleichen und der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten. Im Rahmen einer Einbeziehung von Importen in das EU-Emissionshandelssystem wird der Ausgleich von CO₂-Kosten für EU-Exporteure als Exportsubventionen gewertet, und ist im Hinblick auf die WTO-Regularien nicht gestattet (*Leturcq et al., 2020*). Im Falle eines Grenzsteuerausgleichs ist die WTO-Vereinbarung über Subventionen und Ausgleichsmaßnahmen (SCM) zu berücksichtigen, die Exportsubventionen prinzipiell untersagt (vor allem im Hinblick auf direkte Steuern). Im Fall von indirekten Steuern kann eine Exportanpassung zulässig sein, sofern diese Exportsubvention die im Inland erhobene Steuer nicht übersteigt (*Cosbey et al., 2019*). Allerdings sind Verletzungen des SCM-Abkommens nicht durch Ausnahmebedingungen im Zusammenhang mit Artikel XX des GATT im Hinblick auf Umweltschutzziele geschützt (*Marcu et al., 2020*).

Ebenso sind die Erfassung und Anrechnung von geleisteten CO₂-Beiträgen von ausländischen Produzenten im jeweiligen Heimatland im Hinblick auf WTO-Rechtskonformität im Zusammenhang mit dem Prinzip der Inländerbehandlung ein zentraler Aspekt, um eine gleichwertige Behandlung zu gewährleisten und eine willkürliche Anwendung von Grenzausgleichsmaßnahmen auszuschließen. Gemäß der Untersuchung von *Cosbey et al. (2019)* soll sich die Höhe der Grenzausgleichsmaßnahmen in Ländern mit einer CO₂-Steuer an diesem Richtwert orientieren, während bei Vorliegen eines Emissionshandelssystems Importeure dazu verpflichtet werden könnten, Emissionszertifikate zu erwerben⁵⁴), eine Gebühr in Höhe des Zertifikatspreises zu zahlen oder zertifizierte Emissionsgutschriften (Certified Emission Reductions) in Höhe des festgelegten Anpassungswertes vorzuweisen. Im besten Fall sollte ein Grenzausgleichsmechanismus nur die Differenz zwischen dem ausländischen und dem inländischen CO₂-Preis ausgleichen. Falls der ausländische Mechanismus andere Systemgrenzen und Richtwerte aufweist, ist dies in den Anpassungswerten ebenso zu berücksichtigen, wie die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten oder andere Kompensationsmechanismen. Im Allgemeinen sollten der Grenzausgleichsmechanismus und die Auflagen im Rahmen der CO₂-Bepreisung möglichst eng an die Bedingungen für inländische Unternehmen angeknüpft sein, um Verstöße gegen die GATT-Bestimmung im

⁵⁴) In diesem Fall spielen verfahrensrechtliche Details bei der Ausgestaltung, wie beispielsweise der Zeitpunkt des Kaufs von Emissionszertifikaten, eine entscheidende Rolle. Generell sollten die gleichen Regeln und Auflagen wie für inländische Unternehmen herangezogen werden, da diese über die Rechtmäßigkeit des Instruments entscheiden.

Hinblick auf ungleiche Behandlung zu vermeiden, die nur durch Ausnahmeregelungen argumentiert werden können. Die Erfassung dieser Unterschiede erhöht allerdings die administrative Durchführbarkeit und Komplexität erheblich (Borsky, 2020). Eine mögliche Alternative zur aufwendigen Anpassung des Grenzausgleichs, die länderspezifische Klimaschutzmaßnahmen anerkennt, ist die Gewährung einer generellen Ausnahmeregelung, die allerdings diskriminierend und daher mit den MFN-Anforderungen des GATT unvereinbar sein können, mit Ausnahme einer Rechtfertigung im Sinne der Ausnahmeregelungen des GATT (siehe *Cosbey et al.*, 2019 und *Droege – Fischer*, 2020 für eine detaillierte Diskussion der Ausnahmeregelungen).

Auch im Zuge der Erfassung der Emissionen ist WTO-Rechtskonformität im Sinne einer rechtlichen Gleichbehandlung importierter Güter zu wahren. Folglich können nur Emissionen, die auch in der nationalen Regelung erfasst sind, in die Systemgrenzen des Grenzausgleichsmechanismus einbezogen werden. Neben der Messung der inländischen Emissionen, die beispielsweise im Zuge der Zuteilung von Emissionsberechtigungen bereits durchgeführt wird, erfordert ein Grenzausgleich auch die Bestimmung der Emissionen im Ausland. Dabei können tatsächliche Emissionsdaten von Unternehmen zur Anwendung kommen, wobei die positiven Anreize für die Unternehmen, die hohen administrativen Kosten zur Erhebung und Verifizierung der Emissionsdaten auf Unternehmensebene und die damit verbundene Einhaltung der WTO-Vorschriften (potentielles Handelshemmnis, wenn ausländische Unternehmen die Kosten tragen müssen) abgewogen werden müssen. Eine Alternative ist die Messung der CO₂-Emissionen über sektorweite Referenzwerte, wobei hierbei eine Entscheidung über das Niveau der Richtgröße, die Anzahl der Benchmarks pro Produkt (z. B. abhängig vom Produktionsprozess) und die Differenzierung der Referenzwerte über länderspezifische Faktoren⁵⁵ getroffen werden muss. Einheitliche Benchmarks, beispielsweise basierend auf einem Standard für die bestverfügbare Technologie im importierenden Land, sind einfach zu berechnen und entsprechen eher den WTO-Regularien, sind aber im Hinblick auf eine tendenziell ungenauere Erfassung der Emissionsintensität mit Nachteilen behaftet. Eine mögliche Kompromisslösung könnte eine hybride Bestimmung des Richtwerts sein, der direkte Emissionen anhand eines einheitlichen Benchmarks und indirekte Emissionen auf Basis länderspezifischer Richtwerte ermittelt. Wenngleich dieser Ansatz voraussichtlich nicht im Einklang mit dem Meistbegünstigungsprinzip des GATT steht, ist die ökologische Zielausrichtung im Sinne der GATT-Ausnahmekriterien (Artikel XX) zu rechtfertigsten (Borsky, 2020; *Cosbey et al.*, 2019). Um die Kompatibilität mit den WTO-Rahmenbedingungen zu verbessern, empfehlen *Cohen – Vandenbergh* (2012) auch internationale Standards, wie beispielsweise die freiwillige Kennzeichnung der Produkte mit dem CO₂-Fußabdruck, als Grundlage zur Bestimmung der Emissionsrichtwerte einzubeziehen.

⁵⁵) Spezielle Richtwerte könnten beispielsweise für am wenigsten entwickelte Länder eingeführt werden, wobei zu beachten ist, dass länderspezifische Benchmarks mit den MFN-Bestimmungen des GATT kollidieren und zudem Bestimmungen erfordern können, um eine Umleitung der Emissionen aus Ländern mit höheren Richtwerten zu verhindern.

5.3 Einblick in die weltweite CO₂-Bepreisung

Vom ökonomischen Gesichtspunkt aus wäre eine weltweit einheitliche Bepreisung von CO₂ die effizienteste Lösung. Wenngleich diese Lösung derzeit unrealistisch erscheint, haben laut einem jährlichen Bericht der Weltbank (*World Bank*, 2020) bereits 46 Länder und 32 regionale Rechtsräume eine CO₂-Bepreisung implementiert oder konkret geplant. Damit sind rund 12 Mrd. t CO₂-Äquivalent bzw. 22% der globalen Treibhausgasemissionen von Preisinitiativen erfasst, die entweder eine Mengensteuerung in Form eines Emissionshandelssystems oder eine Preissteuerung durch Erhebung einer Steuer oder Abgabe auf CO₂ umfassen. Um Doppelbelastungen zu vermeiden, sollten diese länderspezifischen CO₂-Bepreisungssysteme im Rahmen eines europäischen Grenzausgleichsmechanismus berücksichtigt und im Hinblick auf bereits geleistete CO₂-Beiträge im jeweiligen Land honoriert werden. Einen ausführlichen Überblick über die theoretische wie auch empirische Literatur zu den Effekten einer CO₂-Bepreisung und den verschiedenen Wirkungsmechanismen bieten Köppl – Schratzenstaller (2021).

Zu den wichtigsten Emissionshandelssystemen zählt das im Jahr 2005 eingeführte europäische Emissionshandelssystem (siehe auch Unterkapitel 4.1), aber auch andere Länder wie einige chinesische Provinzen setzen auf dieses Instrument. Darüber hinaus erheben einige EU-Länder, insbesondere Schweden, Finnland und Frankreich, als Ergänzung zum EHS auch CO₂-Steuern in Bereichen, die nicht vom Emissionshandelssystem erfasst sind, vorwiegend Gebäude und Verkehr⁵⁶). Diese Steuern und Abgaben auf CO₂ kommen auch in anderen Ländern bzw. Regionen, wie beispielsweise in der Schweiz, Norwegen, Japan, Chile oder Alberta (Kanada), zum Einsatz. Eine Übersicht über die weltweite CO₂-Bepreisung zeigt Abbildung 5.1.

Zwei rezente Entwicklungen gilt es im Rahmen dieser Betrachtung noch hervorzuheben: Als erstes afrikanisches Land hat Südafrika mit Juni 2019 eine CO₂-Steuer für Unternehmen eingeführt. In der ersten Phase bis 2022 ist ein Preis von umgerechnet 7,40 €/t CO₂-Äquivalent vorgesehen. Der zweite Meilenstein ist die mit 1. Jänner 2020 in Kraft getretene Verknüpfung der beiden Emissionshandelssysteme der Schweiz und der EU⁵⁷). Die Verbindung der beiden Systeme ist die weltweit erste Verknüpfung von Emissionshandelssystemen zwischen Ländern und somit ein erster Schritt in Richtung Ausweitung eines internationalen CO₂-Marktes. Unternehmen können Zertifikate beider Systeme verwenden und diese sind in beiden Systemen gültig. In Folge des Austritts des Vereinigten Königreichs aus der EU und folglich auch aus dem EU-Emissionshandelssystem erwägt es ein eigenes Emissionshandelssystem zu implementieren und zu einem späteren Zeitpunkt mit dem europäischen System zu verknüpfen⁵⁸).

Um eine Doppelzählung von Emissionen zu vermeiden, und eine adäquate Anrechnung von im Ausland geleisteten CO₂-Beiträgen durchzuführen, ist die Kenntnis über die weltweit

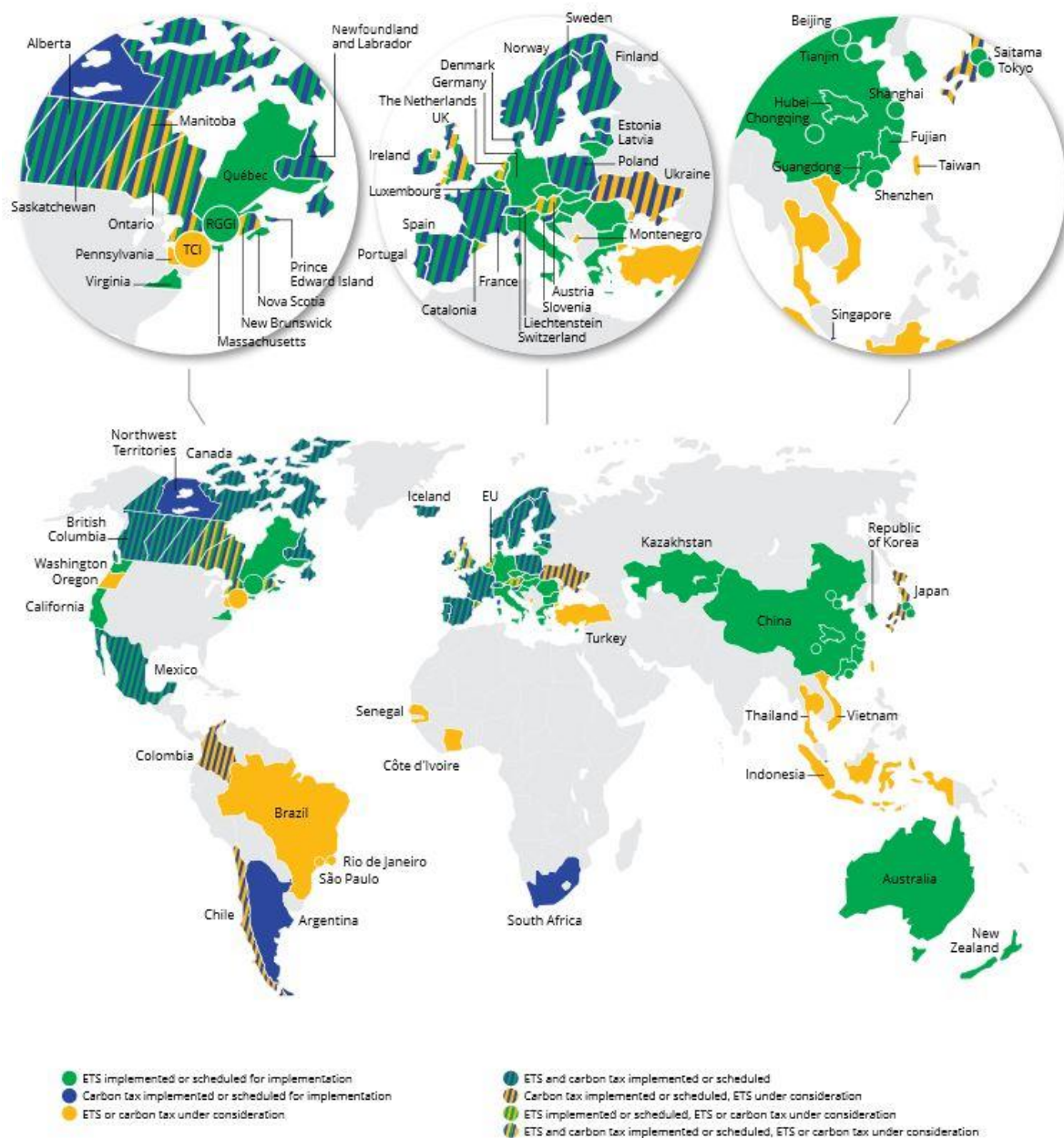
⁵⁶) Eine detaillierte Analyse zu den implementierten CO₂-Instrumenten in Europa auf Länderebene, die über das europäische Emissionshandelssystem hinausgehen, sowie in den G20-Ländern zeigt die Studie von Herzig – Oldag (2019).

⁵⁷) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2017:322:FULL&from=EN> (zuletzt abgerufen am 22.12.2020).

⁵⁸) <https://www.gov.uk/government/publications/meeting-climate-change-requirements-if-theres-no-brexit-deal/meeting-climate-change-requirements-if-theres-no-brexit-deal>, sowie <https://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2020/9780348209761/contents> (zuletzt abgerufen am 22.12.2020).

implementierten Instrumente und die zugrundeliegenden CO₂-Preise, die oftmals auch regional differenziert sind, von zentraler Bedeutung. Dies ist zugleich mit hohen administrativen Durchführungskosten verbunden.

Abbildung 5.1: Überblick über die weltweite CO₂-Bepreisung



Q: World Bank (2020).

5.4 Klimapolitik und Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs

Einen großen Teil der nicht internalisierten externen Kosten des Verkehrs machen die Schäden am Klima aus. Neben den im Zuge der Verbrennung von fossilen Treibstoffen entstehenden Gasen (vor allem CO₂ und Stickoxide) sind etwa auch Kondensstreifen im Flugverkehr zu nennen. Die Emissionen von Treibhausgasen werden seit dem Kyoto-Abkommen systematisch gemessen und die EU hat als Konsequenz aus der Unterzeichnung des Klimaschutzabkommens von Paris in einem Ratsbeschluss vom Dezember 2020 das Ziel vorgegeben, dass die EU bis 2050 netto klimaneutral sein wird. Die österreichische Bundesregierung hat dieses Ziel für Österreich zehn Jahre früher vorgesehen. Es ist somit klar, dass die Umsetzung von Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele automatisch zur Verringerung der klimabezogenen externen Effekte beitragen wird. Je nach Transportmodus gibt es unterschiedliche Ansatzpunkte.

Der EU-Binnenluftverkehr ist in den EU-Emissionshandel einbezogen und die für den ETS-Bereich getroffenen Maßnahmen sind somit unmittelbar für diesen Teil des Transports relevant. Eine Abgabe auf Flugtickets reduziert die Nachfrage und ist somit förderlich auf die Gesamtemissionen, aber nicht ganz so zielorientiert wie die Belastung des Treibstoffes.

Regelungen für den grenzüberschreitenden Flugverkehr auszuarbeiten liegt in den Händen der International Civil Aviation Organisation (ICAO). Gemäß einer 2016 verabschiedeten Resolution sollen ab 2021 Maßnahmen zum Emissionsausgleich umgesetzt werden⁵⁹⁾.

Im internationalen Schiffverkehr ist ebenfalls eine internationale Organisation (International Maritime Organisation; IMO) die Plattform für Informationsaustausch und das Forum für die Ausarbeitung internationaler Vereinbarungen. Die EU bezieht Unternehmen mit Sitz in der EU in die Bemühungen zur Emissionsreduktion ein und setzt sich für internationale Vereinbarungen ein⁶⁰⁾.

Der Verkehrssektor auf Schiene und Straße ist Teil der "Lastenteilung" (Effort-Sharing) und unterliegt somit der nationalen Regulierung. Die Instrumente, um die Emissionen zu drosseln, setzen auf mehreren Ebenen an, bei denen sich EU und nationale Regelungen teils ergänzen, bzw. in der alleinigen Kompetenz entweder der EU bzw. der Nationalstaaten sind. Vorschriften über den Flottenverbrauch auf EU-Ebene verpflichten die Anbieter von Kfz die spezifischen Emissionen der in Verkehr gebrachten Fahrzeuge zu senken.

Die Verpflichtung, Kraftstoffe aus Biomasse den fossilen beizumischen, verringert die Emissionen etwa im Umfang der Beimischungsgrade. Die EU gibt den rechtlichen Rahmen innerhalb dessen die Nationalstaaten den Umfang der Beimischung festlegen vor⁶¹⁾. Auf EU-Ebene und auch auf nationaler Ebene werden Schritte gesetzt, um das Angebot von Bio-Treibstoffen der zweiten Generation zu forcieren, die den Vorteil haben, nicht mit der Lebensmittelerzeugung zu konkurrieren (vgl. *Sinabell – Streicher, 2021*).

Die Elektrifizierung des Verkehrs wird derzeit von vielen Staaten teils durch Subventionen, teils durch Steuerbefreiung, teils durch regulative Instrumente (Parkraumbewirtschaftung)

⁵⁹⁾ Siehe https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation_en (zuletzt abgerufen am 02.06.2021).

⁶⁰⁾ https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en (zuletzt abgerufen am 02.06.2021).

⁶¹⁾ https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/vehicles/road/biofuels_en (zuletzt abgerufen am 02.06.2021).

gefördert, und im Zuge der öffentlichen Fuhrparkbewirtschaftung setzen Gebietskörperschaften vermehrt auf elektrisch angetriebene Fahrzeuge. Eine Fülle fiskalischer Maßnahmen in nationaler Kompetenz hat Auswirkungen auf die Emissionen des Verkehrssektors (in Österreich z. B. Pendlerpauschale, reduzierter Steuersatz für Diesel). Die Beseitigung der umweltkontraproduktiven expliziten und impliziten Förderungen ist ein Ansatz, um die Emissionen zu drosseln.

Im Europäischen Green Deal sind zahlreiche Ansätze im Rahmen der Leitlinie Ökologisierung des Güterverkehrs und des öffentlichen Personenverkehrs definiert. Einige davon werden im Zuge der Planung für den NGEU-Fonds bereits aufgegriffen (BMF, 2021). Dabei spielt die Bereitstellung einer leistungsfähigen Infrastruktur eine wichtige Rolle. Im Zuge der besseren Abstimmung der transnationalen Netzwerke soll die Attraktivität des Zugverkehrs generell erhöht werden. Etappenziele mit konkreten Zeitangaben, wann welche Phase erreicht werden soll, geben Planungssicherheit, etwa in Bezug auf die Verlagerung des bisher fossilen Verkehrs auf nachhaltigere Modi. Alle externen Kosten des Verkehrs in der EU werden bis spätestens 2050 von den Verkehrsnutzern getragen.

In der ökonomischen Literatur wird auch diskutiert, den Verkehrssektor in das Emissionshandelsystem zu integrieren. Eine klare Empfehlung dazu hat sich derzeit noch nicht durchgesetzt, da das ETS als spezielles Instrument für die Industrie entwickelt wurde, um neben dem Ziel der Treibhausgasreduktion auch andere Ziele (z. B. Verhinderung der Abwanderung) zu erreichen. Die Einbeziehung des Verkehrssektors würde es laut *Kemfert et al.* (2019) schwieriger machen, die industriepolitischen Ziele zu erreichen, ohne große Vorteile in der Verringerung der Emissionen zu gewinnen. Dafür scheint die angemessene Besteuerung fossiler Kraftstoffe besser geeignet.

6. Internationaler Warenhandel Österreichs und Transportkostenwahrheit

6.1 Der internationale Warenverkehr Österreichs nach Verkehrsträgern

Für eine kleine offene Volkswirtschaft wie Österreich sind außenwirtschaftliche Beziehungen von maßgebender wirtschaftlicher Bedeutung. Durch wirtschaftliche Interaktionen mit dem Ausland können österreichische Unternehmen über Exporte, Importe und Direktinvestitionen ihre Märkte und Vorleistungen verbreitern. Die außenwirtschaftlichen Verflechtungen Österreichs bekamen vor allem durch den EU-Beitritt sowie die Teilnahme an allen weiteren europäischen Integrationsschritten, insbesondere an den EU-Erweiterungsrunden, einen starken Internationalisierungsschub. Die damit verbundenen positiven Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum, die Beschäftigung und den österreichischen Außenhandel sind in zahlreichen Studien belegt (u. a. *Berger et al., 2014; Campos et al., 2014; Boockmann et al., 2015; Oberhofer – Winner, 2015; Oberhofer – Streicher, 2019; Breuss, 2015*). Österreichs Außenhandel ist eng mit dem europäischen Binnenmarkt verbunden, über die letzten Jahrzehnte ist dieser Anteil jedoch stetig gesunken. Die heimischen Exporte beliefen sich 2019 auf 153,5 Mrd. €, mit einem Anteil von knapp 67% ist die EU der wichtigste Absatzmarkt für österreichische Exporte (102,4 Mrd. €). Lediglich 51,1 Mrd. € wurden in Länder außerhalb der EU 27 geliefert. Im Zeitraum 2010 bis 2019 entwickelten sich allerdings vor allem die Exporte in die Drittländer sehr dynamisch (+4,5% p. a.), wenngleich die Intra-EU-Exporte auch durchschnittlich um 3,5% p. a. expandierten. Österreichs Importe beliefen sich 2019 auf 157,8 Mrd. €. Ähnlich wie bei den Exporten werden knapp 68% der heimischen Importe aus anderen EU-Mitgliedsländern bezogen, während rund 50 Mrd. € (31,7%) aus Drittländern stammen. Mit einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 4,9% entwickelten sich die Importe aus dem Extra-EU-Raum deutlich dynamischer als die Intra-EU-Importe (+3,2% p. a.).

Die Darstellung des österreichischen Außenhandels nach Verkehrsträgern ist ein Versuch die Bedeutung und die Veränderungen in der Wahl der unterschiedlichen Transportmittel im Warenhandel aufzuzeigen. Während diese Daten für den Außenhandel mit außereuropäischen Ländern für Österreich (sowie für alle anderen EU-Länder) auf disaggregierter Ebene vorliegen, kann der österreichische Warenverkehr mit dem EU-Binnenmarkt nur ansatzweise durch Zuhilfenahme von Spiegelstatistiken für die verfügbaren Länder abgebildet werden (siehe Textkasten für die zugrundeliegenden Datenlimitationen), folglich sind die deskriptiven Auswertungen mit Vorsicht zu interpretieren.

Die detaillierte Betrachtung des österreichischen Warenhandels nach Verkehrsträgern ermöglicht einen Einblick in die Bedeutung einzelner Verkehrswege und auf die damit verbundenen Umweltwirkungen im internationalen Warenaustausch und dient als Ausgangslage für die Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Effekte einer Internalisierung externer Effekte im internationalen Warenverkehr in Kapitel 6.2.

Grundlage und Limitationen zum Außenhandel nach Transportarten

Die deskriptive Analyse zum österreichischen Außenhandel nach Verkehrsträgern ist ein Versuch die Bedeutung und mögliche Veränderungen in der Wahl der unterschiedlichen Transportmittel im Warenhandel aufzuzeigen.

Die Daten nach Verkehrsträgern werden von Eurostat aufbereitet und beruhen auf dem Versendungslandkonzept (Eurostat-Konzept), wodurch die abgebildeten Intra-EU-Warenströme auch Versendungen beinhalten können (indirekte Warenströme: Ware wird von einem Mitgliedsland vom Zoll abgefertigt und in ein anderes Mitgliedsland weiterversendet). Diese Unterschiede in der Erfassung der Warenströme können ein möglicher Grund für größere Schwankungen über einzelne Jahre und Abweichungen zu nationalen Außenhandelsdaten sein.

Die Daten werden von den einzelnen Mitgliedsländern überwiegend für den Extra-EU-Handel erhoben, wengleich die meisten EU-Mitgliedstaaten (mit Ausnahme von Dänemark, Frankreich, Kroatien, den Niederlanden, Österreich, Slowenien und Schweden) diese Daten seit Kurzem auch für den Intra-EU-Handel erheben. Für den EU-Binnenmarkt sind neben länderspezifischen Einschränkungen auch die Datenverfügbarkeit im Hinblick auf die zur Verfügung stehende Zeitperiode wie auch die Tiefe der Warengliederung sehr eingeschränkt. Die Daten sind gemäß der einheitlichen NSTR-Klassifikation auf einer disaggregierten Ebene erst ab dem Jahr 2010 verfügbar, während für den Extra-EU-Handel diese Daten bereits ab 1999 vorliegen. Zusätzlich sind die Daten für den Extra-EU-Handel gemäß der einheitlichen Warenklassifikation auf einer sehr disaggregierten Ebene im Rahmen des Harmonisierten Systems (HS) der Vereinten Nationen ab dem Jahr 2000 verfügbar.

Die Außenhandelsdaten nach Verkehrsträgern werden für die "aktiven Verkehrsmittel"⁶²⁾ (z. B. Straße, Schiene, See) erhoben. Es wird davon ausgegangen, dass die Waren das statistische Erhebungsgebiet der EU bzw. eines EU-Mitgliedstaates mit diesem Verkehrsmittel verlassen oder erreichen. Folglich entspricht der Verkehrsträger nicht immer den Merkmalen des Landes, z. B. weist Österreich als Binnenland Außenhandelsströme per Seeschifffahrt auf. In diesem Fall werden die Waren an der EU-Grenze per Schiff erfasst und die Zollabfertigung erfolgt in Österreich. Zu beachten ist auch, dass sich im vorliegenden Datensatz das aktive Transportmittel von jenem Verkehrsträger unterscheiden kann, welcher für den Transport der Waren von den Grenzen zum Ort der Zollabfertigung verwendet wird (internes Transportmittel).

Da diese Daten für Österreich allerdings nur den Extra-EU-Handel abbilden, der österreichische Außenhandel allerdings mit einem Anteil von knapp 70% stark auf den EU-Binnenmarkt konzentriert ist, werden im Rahmen dieser Analyse die fehlenden Intra-EU-Handelsströme für die genannten Länder durch Spiegelstatistiken annäherungsweise ergänzt.

Aufgrund dieser Einschränkungen und Vorbehalte gegenüber diesem Datensatz, die anhand eines Fallbeispiels nachstehend noch konkretisiert werden, wird eine vorsichtige Interpretation der empirischen Evidenz nahegelegt, insbesondere im Hinblick auf die tatsächlich erfassten Verkehrsmittel. Beispielsweise nimmt im transatlantischen Handel der Eisenbahnverkehr eine überaus relevante Rolle ein. Diese Konstellation ist möglich, wenn die Waren per Eisenbahn in ein Nicht-EU-Land geliefert und dort mit diesem aktiven Verkehrsmittel in der Zollabfertigung erfasst werden. Beispielsweise weisen die Daten im Bereich der heimischen Getränkeexporte den wertmäßig größten Export in die USA über die Bahn aus, das ergibt sich z. B. über den österreichischen Export in die Schweiz per Bahn und über anschließende Versendung in die USA mit einem anderen, in dieser Statistik nicht erfassten Verkehrsmittel. (siehe *Christen et al.*, 2019).

⁶²⁾ Detaillierte Informationen zu den Daten und Abgrenzungen finden sich im Leitfaden der Europäischen Kommission unter <https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/statmanuals/files/KS-BM-02-002--N-DE.pdf> (zuletzt abgerufen am 1.12.2020).

6.1.1 Transportarten im Intra-EU-Handel

Der Großteil der außenwirtschaftlichen Verflechtungen innerhalb der EU erfolgt über den Straßenverkehr. Rund 71,3% der europäischen Gesamtexporte und 72,5% der Importe im Jahr 2019 werden über diese Transportart abgewickelt. Für Österreich ist der Stellenwert des Warentransports über den Straßenverkehr mit einem Anteil von rund 77,5% bzw. 79,1% gemessen am Wert der österreichischen Exporte in den bzw. Importe aus dem EU-Binnenmarkt noch dominanter. Eine untergeordnete Rolle kommt dem Eisenbahnverkehr zu, lediglich 3,0% der heimischen Exporte und 5,0% der Importe werden über diesen Verkehrsträger erbracht. Im europäischen Durchschnitt kommt dem Seeverkehr (EU-Exporte: 6,8%; EU-Importe: 7,1%), gefolgt vom Eisenbahnverkehr (EU-Exporte: 3,3%; EU-Importe: 3,5%) eine gewisse Bedeutung zu, während der Warenaustausch über den Luftweg für Österreich wie auch die EU nur eine untergeordnete Rolle spielt, wie Übersicht 6.1 veranschaulicht. Über den Zeitraum 2010 bis 2019 (verfügbare Datengrundlage) haben insbesondere die österreichischen Einfuhren (+5,0% p. a.) und Ausfuhren (+5,2% p. a.) über den Straßenweg deutlich zugelegt, während der grenzüberschreitende Warentransport auf der Schiene stagnierte. Rückläufig, von geringem Niveau aus, entwickelte sich auch der österreichische Warentransport über die Binnenschifffahrt (Exporte: -4,0% p. a.; Importe: -1,8% p. a.), während der Intra-EU-Handel über den Seeverkehr über die Jahre 2010 bis 2019 deutliche Zugewinne verzeichnete (Exporte: +5,9% p. a.; Importe: +5,0% p. a.). Ein uneinheitliches Bild zeigt sich im österreichischen Warenaußenhandel über den Luftverkehr, der exportseitig vor allem aufgrund des markanten Rückgangs 2019 um 21,5% über die Zeitperiode 2010-2019 um durchschnittlich 1,2% zurückging, während die heimischen Importe um 6,2% p. a. deutlich zulegten. Insgesamt verzeichneten die österreichischen Intra-EU-Exporte und -Importe im selben Zeitraum auf Basis dieser Statistik einen deutlichen Zuwachs um 3,9% bzw. 3,3%.

Übersicht 6.1: Struktur und Entwicklung des Warenaußenhandels nach Verkehrsträgern im Intra-EU-Raum

	2019 Exporte Mio. €	2019 Anteile In %	2010/2019 Ø-Ver- änderung In %	2019 Importe Mio. €	2019 Anteile In %	2010/2019 Ø-Ver- änderung In %
Österreich						
Straßenverkehr	67.873,4	77,5	5,2	82.601,6	79,1	5,0
Eisenbahnverkehr	2.638,1	3,0	0,0	5.232,4	5,0	0,7
Binnenschifffahrt	147,7	0,2	-4,0	396,0	0,4	-1,8
Seeschifffahrt	1.126,0	1,3	5,9	933,0	0,9	5,0
Luftverkehr	418,8	0,5	-1,2	1.464,3	1,4	6,2
Nicht bekannt	15.359,8	17,5	0,5	3.781,8	13,2	-2,8
Alle Transportarten	87.563,8	100,0	3,9	104.409,1	100,0	3,3
EU						
Straßenverkehr	1.386.963,0	71,3	5,4	1.403.819,5	72,5	5,5
Eisenbahnverkehr	63.701,0	3,3	2,3	67.655,3	3,5	3,7
Binnenschifffahrt	22.299,9	1,1	0,1	14.902,6	0,8	2,0
Seeschifffahrt	131.613,8	6,8	3,2	36.698,2	7,1	4,3
Luftverkehr	31.875,2	1,6	3,7	32.476,6	1,7	5,7
Nicht bekannt	308.655,5	15,9	0,4	280.998,3	14,5	-0,6
Alle Transportarten	1.945.108,4	100,0	4,1	1.936.550,5	100,0	4,2

Anmerkung: EU-Reporter (EU 28 ohne Kroatien, Vereinigtes Königreich und Ungarn); EU-Partner (EU 28 ohne Dänemark, Frankreich, Kroatien, Niederlande, Österreich, Schweden, Slowenien, Vereinigtes Königreich).

Q: Eurostat (EU-Handel nach Transportart), WIFO-Berechnungen.

Im Hinblick auf geographische Gegebenheiten zeigen sich auch interessante Unterschiede in der Wahl des Transportmittels im österreichischen Handel mit dem EU-Binnenmarkt. Allgemein lässt sich ein grobes Muster an Verkehrsnetzen und der Erreichbarkeit von Ländern erkennen, wobei bei den meisten Transportarten eine starke Konzentration auf einzelne Partnerländer auffallend ist. So werden knapp 60% der heimischen Ausfuhr über den Straßen- und Bahnverkehr nach Deutschland erbracht, dies entspricht mehr als 80% der Gesamtexporte nach Deutschland. Insgesamt zählen vier Nachbarländer Österreichs (Deutschland, Slowakei, Tschechien, Italien) zu den wichtigsten Absatzmärkten über den Straßenweg, die für rund 82,7% der heimischen Intra-EU-Exporte in dieser Transportart verantwortlich sind und mit Ausnahme von Italien - hier liegt der Anteil lediglich bei rund 46% - werden mehr als vier Fünftel der heimischen Ausfuhr in diese Länder auf dem Straßenweg erbracht werden. Neben Deutschland ist der Warentransport über die Bahn auch nach Italien und Polen von Relevanz. Eine besonders hohe Konzentration verdeutlicht sich in der Warenausfuhr per Binnenschifffahrt, die zu einem überwiegenden Teil nach Rumänien (60,5%) und Deutschland (30,8%) erbracht wird und sich im Export nach Bulgarien und in die Slowakei auf vier Partnerländer beschränkt. Ein interessantes Bild zeigt sich auch im österreichischen Intra-EU-Handel über den Seeverkehr, der vor allem zum Erreichen peripherer EU-Länder von Interesse ist. So wird mehr als die Hälfte der heimischen Exporte in dieser Transportart nach Finnland (52,2%) versendet, gefolgt von Irland, Belgien und Spanien. Die Ausfuhr heimischer Waren in den europäischen Markt über den Luftweg geht vor allem nach Deutschland (33,7%), sowie in geringerem Ausmaß auch nach Spanien, Rumänien, Bulgarien und Griechenland.

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei Betrachtung der fünf wichtigsten Importpartnerländer nach Transportart. Die heimische Einfuhr über den Straßenverkehr fokussiert besonders stark auf Nachbarländer, insbesondere Deutschland (66,8%), sowie Tschechien und Italien, wobei mehr als 80% der Gesamtimporte Österreichs aus Deutschland und Tschechien (bzw. 56,5% aus Italien) über diese Transportart abgedeckt sind. Importe über den Bahnverkehr werden vorwiegend aus Deutschland (53,7%) und darüber hinaus auch aus der Slowakei (17,7%) und Polen (9,7%) bezogen. Warenimporte, die über die Binnenschifffahrt nach Österreich gelangen, stammen fast ausschließlich aus der Slowakei (48,2%) und Deutschland (42,9%), während heimische Importe über den Seeverkehr vorwiegend aus peripheren EU-Ländern, wie Finnland (41,1%), Portugal (20,8%) und Irland (20,5%) bezogen werden. Interessanterweise stammt ein Großteil der österreichischen Binnenmarktimporte über den Luftweg aus Deutschland (72,6%).

Abbildung 6.1: Bedeutung der Top-5-Handelspartner im österreichischen Warenaußenhandel nach Transportart im Intra-EU-Raum

Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen nach Transportart in % (dunkle Säulen)
 Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen im Intra-EU-Raum in % (helle Säulen)

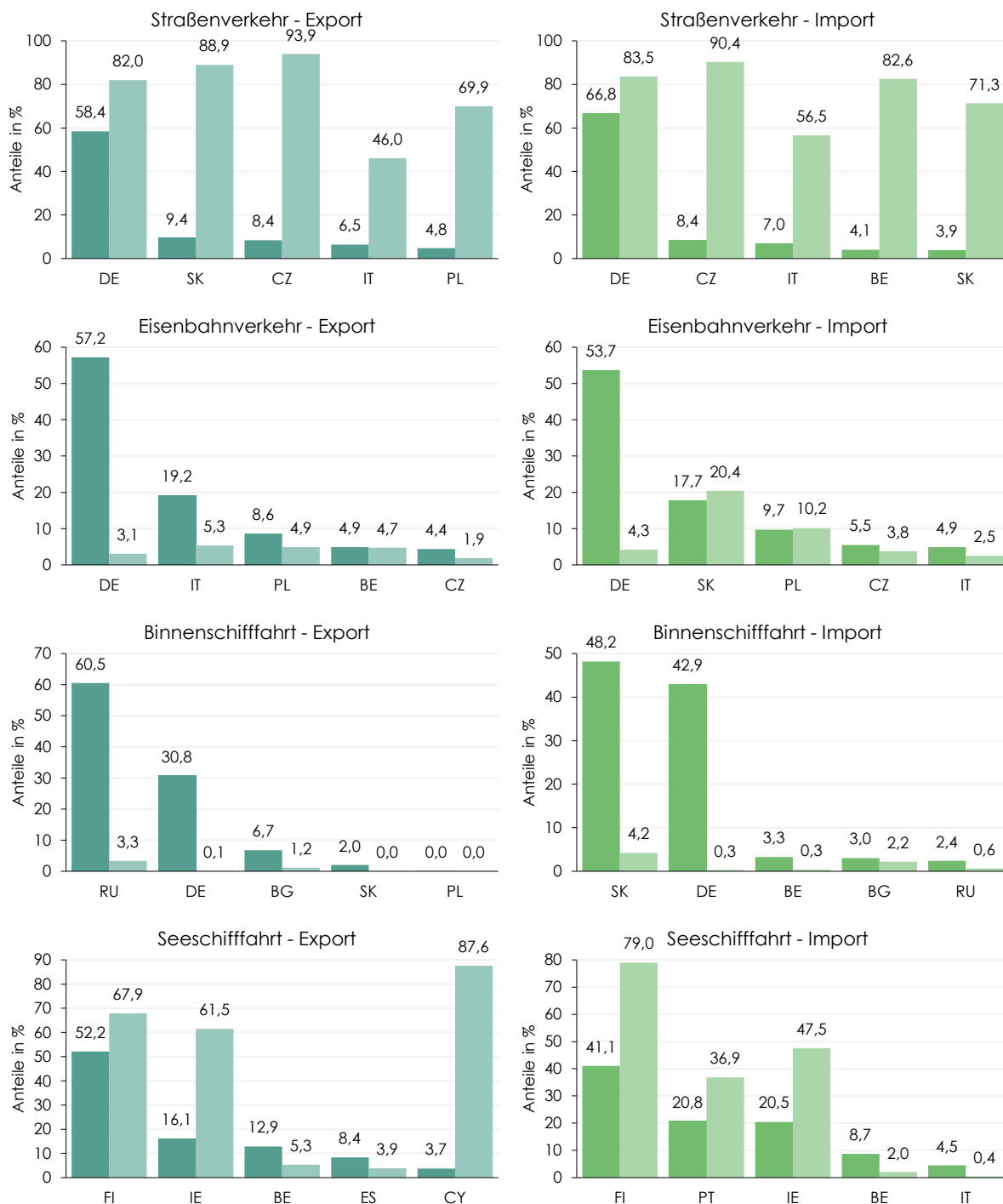
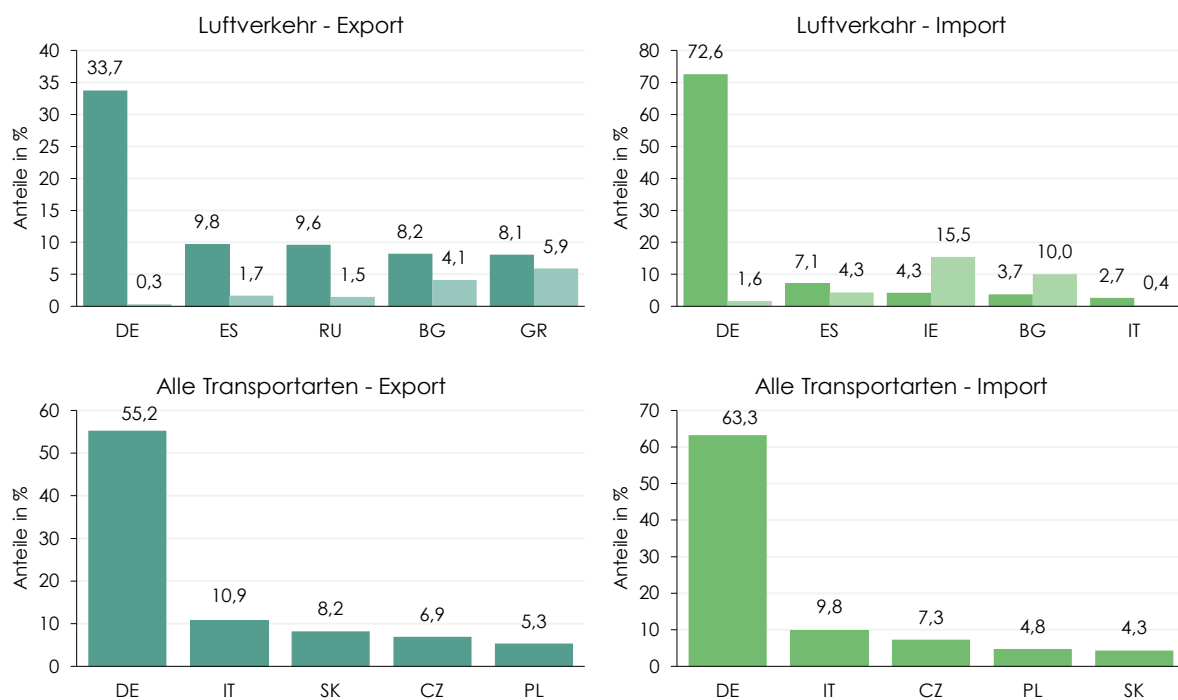


Abbildung 6.1/Fortsetzung



Anmerkung: EU 28 ohne Dänemark, Frankreich, Kroatien, Niederlande, Österreich, Schweden, Slowenien, Vereinigtes Königreich.
 Q: Eurostat (EU-Handel nach Transportart), WIFO-Berechnungen.

Abbildung 6.2: Bedeutung der Top-5-Warengruppen im österreichischen Warenaußenhandel nach Transportart im Intra-EU-Raum

Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen nach Transportart in % (dunkle Säulen)
 Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen im Intra-EU-Raum in % (helle Säulen)

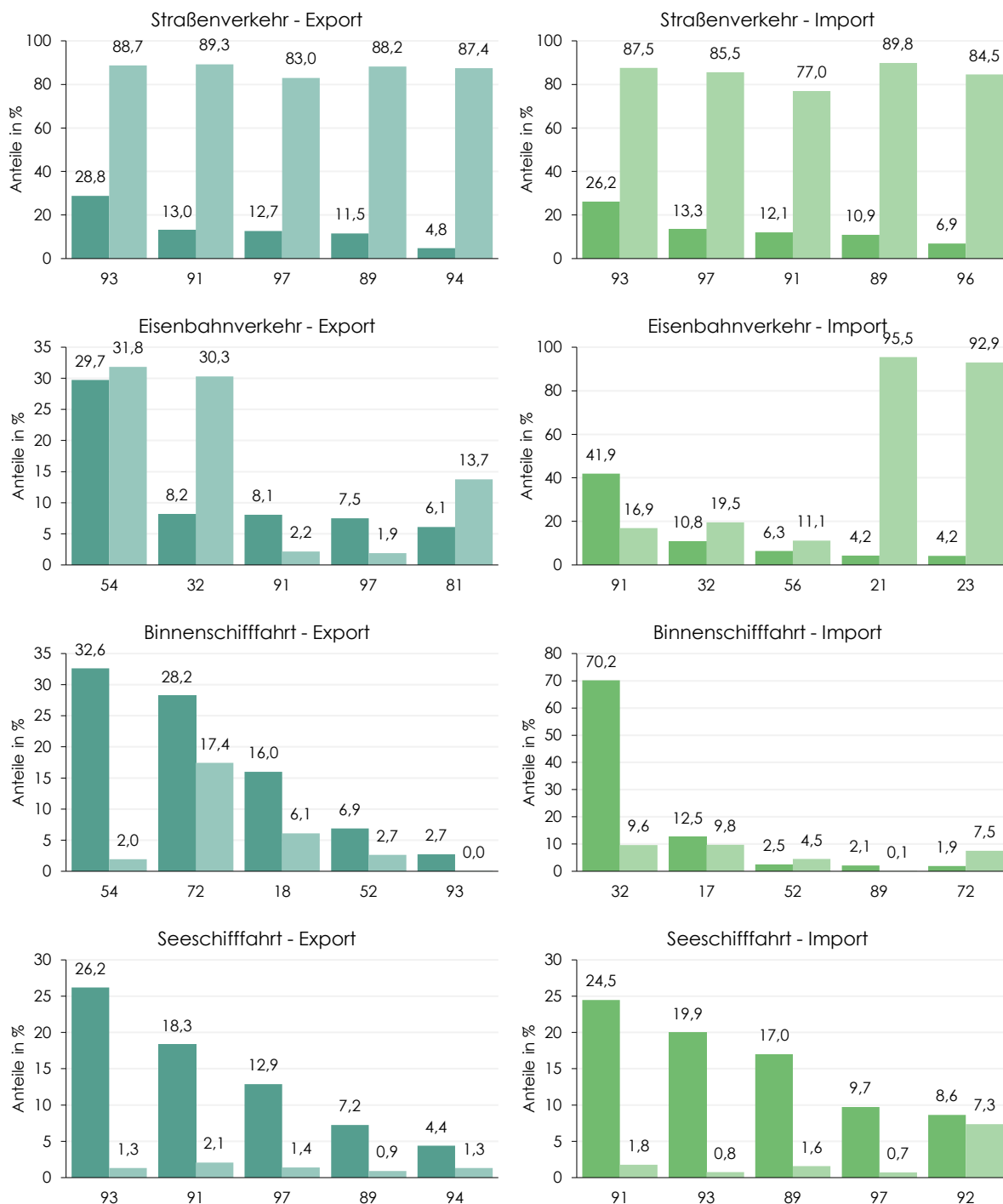
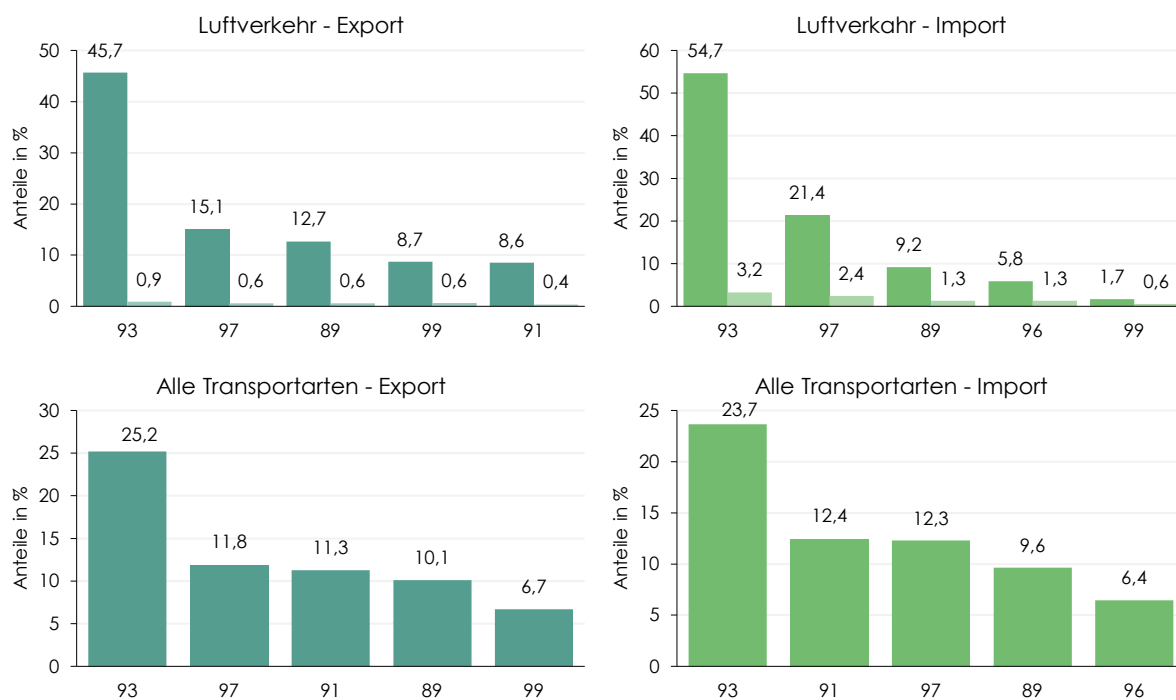


Abbildung 6.2/Fortsetzung



NSTR	Bezeichnung	NSTR	Bezeichnung
17	Futtermittel, Futtermittelabfälle	81	Chemische Grundstoffe
18	Ölsaaten und ölhaltige Früchte, Fette	89	Andere chemische Produkte
21	Kohle	91	Transport-Ausrüstung
23	Koks	92	Traktoren, landwirtschaftliche Maschinen, Geräte
32	Brennstoff-Derivate	93	Sonstige Maschinen, Apparate, Geräte, Motoren
52	Halbfertig gewalzte Stahlprodukte	94	Herstellung von Material
54	Bleche, Platten, Bänder aus Stahl	96	Leder, Textilien und Bekleidung
56	Nicht-Eisen-Metalle	97	Sonstige Waren
72	Chemische Düngemittel	99	Verschiedene Artikel

Anmerkung: EU 28 ohne Dänemark, Frankreich, Kroatien, Niederlande, Österreich, Schweden, Slowenien, Vereinigtes Königreich.
Q: Eurostat (EU-Handel nach Transportart), WIFO-Berechnungen.

In einer warenmäßigen Gliederung überwiegen in den meisten Transportarten die im österreichischen Außenhandel wichtigste Warengruppen Maschinen und Fahrzeuge, insbesondere Maschinen und Transportausrüstung sowie auch chemische Erzeugnisse. Diese zwei Obergruppen dominieren die fünf wichtigsten Export- und Importwaren im Straßen-, See- und Luftverkehr. Markante Abweichungen zu diesen Warengruppen stechen lediglich im Warentransport über die Bahn und Binnenschifffahrt hervor. Während mit dem Eisenbahnverkehr vor allem Produkte aus Stahl, Brennstoff-Derivate, Transport-Ausrüstung, Nicht-Eisen-Metalle, Kohle, Koks und chemische Grundstoffe transportiert werden, überwiegen in der Binnenschifffahrt Produkte aus Stahl, chemische Düngemittel, Ölsaaten sowie Futtermittel.

6.1.2 Transportarten im Extra-EU-Handel

Im Gegensatz zu den innereuropäischen Außenhandelsströmen wurden im EU-Handel mit Drittländern im Jahr 2019 mehr als drei Viertel der Exporte und Importe über den See- (EU-Exporte: 46,0%; EU-Importe: 56,2%) und den Luftverkehr (EU-Exporte: 28,6%; EU-Importe: 19,3%) erbracht. Lediglich 19,8% der europäischen Extra-EU-Exporte und 15,8% der Extra-EU-Importe werden auf dem Straßenweg abgewickelt und dem Eisenbahnverkehr kommt hierbei nur eine sehr geringe Bedeutung zu (EU-Exporte: 1,4%; EU-Importe: 1,7%). Für Österreich ist der Stellenwert des Warentransports über den Straßenverkehr mit einem Anteil von rund 31,4% bzw. 26,6% gemessen am Wert der österreichischen Exporte in bzw. Importe aus außereuropäischen Ländern dominanter. Dennoch ist aber auch für Österreich die Bedeutung des See- und Luftverkehrs im Extra-EU-Handel sehr hoch, wie Übersicht 6.2 zeigt.

Übersicht 6.2: Struktur und Entwicklung des Warenaußenhandels nach Verkehrsträgern im Extra-EU-Raum

	2019 Exporte Mio. €	2019 Anteile In %	2010/2019 Ø-Ver- änderung In %	2019 Importe Mio. €	2019 Anteile In %	2010/2019 Ø-Ver- änderung In %
Österreich						
Straßenverkehr	14.650,0	31,4	2,7	9.683,2	26,6	0,1
Eisenbahnverkehr	1.902,6	4,1	-0,4	690,6	1,9	1,4
Binnenschifffahrt	43,7	0,1	-0,7	358,3	1,0	-2,2
Seeschifffahrt	19.569,9	41,9	6,8	9.164,5	25,2	6,2
Luftverkehr	9.968,6	21,4	3,8	10.070,9	27,7	8,1
Fest install. Transporteinricht.	294,1	0,6	17,6	5.422,3	14,9	0,7
Nicht bekannt	0,0	0,0	.	0,0	0,0	.
Alle Transportarten	46.668,9	100,0	4,3	36.350,7	100,0	3,6
EU						
Straßenverkehr	357.992,3	19,8	3,1	278.057,9	15,9	3,3
Eisenbahnverkehr	25.064,3	1,4	2,5	29.003,4	1,7	6,6
Binnenschifffahrt	3.159,9	0,2	-3,3	3.439,3	0,2	1,2
Seeschifffahrt	833.693,5	46,0	4,4	981.133,2	56,2	3,8
Luftverkehr	517.795,4	28,6	6,3	336.841,9	19,3	4,7
Fest install. Transporteinricht.	4.674,8	0,3	3,5	73.811,6	4,2	-1,6
Nicht bekannt	4.357,0	0,2	6,0	17.256,2	1,0	-8,7
Alle Transportarten	1.811.962,7	100,0	4,6	1.745.083,3	100,0	3,3

Anmerkung: EU-Reporter (EU 28 ohne Vereinigtes Königreich); Extra-EU-Partner (Extra-EU-Länder ohne Vereinigtes Königreich und Kroatien).

Q: Eurostat (EU-Handel nach Transportart), WIFO-Berechnungen.

Betrachtet man die Einfuhren Österreichs aus dem Extra-EU-Raum so zeigt sich, dass der Stellenwert des Luft- und Straßenverkehrs im Jahr 2019 gemessen am Wert der Gesamtimporte mit einem Anteil von rund 27,7% bzw. 26,6% annähernd gleich war. Rund 25,2% der Extra-EU-Einfuhren werden über die Seeschifffahrt bezogen, ebenso kommt der Einfuhr über fest installierte Transporteinrichtungen (14,9%) eine nicht zu vernachlässigende Bedeutung zu. Über den Zeitraum 2010 bis 2019 haben die Einfuhren über den Luft- und Seeverkehr deutlich zugelegt, insbesondere der importierte Warenwert auf dem Luftweg wuchs jährlich mit durchschnittlich 8,1% recht lebhaft, während der Warentransport über die Straße stagnierte. Insgesamt legten die österreichischen Importe aus dem Extra-EU-Raum im selben Zeitraum auf Basis dieser Statistik um 3,6% zu. Bei den heimischen Exporten in den Extra-EU-Raum überwiegt mit

einem Anteil von rund 41,9% die Seeschifffahrt als Transportmittel, gefolgt vom Straßenverkehr (31,4%) und Luftverkehr (21,4%). In allen drei Verkehrszweigen haben die Ausfuhren über die Jahre 2010 bis 2019 deutlich zugelegt, die stärksten durchschnittlichen jährlichen Zuwächse verzeichneten mit 6,8% und 3,8% die Seeschifffahrt und der Luftverkehr. Insgesamt legten die österreichischen Exporte in den Extra-EU-Raum im selben Zeitraum auf Basis dieser Statistik um 4,3% zu.

Ein Blick auf die wichtigsten Partnerländer im österreichischen Warenhandel nach Transportarten erlaubt Rückschlüsse auf die Wahl des Transportmittels im Zusammenhang mit geographischen und infrastrukturbezogenen Gegebenheiten, wobei bei den meisten Transportarten eine starke Konzentration auf einzelne Partnerländer auffallend ist. Nicht überraschend zählt im österreichischen Warenhandel über den Straßen- und Bahnverkehr die Schweiz zu den wichtigsten Partnerländern. Rund 44,1% der Exporte über den Straßenweg, das entspricht etwa 88% der heimischen Gesamtexporte in die Schweiz, werden über diese Transportart abgewickelt, wie Abbildung 6.3 zeigt. Über den Straßenweg wird auch ein Großteil der Ausfuhr nach Russland (rund 82,6% der österreichischen Gesamtexporte nach Russland) geliefert. Exportseitig sticht bei den Extra-EU Exporten über den Bahnverkehr die USA hervor, diese Besonderheit kann sich im Rahmen der Erfassung des aktiven Verkehrsmittels und der Zollabfertigung ergeben (siehe Textkasten für nähere Details), und zeigt die Limitationen dieser Datenbasis auf. Eine besonders hohe Konzentration verdeutlicht sich in der Warenausfuhr per Binnenschifffahrt, die zu einem überwiegenden Teil nach Serbien (54,1%) und in die Türkei (28,7%) erbracht wird. Ein interessantes Bild zeigt sich auch im österreichischen Extra-EU-Handel über den Seeverkehr, der vor allem zum Erreichen distanzierter Überseeeländer Anwendung findet. So werden rund 60% der heimischen Gesamtexporte in die USA über den Seeweg erbracht, ebenso ist diese Transportart auch knapp für die Hälfte der Ausfuhr nach China relevant. Die Ausfuhr heimischer Waren über den Luftweg geht vor allem in die USA (25,4%) und nach China (19,9%).

Abbildung 6.3: Bedeutung der Top-5-Handelspartner im österreichischen Warenaußenhandel nach Transportart im Extra-EU-Raum

Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen nach Transportart in % (dunkle Säulen)

Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen im Extra-EU-Raum in % (helle Säulen)

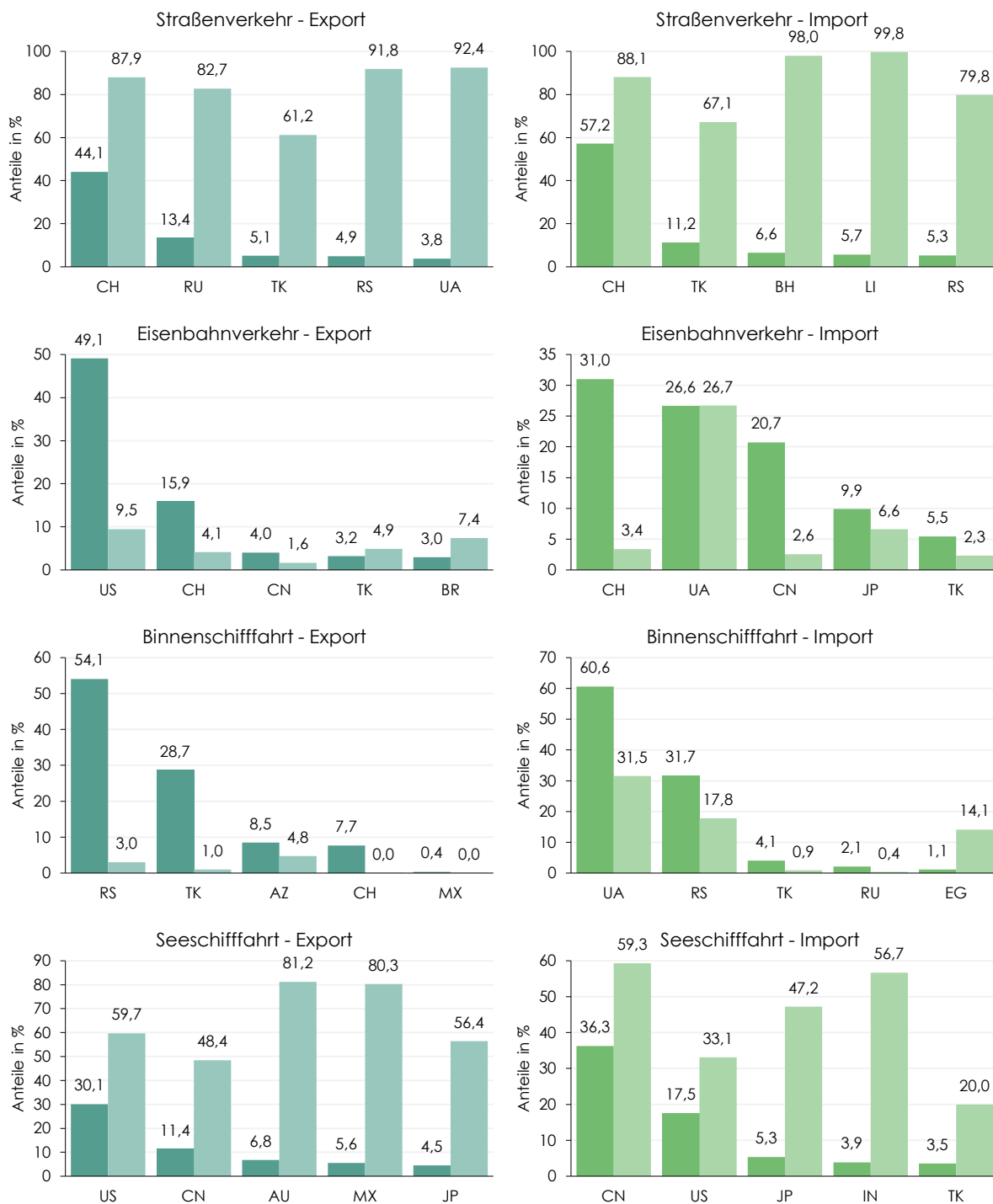
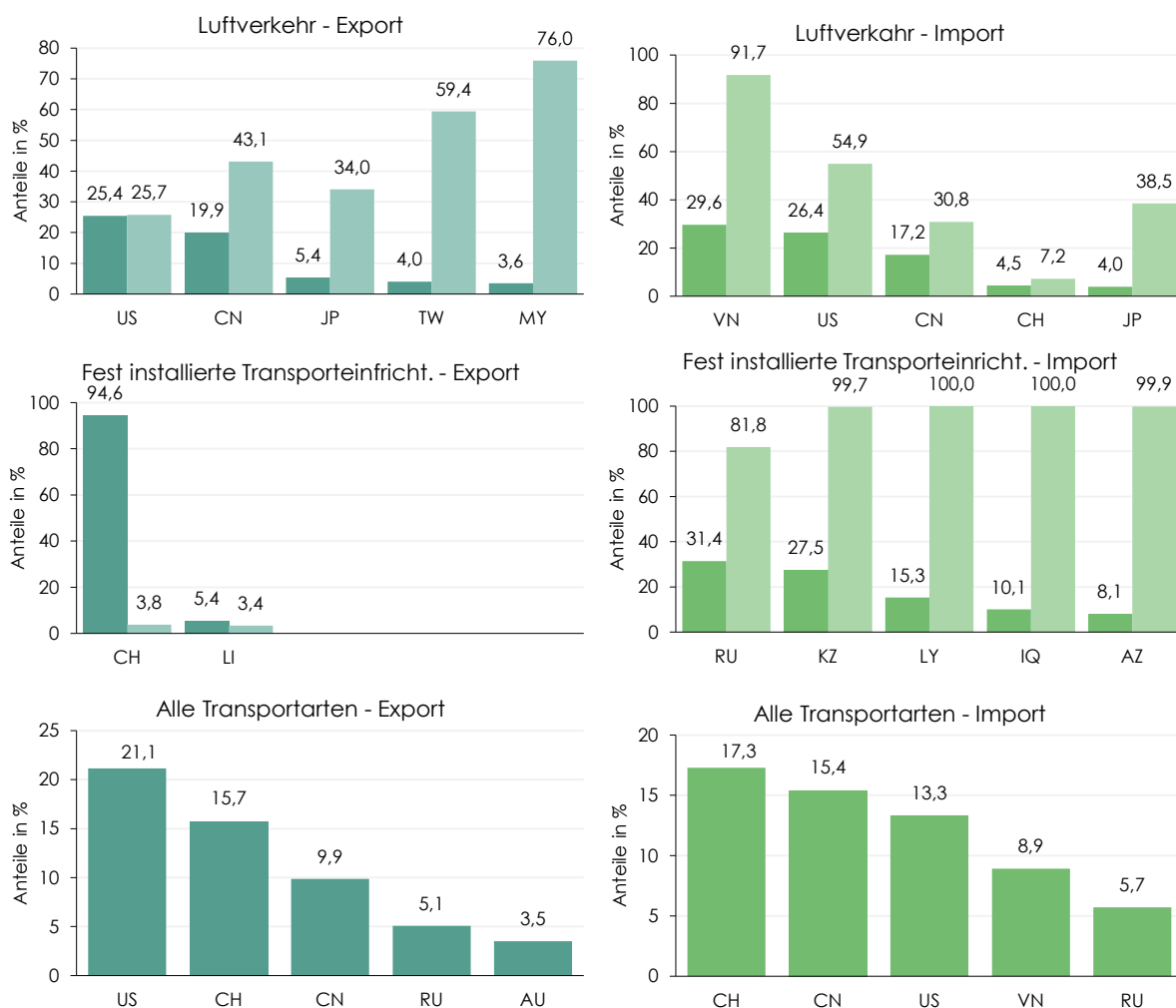


Abbildung 6.3/Fortsetzung



Anmerkung: Extra-EU-Länder ohne Vereinigtes Königreich und Kroatien.
 Q: Eurostat (EU-Handel nach Transportart), WIFO-Berechnungen.

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei Betrachtung der fünf wichtigsten Importpartnerländer nach Transportart. Auch bei den heimischen Einfuhren über den Straßen- und Bahnverkehr zählt die Schweiz zu den wichtigsten Partnerländern. Rund 57,2% der Einfuhr über den Straßenweg, das entspricht etwa 88% der heimischen Gesamtimporte aus der Schweiz, werden über diese Transportart abgewickelt. Warenimporte, die über den Bahnverkehr nach Österreich gelangen, werden vorwiegend aus der Schweiz (31,0%) und darüber hinaus auch aus der Ukraine (26,6%) und China (20,7%) bezogen. Die für Überseeimporte wichtigste Erbringungsart über den Luftweg betrifft vorwiegend Vietnam (29,6%) und die USA (26,4%). Bemerkenswert ist, dass die Warenimporte über den Luftverkehr mehr als 90% der heimischen Gesamtimporte aus Vietnam ausmachen, zugleich werden auch mehr als die Hälfte der Importe aus den USA (54,9%) und rund 30% der Einfuhr aus China auf diesem Transportweg nach Österreich geliefert. Warenimporte, die über die Seeschifffahrt nach Österreich gelangen, stammen zu einem Großteil aus

China (36,3%) und den USA (17,5%), wobei knapp 60% der heimischen Importe aus China und rund ein Drittel der Einfuhr aus den USA über diesen Verkehrszweig bezogen werden. Wenngleich die Binnenschifffahrt als Transportart im Extra-EU-Handel nur eine untergeordnete Rolle einnimmt, zeigt sich eine starke Konzentration der Einfuhr in diesem Verkehrszweig auf die Ukraine (60,6%) und Serbien (31,7%). Bei den Warenimporten aus Übersee kommt auch fest installierten Transporteinrichtungen eine gewisse Bedeutung zu, diese werden vorwiegend aus Russland (31,4%) und Kasachstan (27,5%) bezogen, wobei diese Erbringungsart für mehr als 80% der österreichischen Gesamtimporte aus Russland genützt wird, wie Abbildung 6.3 verdeutlicht.

Eine Unterteilung der im Warenaustausch verwendeten Transportarten nach geographischer Lage und regionaler Zusammengehörigkeit der einzelnen Überseeländer (nach Kontinenten) verdeutlicht, dass die Wahl des Verkehrszweigs maßgeblich von der geographischen Distanz, also den damit verbundenen Kosten zusammenhängt (siehe auch *Christen et al.*, 2019 für eine Untersuchung der Außenhandelsbeziehungen nach Transportarten und unterschiedlichen Blickwinkeln, wie z. B. Einkommensniveaus der Länder). Im Hinblick auf die Erreichbarkeit und Nutzung bestehender Verkehrsnetze lässt sich folgendes allgemeines Muster zur Bedeutung der unterschiedlichen Transportarten erkennen, wie auch Abbildung 6.4 veranschaulicht:

- **Europäische Nicht-EU-Länder:** Heimische Exporte (84,1%) und Importe (69,8%) werden weitgehend über den Straßenverkehr abgewickelt, zusätzlich kommt bei Warenimporten auch fest installierten Transporteinrichtungen (13,9%) eine gewisse Bedeutung zu.
- **Asien:** Österreichische Exporte nach Asien finden zu einem überwiegenden Teil über die Seeschifffahrt (49,0%) statt, wobei rund 39,2% der Warenexporte auch über den Luftverkehr versendet werden. Bei den heimischen Importen aus Asien ist der Stellenwert des Luft- (40,8%) und Seeverkehrs (37,2%) annähernd gleich, wenngleich importseitig der Luftverkehr die wichtigste Transportart darstellt.
- **Nord- und Mittelamerika:** Ein ähnliches Bild wie im Warenverkehr mit dem asiatischen Kontinent zeigt sich im österreichischen Außenhandel mit Nord- und Mittelamerika, wenngleich der Stellenwert einer Transportart hervorsticht. Während rund 62,5% der heimischen Exporte über den Seeverkehr, gefolgt vom Luftverkehr (24,5%) transportiert werden, ist der Stellenwert dieser beiden Transportarten importseitig umgedreht und mehr als die Hälfte der Einfuhren (53,3%) wird über Luftverkehr bezogen.
- **Südamerika:** Heimische Lieferungen nach Südamerika finden zu einem überwiegenden Teil über die Seeschifffahrt (64,7%) statt, wobei rund 24,7% der Warenexporte auch über den Luftverkehr versendet werden. Im Gegensatz dazu werden die heimischen Importe aus Südamerika fast ausschließlich über den Seeweg bezogen.
- **Afrika:** Österreichische Waren für den Exportmarkt Afrika werden zu einem überwiegenden Teil über die Seeschifffahrt (74,0%) versendet, während die Warenimporte vorwiegend über fest installierte Transporteinrichtungen (71,7%) nach Österreich gelangen.
- **Australien:** Der österreichische Außenhandel mit Australien findet zu einem überwiegenden Teil über die Seeschifffahrt statt, vor allem exportseitig ist der Stellenwert dieser Transportart mit einem Anteil von etwas mehr als 80% an den Gesamtexporten nach Australien auffallend. Hingegen wird bei der heimischen Einfuhr neben dem Seeverkehr (61,1%) auch auf den Luftverkehr (37,1%) gesetzt.

Abbildung 6.4: Bedeutung der Transportarten nach Kontinenten im Extra-EU-Raum
 Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen im Extra-EU-Raum in %

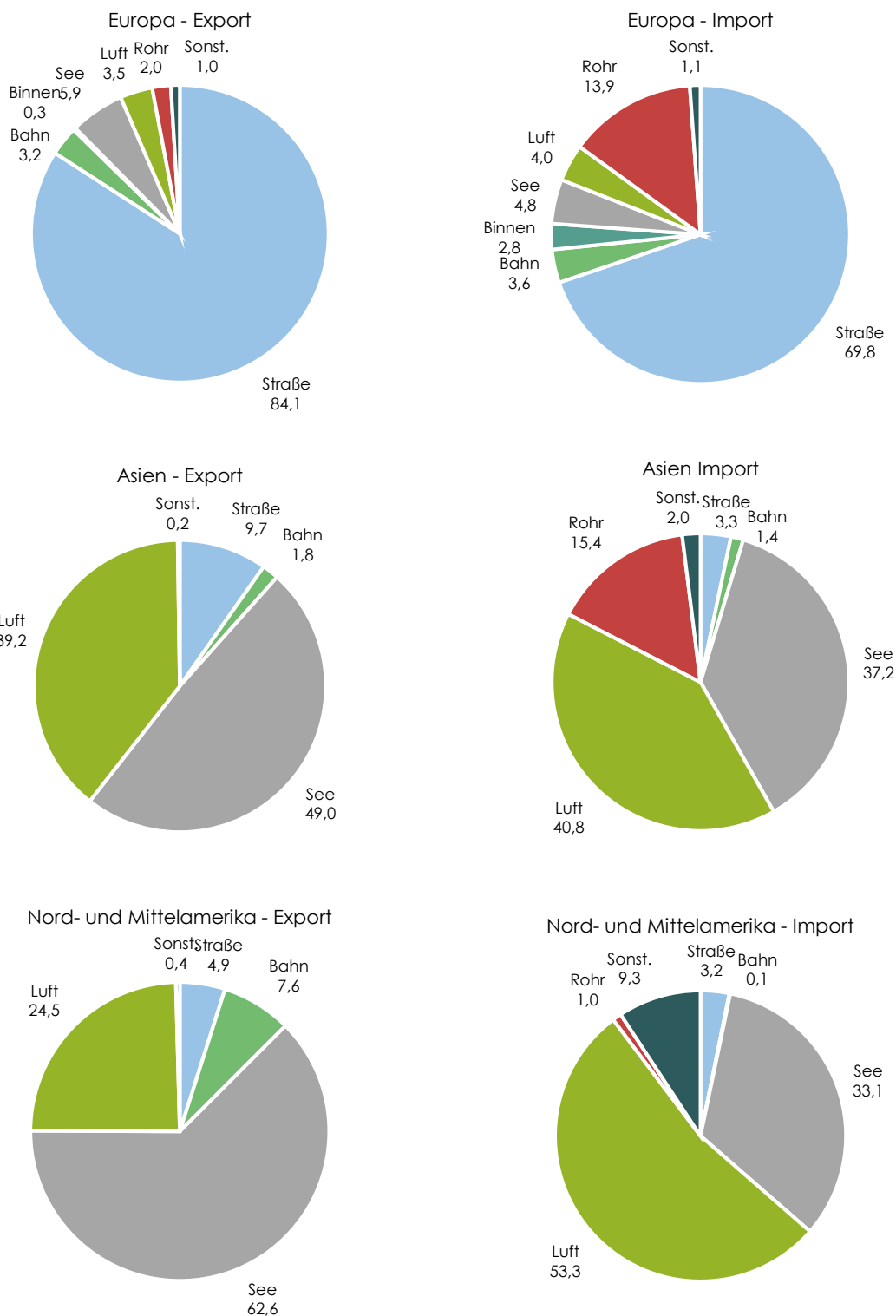
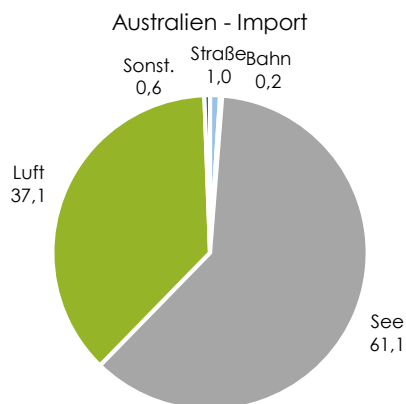
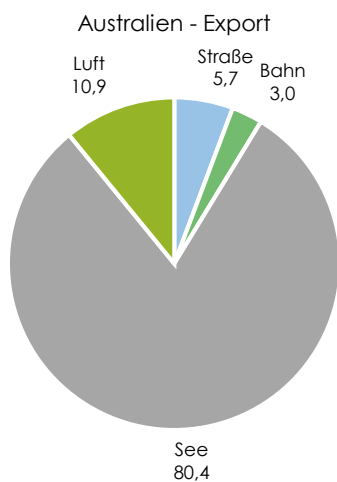
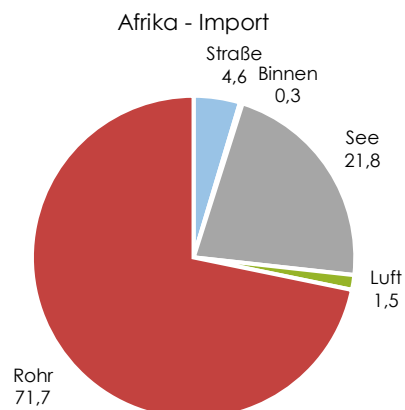
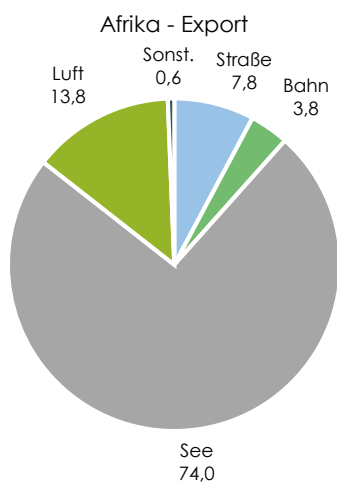
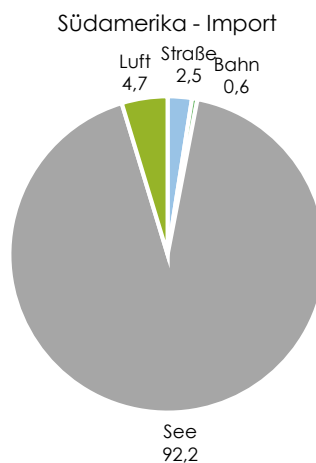
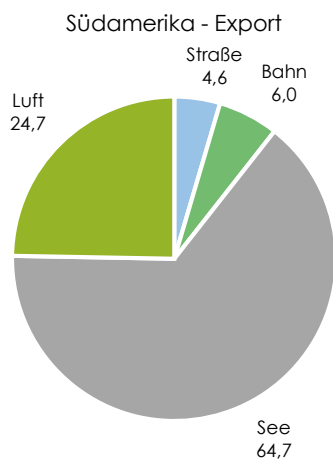


Abbildung 6.4/Fortsetzung



Anmerkung: Extra-EU-Länder ohne Vereinigtes Königreich und Kroatien.
 Q: Eurostat (EU-Handel nach Transportart), WIFO-Berechnungen.

Abschließend lässt sich als Befund für die Wahl des Transportweges feststellen, dass geographische Ausgangsbedingungen die Wahl des Transportmittels maßgeblich bestimmen. Während heimische Exporte nach und Importe aus Europa aufgrund der geographischen Gegebenheiten und Verkehrsnetze weitgehend über den Straßenverkehr abgewickelt werden, findet der Außenhandel mit Überseemärkten hauptsächlich über die Seeschifffahrt statt, wobei zunehmend auch der Luftverkehr im österreichischen Außenhandel einen größeren Stellenwert einnimmt.

In einer warenmäßigen Gliederung überwiegen in den meisten Transportarten die im österreichischen Außenhandel wichtigsten Warengruppen Maschinen und Fahrzeuge sowie auch chemische Erzeugnisse, wie Arzneimittel und pharmazeutische Erzeugnisse. Diese zwei Obergruppen dominieren die fünf wichtigsten Export- und Importwaren im Straßen-, See- und Luftverkehr. Markante Abweichungen zu diesen Warengruppen stechen lediglich im Warentransport per Bahn und Binnenschiff sowie importseitig über Rohrtransportleitungen hervor. Während über den Eisenbahnverkehr vor allem alkoholfreie Getränke, Schienen und Bleche aus Stahl sowie Kaffee transportiert werden, überwiegen im Binnenschiffverkehrsverkehr bearbeitete Waren, halbfertige Stahlerzeugnisse, Brennstoffe, Eisen- und Stahlabfälle und Stahlbleche. Auch Importe von Agrarwaren wie Mais und Ölsaaten finden über die Binnenschifffahrt statt, während Importe über fest installierte Transporteinrichtungen zu einem überwiegenden Teil Rohöllieferungen (69,6%) nach Österreich kennzeichnen.

Exkurs: Detaillierte Betrachtung der Extra-EU-Warenströme über den Luftverkehr

Aufgrund der verfügbaren detaillierteren Extra-EU-Warenströme nach Transportmitteln ermöglicht eine Sonderauswertung auf Basis von HS-6-Stellern einen Einblick in die Frage, welche Waren in den Außenhandelsbeziehungen Österreichs und der EU über den Luftverkehr transportiert werden. Die allgemeine Vermutung würde nahelegen, dass vor allem frische, leicht verderbliche Waren, wie Agrarerzeugnisse und Lebensmittel, über den Luftverkehr abgewickelt werden. Ein Blick auf die die Top-10-Importwaren Österreichs hingegen verdeutlicht, dass wertmäßig, wie auch mengenmäßig, zu einem überwiegenden Teil elektrische Maschinen und Apparate, wie Telefone, Datenverarbeitungsmaschinen und Speichereinheiten dafür, Stromrichter und Schaltungen sowie spezielle Hormone und Phantasieschmuck aus unedlen Metallen über den Luftverkehr bezogen werden. Zu den wichtigsten Exportwaren, die über diesen Transportweg versendet werden, zählen Antisera und andere Blutfractionen, bestimmte Arzneiwaren, spezielle Geräte zum Herstellen von Halbleiterbauelementen, Transistoren und Schaltungen sowie Hubkolbenmotore.

Eine ähnlich starke Konzentration auf spezielle Sende- und Empfangsgeräte, Datenverarbeitungsmaschinen, Triebwerke, bestimmte Arzneiwaren und Vaccine zeigt sich auch in den Warenströmen der EU mit Drittländern. In einer wertmäßigen Betrachtung der EU-Handelsströme kommt zudem dem Austausch von Gold eine wesentliche Bedeutung zu. Frische und verderbliche Agrarerzeugnisse und Lebensmittel, wie frische Rosen und andere Blumen und Blüten, frische oder getrocknete Guave- und Mangofrüchte sowie frische oder gekühlte Bohnen zählen lediglich in einer mengenmäßigen Betrachtung zu den 10 wichtigsten Importwaren der EU, wenngleich auf diese Warengruppen nur rund 8,3% der gesamten Importmenge mit dem Extra-EU-Raum fielen.

Abbildung 6.5: Bedeutung der Top-5-Warengruppen im österreichischen Warenaußenhandel nach Transportart im Extra-EU-Raum

Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen nach Transportart in % (dunkle Säulen)

Anteile an den Gesamtex- bzw. -importen im Extra-EU-Raum in % (helle Säulen)

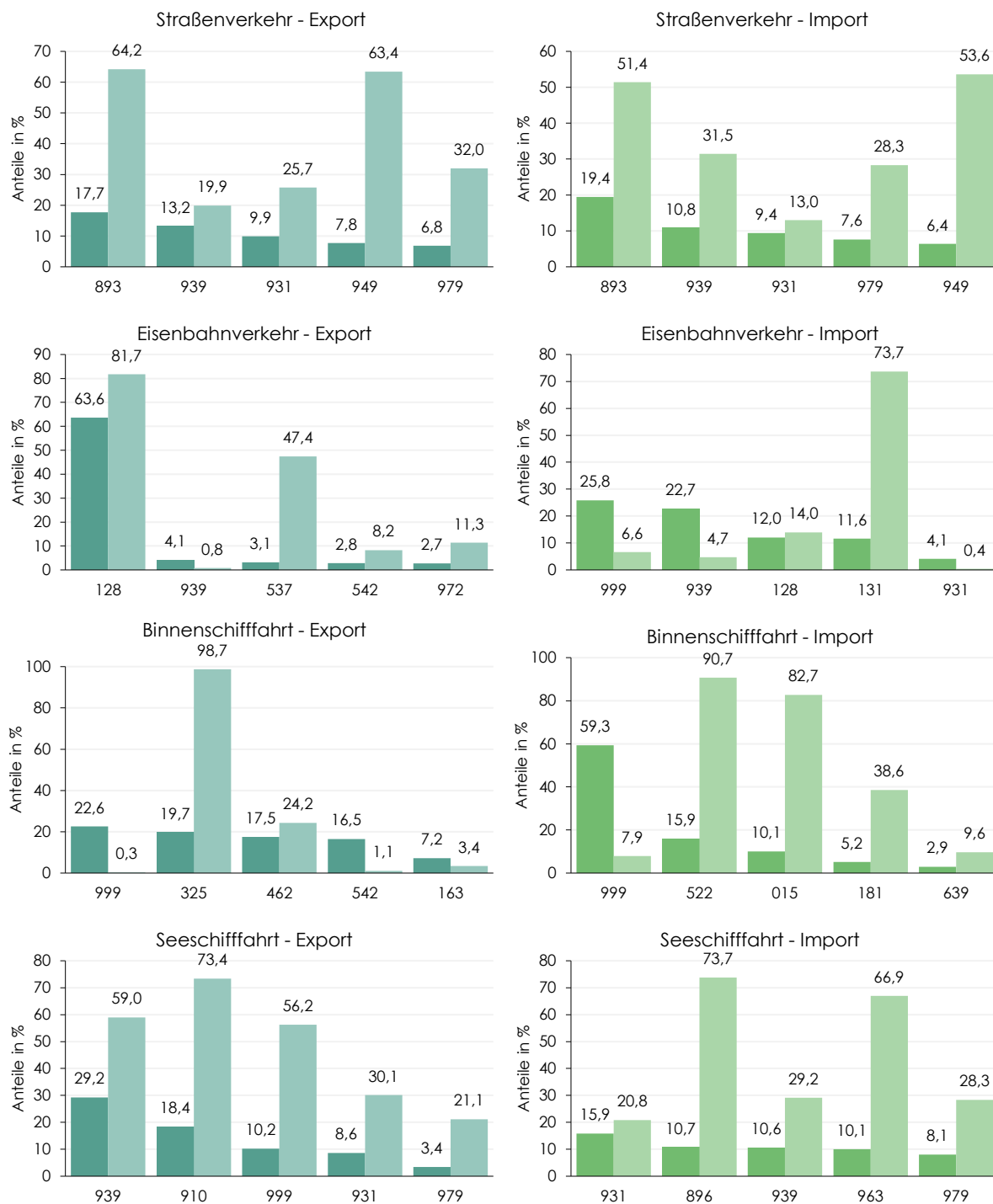
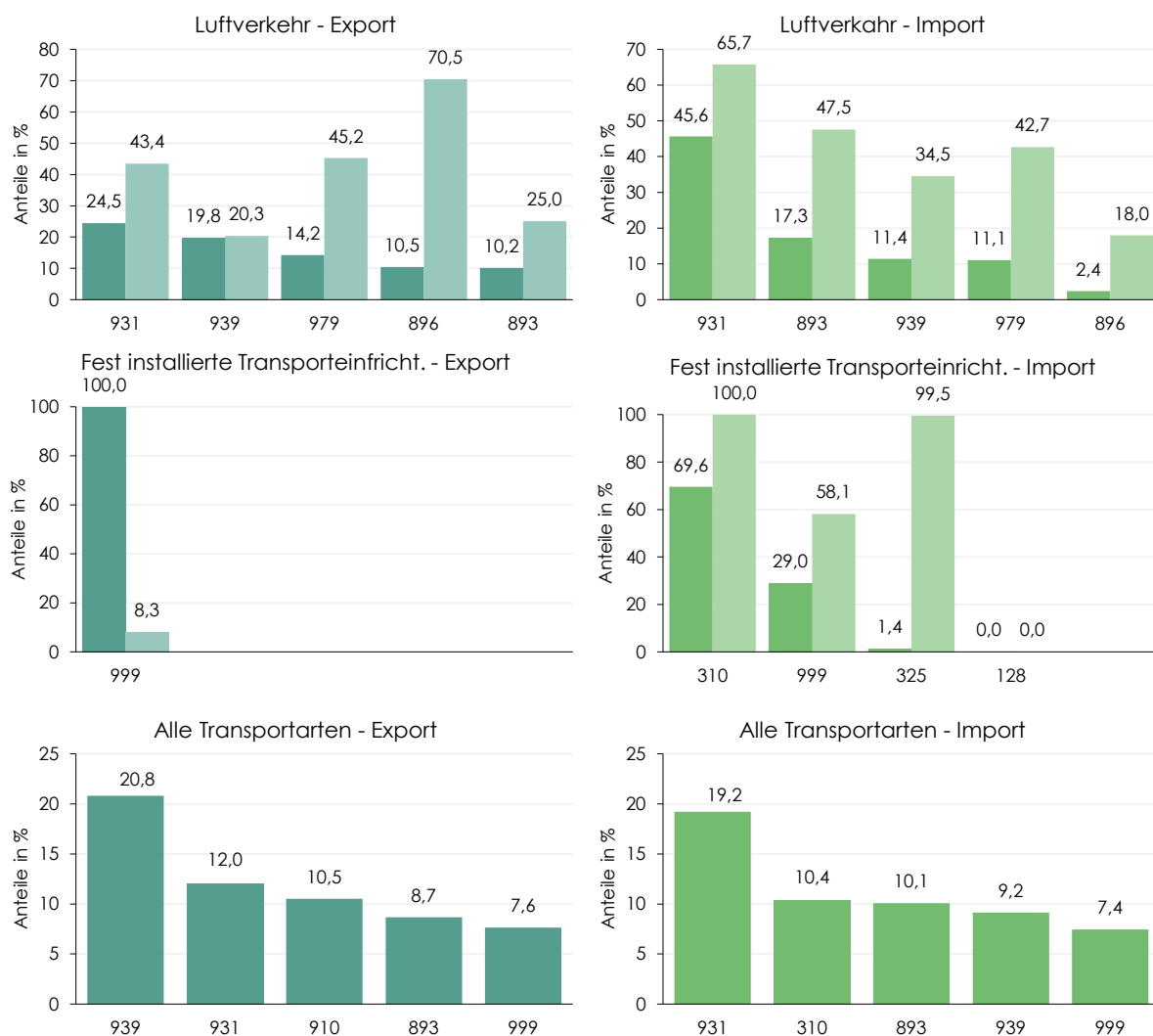


Abbildung 6.5/Fortsetzung



NSTR	Bezeichnung	NSTR	Bezeichnung
015	Mais	639	Andere rohe Mineralien
128	Alkoholfreie Getränke	893	Arzneimittel, pharmazeutische Erzeugnisse
131	Kaffee	896	Andere chemische Erzeugnisse und Zubereitungen
163	Andere Zubereitungen aus Getreide	910	Fahrzeuge, auch zusammengebaut, Teile davon
181	Ölsaatenfette, Ölnüsse, Ölkern	931	Elektrische Maschinen, Apparate, Geräte und Motoren
310	Rohöl	939	Nicht-elektrische Maschinen, Apparate, Geräte, Motoren
325	Destillierte Brennstoffe	949	Andere Erzeugnisse aus Metall
462	Eisen- Und Stahlabfälle zum Umschmelzen	963	Reiseartikel, Bekleidung, Schuhe
522	Halbfertige Stahlerzeugnisse	972	Papier und Pappe, unbearbeitet
537	Schienen aus Stahl und Gleisbaumaterial	979	Sonstige fertige Waren, a.n.g.
542	Stahlbleche zum Wiederauswalzen; Universalbleche	999	Andere bearbeitete Waren, nicht nach Art eingeteilt

Anmerkung: Extra-EU-Länder ohne Vereinigtes Königreich und Kroatien
 Q: Eurostat (EU-Handel nach Transportart), WIFO-Berechnungen.

6.2 Gesamtwirtschaftliche Effekte der Internalisierung externer Effekte im internationalen Warenverkehr

6.2.1 Datengrundlage und Bestimmung der Transportkostenaufschläge

Auf Grundlage der Erkenntnisse zum Umfang der externen Effekte im Verkehrssystem und der Bedeutung des internationalen Warenhandels wurde eine Datenmatrix zur Berechnung von Transportkostenaufschlägen erstellt, also jene Preisauflschläge die notwendig sind, um die externen Kosten des internationalen Warenverkehrs vollständig zu internalisieren. Als Basis für die externen Kosten wurde das rezente Handbuch der Europäischen Kommission (*van Essen et al.*, 2019A) herangezogen, das mehrere Vorteile vereint. Diese Studie quantifiziert einerseits die mit dem Verkehr in Verbindung stehenden externen Kosten (soweit aufgrund der Datenverfügbarkeit möglich) für alle EU-Mitgliedsländer nach Art des Transportmittels und Art der Externalität und beruht andererseits auf rezenten Methoden sowie Daten zur Ermittlung dieser Kostenfaktoren. Zudem sind aufgrund der einheitlichen Quantifizierung der Kostenkategorien die externen Kosten über alle EU-Länder hinweg miteinander vergleichbar, wenngleich es einige Datenlimitationen, vor allem im Bereich des See- und Luftverkehrs gibt (siehe Kapitel 3.5 und 3.6). Die Datenmatrix wurde ferner mit den bilateralen Außenhandelsdaten – Werte und Mengen der Export- und Importströme – disaggregiert nach HS-6-Stellern und Art des Transportmittels ergänzt. Im Zuge der Überleitung in das quantitative Gleichgewichtsmodell ADAGIO, das auf den weltweiten Input-Output-Tabellen der WIOD-Datenbasis beruht, wurden die disaggregierten Außenhandelsströme von HS-6-Stellern auf die zugrundeliegende Struktur der WIOD-Sektoren (ISIC rev. 4) umgerechnet.

Da im Rahmen der Modellanalyse die externen Kosten im Zusammenhang mit dem internationalen Warenverkehr im Fokus stehen, wurden im Zuge der Berechnung des Transportkostenaufschlags externe Kosten, die national anfallen, herausgerechnet. Dazu wurden die externen Gesamtkosten jedes Transportmittels um den Faktor des nationalen Verkehrs (in tkm) in Relation zur gesamten Transportleistung reduziert. Ferner wurden im Straßenverkehr die externen Gesamtkosten um den Anteil der nationalen Leerfahrten in Relation zur gesamten Transportleistung (in Fahrzeugkilometer) verringert, da Leerfahrten im EU-Durchschnitt rund 20% des Transportaufkommens darstellen. In einigen Ländern, wie beispielweise Österreich, stellen Leerfahrten rund ein Drittel des Transportaufkommens im Straßengüterverkehr dar. Die verbleibenden (internationalen) Gesamtkosten des Verkehrs nach Transportart wurden zum gesamten mengenmäßigen Außenhandelsvolumen in Relation gesetzt und dann anschließend als Preisauflschlag wertmäßig den bilateralen Extra-EU-Außenhandelsströmen angerechnet. Im Hinblick auf die wirtschaftspolitische Ausgestaltung von Transportkostenwahrheit erscheint es sinnvoll, auf Extra-EU-Handelsströme zu fokussieren, denn trotz europäischer Initiativen sind die EU-Gesetzgebung und eine Harmonisierung im Hinblick auf die Internalisierung von externen Effekten im Verkehrssystem nicht evident und liegen, wie beispielweise die Besteuerung von Straßenfahrzeugen, vollständig in der Verantwortung der einzelnen Mitgliedstaaten, die anhand diverser Maßnahmen diese externen Kosten teilweise berücksichtigen (Kapitel 4). Übersicht 6.3 fasst die Transportkostenaufschläge im Durchschnitt der EU-Länder über alle Extra-EU-Partnerländer und WIOD-Sektoren nach Transportmitteln zusammen. Der Mittelwert der Preisauflschläge über alle Transportmodi beträgt für die Extra-EU-Exporte 1,16%, jener für die

Extra-EU-Importe 1,33%. Der Median der Aufschläge für beide Handelsströme liegt bei 0,20% und 0,25%. Eine Unterteilung nach Art des Verkehrs zeigt nur geringfügige Unterschiede zwischen den Transportmodi. Lediglich im Binnenschiffverkehrsverkehr ist der Mittelwert des Transportkostenaufschlags mit 7,9% bei den Exporten und 10,3% bei den Importen deutlich nach oben verzerrt, während der Median rund um 0,7% liegt. Dies ist auf einige wenige Handelsströme zurückzuführen, insbesondere im Bereich Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (B), die mengenmäßig bedeutsam sind, aber nur einen geringen Wert aufweisen. Folglich fällt der ermittelte Transportkostenaufschlag im Verhältnis zum Warenwert überproportional hoch aus.

Übersicht 6.3: Deskriptive Statistik der Transportkostenaufschläge im Extra-EU-Warenhandel nach Art des Transports

	Transportkostenaufschläge in %							
	auf Extra-EU-Exporte				auf Extra-EU-Importe			
	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum
Straßenverkehr	0,43	0,07	0,00	85,3	0,64	0,09	0,00	123,4
Luftverkehr	0,87	0,12	0,00	136,5	1,14	0,11	0,00	2.032,5
Eisenbahnverkehr	0,83	0,22	0,00	81,4	1,98	0,21	0,00	86,5
Seeschifffahrt	1,74	0,39	0,00	722,6	1,63	0,49	0,00	478,5
Binnenschiffverkehr	7,92	0,68	0,00	384,8	10,28	0,73	0,00	1.647,6
Alle Transportmittel	1,16	0,20	0,00	722,6	1,33	0,25	0,00	2.032,5

Anmerkung: Die externen Transportkostenaufschläge werden im Fall von Importen auf den cif-Preis, im Fall von Exporten auf den fob-Preis aufgeschlagen.

Q: Eurostat (EU-Handel nach Transportart), WIFO-Berechnungen.

6.2.2 Der Effekt von Transportkostenwahrheit im Extra-EU-Handel

Im vorangegangenen Kapitel 6.2.1 wurden die externen Kosten, die als Preiszuschlag dem Extra-EU-Handel zuzurechnen sind, bestimmt. In diesem Kapitel soll nun versucht werden, die wirtschaftlichen Effekte einer Internalisierung dieser Kosten abzuschätzen.

Werkzeug dieser Abschätzung ist das Modell ADAGIO, ein multiregionales Input-Output-Modell, das Produktion, Handel und Konsum von 64 Gütern in 43 Ländern (plus dem "Rest der Welt") beschreibt (eine detailliertere Beschreibung findet sich im Kapitel 8). Internalisiert werden die Transportkosten über Import- bzw. Exportzölle, die spezifisch auf den Handel der EU-28-Länder⁶³⁾ mit Extra-EU-Ländern aufgeschlagen werden⁶⁴⁾. Diese Zölle verteuern den Import von Waren von außerhalb der EU bzw. den Export von Waren in diese Länder. Die wirtschaftlichen Wirkungsmechanismen können dabei folgendermaßen umrissen werden:

- Die Importzölle verteuern den Import von Waren aus Ländern außerhalb der EU und machen damit heimische Waren (bzw. Waren aus anderen EU-Ländern) relativ billiger. Dies führt zu einem Sinken der Importquote in jedem EU-Land. Innerhalb der Importe gewinnen die anderen EU-Staaten an Wettbewerbsfähigkeit, da der Intra-EU-Handel

⁶³⁾ Aufgrund von Datenlimitationen wird das Vereinigte Königreich noch als EU-Land betrachtet und auch ausgewiesen.

⁶⁴⁾ Die Aufschläge wurden als gewichtete Summe der Transportmodus spezifischen externen Kosten ermittelt und implementiert.

gemäß der Simulationsannahmen nicht den Import- oder Exportaufschlägen unterliegt. Damit ergibt sich eine Verschiebung der Herkunft von Importen. Die Nachfrage nach heimischen Erzeugnissen steigt, wie auch die Nachfrage nach Importen aus anderen EU-Staaten, die Nachfrage nach Produkten aus Ländern außerhalb der EU sinkt.

- Damit ergibt sich ein positiver Schock für die Wirtschaft der EU-Länder, allerdings nur *ceteris paribus* – teurere Importe führen auch zu einer Verteuerung von Vorleistungen, und damit zu Preisdruck auf die heimischen Unternehmen. Gleichzeitig sinkt die heimische Arbeitslosigkeit, und es steigt die Kapitalauslastung – beides mit ebenfalls tendenziell preiserhöhender Wirkung. Dies dämpft die ursprünglich expansive Wirkung der Importzölle.
- Der umgekehrte Effekt ist bei den Exportaufschlägen zu erwarten. Diese verteuern die heimischen Waren auf dem Weltmarkt, mit kontraktiver Wirkung auf die heimische Wirtschaft – wiederum *ceteris paribus*. Die Folgewirkungen stellen sich als Spiegelbild der Importzölle dar. Der negative Schock führt im ersten Schritt zu einer Kontraktion von Output und Wertschöpfung und damit zu einer Erhöhung der Arbeitslosenrate und einer Verringerung der Kapitalauslastung. Dies führt zur Reduktion von Outputpreisen und Löhnen, wodurch die kontraktive Wirkung gemildert wird.
- Die Aufschläge auf die Importe und Exporte in Form von Zöllen führen zu Einnahmen der EU-Staaten in der Höhe von immerhin rund 33 Mrd. €. Für die Modellergebnisse entscheidend ist, ob und wie diese Einnahmen auf der Ebene der EU-Mitgliedstaaten wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden. In der konkreten Abschätzung wird ein Szenario ohne Verwertung einem Szenario gegenübergestellt, in dem die Einnahmen der Handelsaufschläge budgetneutral als Staatsausgaben wirksam werden⁶⁵).
- Diese Reaktionen, die auf Ebene eines Einzellandes wohl auch ihrer Richtung nach eintreten würden, stellen sich in der (Modell)Realität allerdings komplexer dar. Da ja nicht ein einzelnes Land diese Maßnahmen einführt, sondern ein Block von 28 Ländern diese gegenüber dem "Rest der Welt" verhängt, kommt es innerhalb dieser beiden Blöcke zu komplexen Reaktionen, die – im Wesentlichen abhängig von der nationalen Produktions- und Handelsstruktur – zu durchaus kontraintuitiven Wirkungen führen können. Ein Beispiel: Wenn Gut X mit hohen Importaufschlägen belegt wird (weil es zu hohen externen Kosten führt), dann werden sich die Importe von außerhalb der EU überdurchschnittlich verteuern. Wenn nun ein EU-Land eine Spezialisierung in der

⁶⁵) D. h. Staatsausgaben werden in einem Ausmaß verändert, das den ursprünglichen Defizitpfad – definiert als Prozentsatz am Bruttoinlandsprodukt - nicht verändert. Dies ist eine relativ weitreichende Annahme, da diese die Wirkung der Einnahmenverwertung bestimmt – unterschiedliche Annahmen führen zu deutlich unterschiedlichen Wirkungen. Die hier gewählte Annahme (andere Möglichkeiten wären etwa eine Senkung von Steuern, eine Erhöhung der Transferzahlungen, Abbau des Defizits usw.) ist jene, die zu den höchsten positiven Reaktionen auf das heimische BIP führt, da Staatsausgaben wenig importlastig sind – öffentliche Verwaltung kann z. B. *ex definitione* gar nicht importiert werden (sie muss nach dem Territorialprinzip im Inland erbracht werden). Diese "Maximalannahme" ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten. Gleichzeitig ist diese Annahme aber auch sinnvoll, da für die Behandlung und Behebung der entstandenen Schäden im Sinne der Bewahrung der Gesundheit und Umwelt in erster Linie der Staat zuständig ist und diese Einnahmen dafür auch verwenden kann.

Produktion dieses Guts aufweist, wird es überproportional von der Umlenkung der Handelsströme profitieren und damit überproportionale expansive Wirkung erfahren. Ein anderes EU-Land, das diese Spezialisierung nicht aufweist, erfährt dadurch nur einen geringen positiven Nachfrageschock, der den negativen Preisschock durch die Importzölle möglicherweise nicht ausgleichen kann – damit ergäbe sich in der Gesamtheit eine kontraktive Wirkung, trotz eigentlich positivem Nachfrageschock. Hier liegt der Vorteil der modellbasierten Abschätzung. Das Modell kann die komplexen Zusammenhänge berücksichtigen und den (Netto-)Effekt abschätzen helfen.

Alle Effekte sind als "langfristige Gleichgewichtslösung" zu interpretieren. Um die Reaktionen auf die einzelnen Maßnahmen darzulegen, wurden sie sequentiell in das Modell ADAGIO implementiert, d. h. nur Importaufschläge; nur Exportaufschläge; beide Maßnahmen, aber ohne Verwertung der Einnahmen aus den Aufschlägen; Gesamteffekte, also Im- und Exportaufschläge sowie Verwertung der Einnahmen (in Form von Staatsausgaben). Alle Simulationen wurden unter der Annahme eines unveränderten Budgetdefizits (als Anteil am BIP) simuliert. Die folgende Übersicht 6.4 zeigt die Modellreaktionen auf der Ebene der EU 28 getrennt nach Wirkungsmechanismus ("keine Verwertung" bedeutet, dass hier kein Rückfluss der zusätzlichen Einnahmen in den Wirtschaftskreislauf im Sinne der Fußnote 65 stattfindet).

Übersicht 6.4: Langfristige Reaktionen von BIP, Beschäftigung und Konsumentenpreisindex auf die Internalisierung der externen Transportkosten, EU 28

	Nur Importzölle, keine Verwertung	Nur Exportzölle, keine Verwertung	Beide Zölle, keine Verwertung	Gesamteffekte Zölle und Verwertung
Nominelles BIP	0,14%	-0,16%	-0,02%	0,31%
Reales BIP	-0,06%	-0,13%	-0,20%	0,06%
Beschäftigung ¹⁾	0,04%	-0,14%	-0,10%	0,18%
Konsumentenpreisindex	0,26%	-0,01%	0,26%	0,32%
Exporte	0,14%	-0,37%	-0,23%	-0,10%
Importe	-0,02%	-0,24%	-0,27%	-0,06%
Netto-Exporte im Verhältnis zu Exporten	0,16%	-0,12%	0,04%	-0,04%

Anmerkung: Zu Verwertung siehe Fußnote 65.

Q: WIFO-Berechnungen mit ADAGIO. – 1) Selbstständige und unselbstständige Beschäftigungsverhältnisse.

Die Gesamteffekte entsprechen im Wesentlichen den Erwartungen. In realer Betrachtung haben die Handelsaufschläge negative Auswirkungen auf das BIP, nominell ist dies nur bei den Exportaufschlägen der Fall. Nominell kompensieren sich auch die Wirkungen von Import- und Exportaufschlägen, sodass der kombinierte Effekt auf das BIP praktisch verschwindet. Wesentlich ist hier aber die Reaktion der Preise. Die Exportzölle führen zu einem geringen Preisrückgang, bedingt durch die dämpfende Wirkung auf die Gesamtwirtschaft (ausgehend vom Rückgang in der Wettbewerbsfähigkeit), die auch die Beschäftigung dämpft, damit die Arbeitslosenrate erhöht und folglich zu etwas geringeren Lohnabschlüssen mit preisdämpfender Wirkung führt. Bei den Importzöllen ist es in erster Linie der direkte Preiseffekt durch die Verteuerung der Extra-EU-Importe, die zwar zurückgehen, aber nicht im vollen Ausmaß ihrer Preiserhöhungen. Zusätzlich führt die expansive Wirkung zu einer Zunahme der Beschäftigung und damit einer Abnahme der Arbeitslosenrate mit lohnerhöhender (und damit preissteigernder) Wirkung. Die Netto-Exporte (hier bezogen auf die Gesamtexporte) steigen im Fall der

Importaufschläge, fallen bei den Exportaufschlägen – auch dies in erwarteter Richtung. Kombiniert ergeben die beiden Aufschläge einen gering positiven Effekt auf die Netto-Exporte (und damit die Handelsbilanz).

Merkliche Änderungen ergeben sich, wenn die Einnahmen aus den Handelsaufschlägen annahmegemäß (also in Form von zusätzlichen Staatsausgaben)⁶⁶) verwertet werden: In diesem Fall dreht die Veränderung im realen BIP auf (leicht) positiv, Beschäftigung und Preise steigen an. Aufgrund der expansiven Wirkung (auch Konsum und Investitionen nehmen zu) dreht die Handelsbilanz auf (gering) negativ (Übersicht 6.4).

Allen Szenarien ist aber gemein, dass ihre Wirkungen relativ gering ausfallen – dies ist auch nicht weiter verwunderlich, sind die Extra-EU-Handelsverflechtungen doch merklich geringer als jene innerhalb der EU (Anteile am Gesamtaußenhandel der EU: Extra-EU-Handel 35,9%; Intra-EU-Handel 64,1%). Die gesamten simulierten Export- und Importaufschläge summieren sich auf EU-Ebene auf rund 33 Mrd. €, kein geringer Betrag, der allerdings nur rund 0,2% des EU-BIP im Jahr 2016 entspricht. Auf der Ebene der einzelnen Mitgliedstaaten zeigen sich allerdings doch merkliche Unterschiede, die in erster Linie durch die unterschiedliche Exponiertheit gegenüber Ländern außerhalb der EU begründet sind (so befinden sich die östlichen Mitgliedstaaten – geographisch durch ihre Landgrenze sowie wohl auch historisch bedingt – in weit regerem Austausch mit Extra-EU-Regionen als jene von Mittel- und Westeuropa). Obwohl die Effekte auf Länderebene sicherlich mit größerer Vorsicht zu interpretieren sind, zeigt sich das Muster, dass osteuropäische Mitgliedstaaten (und hier besonders die baltischen Länder) deutlich kräftigere Reaktionen auf die Handelsaufschläge zeigen als die übrigen Länder – dies eine unmittelbare Folge der erwähnten Exponiertheit gegenüber landverbundener und damit leicht zugänglicher Nachbarn außerhalb der EU (Übersicht 6.5). Damit sind auch die Einnahmen aus den Transportaufschlägen sehr hoch, mit entsprechend hoher Wirkung der Verwertung dieser Einnahmen in Form von (zusätzlichen) Staatsausgaben im Sinne der Fußnote 65.

Auffällig sind die relativ starken Effekte, die ADAGIO für Österreich (oder genauer gesagt die österreichischen Importe) schätzt: mit +0,13% im Szenario "nur Importzölle" liegt Österreich in der nur kleinen Ländergruppe mit positiven Effekten (die ebenfalls relativ hohen Effekte im Gesamtszenario sind auch diesem Importeffekt geschuldet). Der Grund liegt in der erwähnten Substitution von Extra-EU-Importen durch Intra-EU-Importe: Österreich gewinnt hier durch solche Verlagerungseffekte als Zulieferer, und zwar speziell im Agrar-, Forst- und Lebensmittelbereich sowie bei Metallen und Metallerzeugnissen (auch Chemie/Pharma zeigt relativ hohe positive Effekte). Der positive Grundeffekt aus Importaufschlägen wird sodann noch durch die Annahme einer Verwertung der damit zusammenhängenden Einnahmen als Staatsausgaben verstärkt und auf weitere Branchen übertragen (die anderen Branchen mit merklichen Zuwächsen sind dementsprechend auch die "öffentlichen Güter" Verwaltung, Unterricht, Gesundheits- und Sozialwesen)⁶⁷).

⁶⁶) Wobei auch hier das relative Budgetdefizitziel unverändert bleibt.

⁶⁷) Dies sind weitgehend jene Bereiche, die für die Beseitigung der aus den externen Transportkosten entstehenden Schäden zuständig sind. In diesem Sinn ist die Annahme, die Zolleinnahmen in Form von zusätzlichen Staatsausgaben in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen, durchaus treffsicher.

Übersicht 6.5: Langfristige Effekte auf das reale BIP in den EU-28-Ländern

	Gesamteffekte		Zerlegung ohne Verwertung	
	Zölle und Verwertung		Nur Importzölle	Nur Exportzölle
Österreich	0,18%	0,13%	-0,19%	-0,06%
Belgien	0,03%	-0,12%	-0,17%	-0,29%
Bulgarien	0,21%	-0,32%	-0,31%	-0,64%
Zypern	0,08%	-0,06%	-0,01%	-0,07%
Tschechien	0,27%	0,14%	-0,07%	0,07%
Dänemark	-0,09%	-0,10%	-0,06%	-0,16%
Deutschland	0,02%	-0,02%	-0,13%	-0,16%
Spanien	0,24%	-0,09%	-0,15%	-0,24%
Estland	0,74%	-0,53%	-0,97%	-1,50%
Finnland	-0,06%	-0,09%	-0,09%	-0,18%
Frankreich	0,05%	-0,06%	-0,13%	-0,20%
Vereinigtes Königreich	-0,05%	-0,09%	-0,09%	-0,19%
Griechenland	0,31%	-0,28%	-0,31%	-0,60%
Kroatien	0,34%	0,02%	-0,64%	-0,63%
Ungarn	0,11%	0,09%	-0,12%	-0,04%
Irland	0,10%	0,08%	-0,06%	0,03%
Italien	0,06%	-0,06%	-0,13%	-0,19%
Litauen	0,07%	0,08%	-0,58%	-0,50%
Luxemburg	-0,01%	-0,02%	-0,10%	-0,13%
Lettland	0,31%	-0,29%	-1,49%	-1,79%
Malta	0,11%	-0,08%	-0,08%	-0,15%
Niederlande	0,12%	-0,22%	-0,15%	-0,37%
Polen	0,06%	0,04%	-0,16%	-0,12%
Portugal	0,20%	-0,06%	-0,12%	-0,18%
Rumänien	0,26%	0,04%	-0,32%	-0,28%
Slowakei	0,57%	0,07%	-0,27%	-0,20%
Slowenien	0,35%	-0,06%	-0,18%	-0,24%
Schweden	-0,01%	-0,07%	-0,10%	-0,17%
EU 28	0,06%	-0,06%	-0,13%	-0,20%

Anmerkung: Zu Verwertung siehe Fußnote 65.
Q: WIFO-Berechnungen mit ADAGIO.

Auf Ebene der EU 28 sind die stärksten Reaktionen (naturgemäß) in den von den Aufschlägen unmittelbar betroffenen Branchengruppen zu finden: Land- und Forstwirtschaft, Bergbau, Sachgütererzeugung und Abfallentsorgung (hier in erster Linie Alt- und Recyclingstoffe). Auf den ersten Blick verwunderlich mag erscheinen, dass die reale Produktion auch im Fall der Importaufschläge in den meisten Branchen zurückgeht, könnte hier doch vermutet werden, dass durch die Verteuerung der Importe die heimische Produktion angeregt wird. Dies ist auch der Fall, allerdings verteuern sich mit den Importen auch die (importierten) Vorleistungen (wie durch die expansive Wirkung auch das allgemeine Preis- und Lohnniveau), sodass die Outputpreise steigen und damit die expansive Wirkung in der nominellen Produktion (über)kompensiert (Übersicht 6.6).

Übersicht 6.6: Langfristige Wirkungen der Maßnahmen auf den realen Produktionswert nach Branchengruppen, EU 28

	Gesamteffekte Zölle und Verwertung	Zerlegung ohne Verwertung		
		Nur Importzölle	Nur Exportzölle	Beide Zölle
Land und Forstwirtschaft, Fischerei	0,02%	0,28%	-0,31%	-0,03%
Bergbau, Gewinnung von Steinen, Erden	-0,29%	-0,12%	-0,20%	-0,32%
Sachgütererzeugung	-0,20%	-0,03%	-0,27%	-0,30%
Energieversorgung	-0,18%	-0,15%	-0,14%	-0,29%
Wasserversorg., Abwasser-/Abfallentsorg.	-0,28%	0,06%	-0,55%	-0,49%
Bau	-0,06%	-0,14%	-0,12%	-0,26%
Handel, Instandhaltung, Reparatur von Kfz	-0,08%	-0,23%	-0,01%	-0,23%
Verkehr und Lagerei	-0,15%	-0,16%	-0,17%	-0,34%
Beherbergung und Gastronomie	0,16%	0,09%	-0,05%	0,04%
Information und Kommunikation	-0,01%	-0,06%	-0,11%	-0,17%
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,03%	0,24%	-0,25%	-0,03%
Grundstücks- und Wohnungswesen	-0,17%	-0,17%	-0,03%	-0,20%
Freiberufl., wissenschaftl., techn. Dienstl.	-0,04%	-0,05%	-0,18%	-0,23%
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	0,06%	-0,06%	-0,18%	-0,24%
Öffentl. Verwaltung, Verteidig., Sozialvers.	0,80%	-0,05%	-0,26%	-0,31%
Erziehung und Unterricht	0,55%	-0,08%	-0,17%	-0,25%
Gesundheits- und Sozialwesen	0,57%	-0,07%	-0,16%	-0,23%
Kunst, Unterhaltung, Erholung	0,27%	0,06%	-0,12%	-0,07%
Sonstige Dienstleistungen	-0,16%	-0,12%	-0,09%	-0,22%
Dienstleistungen private Haushalte	0,12%	0,08%	-0,02%	0,07%
Insgesamt	-0,01%	-0,06%	-0,17%	-0,24%

Anmerkung: Zu Verwertung siehe Fußnote 65.
Q: WIFO-Berechnungen mit ADAGIO.

Die Beschäftigung steigt jedenfalls im Fall der Importaufschläge leicht an (Übersicht 6.7). Die kombinierten Import- und Exportaufschläge dämpfen die Gesamtbeschäftigung leicht, dies wird aber durch die Verwertung der Einnahmen überkompensiert. Die Einnahmenverwertung in Form zusätzlicher Staatsausgaben kompensiert auch die auf den ersten Blick etwas überraschend anmutenden kräftigen Reaktionen der Sektoren, bei denen es sich um öffentliche Dienstleistungen, die in erster Linie aus den Staatsausgaben finanziert werden, handelt (öffentliche Verwaltung, Erziehung und Unterricht, Gesundheits- und Sozialwesen sowie Kunst, Unterhaltung). Die Annahme eines konstanten Budgetdefizits impliziert, dass im Fall kontraktiver Maßnahmen die Staatsausgaben auch zurückgefahren werden müssen – dies ist bei den Exportaufschlägen der Fall, wodurch sich diese Reaktionen ergeben. Umgekehrt sind diese Sektoren aber auch genau jene, die unmittelbar von einer Erhöhung der Staatsausgaben (wie im Fall der Recycling der Einnahmen) positiv betroffen sind.

Übersicht 6.7: Langfristige Wirkungen der Maßnahmen auf die Beschäftigungsverhältnisse (selbst- und unselbstständig) nach Branchengruppen, EU 28

	Gesamteffekte Zölle und Verwertung	Zerlegung ohne Verwertung		
		Nur Importzölle	Nur Exportzölle	Beide Zölle
Land und Forstwirtschaft, Fischerei	-0,18%	0,39%	-0,23%	0,17%
Bergbau, Gewinnung von Steinen, Erden	-0,24%	-0,05%	-0,25%	-0,29%
Sachgütererzeugung	-0,09%	0,02%	-0,18%	-0,16%
Energieversorgung	-0,12%	-0,10%	-0,17%	-0,27%
Wasserversorg., Abwasser-/Abfallentsorg.	-0,18%	0,10%	-0,52%	-0,43%
Bau	0,00%	-0,06%	-0,11%	-0,17%
Handel, Instandhaltung, Reparatur von Kfz	0,06%	-0,16%	0,01%	-0,13%
Verkehr und Lagerei	0,05%	0,03%	-0,17%	-0,14%
Beherbergung und Gastronomie	0,27%	0,23%	-0,01%	0,21%
Information und Kommunikation	0,05%	0,00%	-0,12%	-0,12%
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,16%	0,42%	-0,31%	0,09%
Grundstücks- und Wohnungswesen	0,14%	0,17%	-0,01%	0,16%
Freiberufl., wissenschaftl., techn. Dienstl.	0,07%	0,10%	-0,20%	-0,11%
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	0,26%	0,03%	-0,14%	-0,11%
Öffentl. Verwaltung, Verteidig., Sozialvers.	0,97%	0,01%	-0,24%	-0,24%
Erziehung und Unterricht	0,59%	-0,05%	-0,18%	-0,23%
Gesundheits- und Sozialwesen	0,58%	-0,04%	-0,13%	-0,17%
Kunst, Unterhaltung, Erholung	0,35%	0,18%	-0,13%	0,04%
Sonstige Dienstleistungen	0,09%	0,18%	-0,08%	0,09%
Dienstleistungen private Haushalte	0,11%	0,08%	-0,01%	0,07%
Insgesamt	0,18%	0,04%	-0,14%	-0,10%

Anmerkung: Zu Verwertung siehe Fußnote 65.
Q: WIFO-Berechnungen mit ADAGIO.

6.2.3 Ein Alleingang Österreichs?

Das im vorigen Kapitel vorgestellte Szenario wurde unter der Annahme simuliert, dass sich die EU 28 auf ein einheitliches und gemeinsames Vorgehen zur Internalisierung der externen Transportkosten (u. a. Luftverschmutzung, Klimawandel, Unfälle, Lärm) einigt. In diesem Kapitel soll nun noch untersucht werden, wie sich ein Alleingang Österreichs (sollte eine solche Einigung nicht gelingen) auswirken würde. Umgesetzt wird diese Annahme dadurch, dass die für Österreich geschätzten Kosten wie im Fall der Gesamt-EU-Simulation implementiert werden, in den anderen Staaten jedoch nicht.

Es kann dabei erwartet werden, dass die Wirkungen auf die EU insgesamt gering sind – und in der Tat weisen alle Kennzahlen auf EU-28-Ebene marginale Änderungen auf, die erst in der dritten Nachkommastelle sichtbar werden (auf die Darstellung wird daher verzichtet). In Österreich selbst sind die Effekte aber natürlich durchaus sichtbar. Die folgende Übersicht 6.8 fasst die Resultate wichtiger makroökonomischer Kennzahlen für Österreich zusammen.

Übersicht 6.8: Langfristige Reaktionen von BIP, Beschäftigung und Konsumentenpreisindex auf die Internalisierung der externen Transportkosten, Österreich

	Nur Importzölle, keine Verwertung	Nur Exportzölle, keine Verwertung	Beide Zölle, keine Verwertung	Gesamteffekte Zölle und Verwertung
Nominelles BIP	0,00%	-0,12%	-0,11%	0,06%
Reales BIP	-0,01%	-0,10%	-0,12%	0,05%
Beschäftigung ¹⁾	-0,01%	-0,11%	-0,11%	0,07%
Konsumentenpreisindex	0,02%	-0,01%	0,01%	0,02%
Exporte	-0,02%	-0,12%	-0,15%	-0,15%
Importe	-0,04%	-0,11%	-0,15%	-0,07%
Netto-Exporte im Verhältnis zu Exporten	0,02%	-0,02%	0,00%	-0,08%

Anmerkung: Zu Verwertung siehe Fußnote 65.

Q: WIFO-Berechnungen mit ADAGIO. – ¹⁾ Selbstständige und unselbstständige Beschäftigungsverhältnisse.

Interessant ist, dass die Reaktionen moderater ausfallen als im Fall eines gemeinsamen Vorgehens – eine Folge der Intra-EU-Verflechtungen, die einen Großteil des (nicht nur österreichischen) Außenhandels ausmachen. Speziell die Reaktion auf die Importzölle, die im EU-Verbund zu einem Anstieg des (realen) BIP geführt hat, ist nun merklich geringer (und sogar geringfügig negativ) – im Gesamt-EU-Fall konnte Österreich durch die Verteuerung der Extra-EU-Importe Marktanteile im Binnenmarkt gewinnen, was bei einem Alleingang natürlich nicht mehr möglich ist. Die Gesamteffekte einschließlich Verwertung sind damit auch merklich gedämpfter (Übersicht 6.9).

Übersicht 6.9: Wirkungen der Maßnahmen auf den realen Produktionswert nach Branchengruppen, Österreich

	Gesamteffekte Zölle und Verwertung	Zerlegung ohne Verwertung		
		Nur Importzölle	Nur Exportzölle	Beide Zölle
Land und Forstwirtschaft, Fischerei	0,03%	0,16%	-0,17%	-0,01%
Bergbau, Gewinnung von Steinen, Erden	-0,04%	-0,02%	-0,09%	-0,11%
Sachgütererzeugung	-0,15%	-0,04%	-0,14%	-0,18%
Energieversorgung	-0,01%	-0,01%	-0,07%	-0,08%
Wasserversorg., Abwasser-/Abfallentsorg.	-0,08%	0,00%	-0,14%	-0,14%
Bau	0,03%	-0,02%	-0,09%	-0,11%
Handel, Instandhaltung, Reparatur von Kfz	-0,01%	-0,01%	-0,09%	-0,11%
Verkehr und Lagerei	0,02%	-0,02%	-0,09%	-0,10%
Beherbergung und Gastronomie	0,06%	0,00%	-0,09%	-0,09%
Information und Kommunikation	0,02%	-0,01%	-0,07%	-0,09%
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,02%	-0,01%	-0,08%	-0,10%
Grundstücks- und Wohnungswesen	0,01%	-0,02%	-0,04%	-0,06%
Freiberufl., wissenschaftl., techn. Dienstl.	0,01%	-0,02%	-0,09%	-0,11%
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	0,04%	-0,02%	-0,12%	-0,14%
Öffentl. Verwaltung, Verteidig., Sozialvers.	0,46%	-0,02%	-0,22%	-0,24%
Erziehung und Unterricht	0,34%	-0,02%	-0,17%	-0,19%
Gesundheits- und Sozialwesen	0,30%	-0,01%	-0,15%	-0,16%
Kunst, Unterhaltung, Erholung	0,14%	0,00%	-0,12%	-0,12%
Sonstige Dienstleistungen	0,11%	-0,02%	-0,09%	-0,11%
Dienstleistungen private Haushalte	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Insgesamt	0,00%	-0,02%	-0,11%	-0,13%

Anmerkung: Zu Verwertung siehe Fußnote 65.

Q: WIFO-Berechnungen mit ADAGIO.

Abgesehen von diesem moderateren Muster folgen die Reaktionen den bisherigen Analysen: preisauftreibende Wirkung von Importzöllen und expandierenden Staatsausgaben, preisvermindernde (da kontraktive) Wirkung der Exportaufschläge. Reales BIP und Beschäftigung reagieren nur marginal auf die Importaufschläge, aber merklich auf die Verschlechterung der Wettbewerbssituation bei Einsatz der Exportaufschläge. Die Netto-Exporte (relativ zu den Exporten) verbessern sich bei den Importaufschlägen, umgekehrt bei den exportorientierten Aufschlägen. Das "Recycling" der Einnahmen in Form von zusätzlichen Staatsausgaben führt – da ihre expansive Wirkung mit einer Erhöhung von Konsum und Investitionen einhergeht - zu einem Rückgang der Netto-Exporte.

Im Branchendetail ergibt sich ein ähnliches Bild, wie im Fall der EU-weiten Maßnahmen (Übersicht 6.10). Bei den Importzöllen zeigen nur Land- und Forstwirtschaft positive Reaktionen, ausgelöst durch die Substitution von Importen durch heimische Produkte. Hilfreich ist hier, dass diese beiden Sektoren nur wenige importierte Vorleistungen verwenden – dadurch erfahren sie weniger Preisauftrieb als Branchen mit höheren Importneigungen. Zu diesen zählt die Sachgütererzeugung. Obwohl sie eigentlich durch die Importzölle "geschützt" werden müsste, verliert sie (real) an Produktionswert, weil ihre Vorleistungsimporte steigen (und damit die Produktionskosten und Outputpreise). Diese negativen Effekte auf das reale Produktionsniveau nach Sektoren sind aber im Wesentlichen moderat.

Übersicht 6.10: Wirkungen der Maßnahmen auf die Beschäftigungsverhältnisse (selbst- und unselbstständig) nach Branchengruppen, Österreich

	Gesamteffekte Zölle und Verwertung	Zerlegung ohne Verwertung		
		Nur Importzölle	Nur Exportzölle	Beide Zölle
Land und Forstwirtschaft, Fischerei	-0,05%	0,07%	-0,12%	-0,05%
Bergbau, Gewinnung von Steinen, Erden	-0,04%	-0,02%	-0,08%	-0,10%
Sachgütererzeugung	-0,13%	-0,02%	-0,11%	-0,14%
Energieversorgung	-0,02%	-0,01%	-0,07%	-0,08%
Wasserversorg., Abwasser-/Abfallentsorg.	-0,07%	0,01%	-0,14%	-0,13%
Bau	0,04%	0,00%	-0,08%	-0,08%
Handel, Instandhaltung, Reparatur von Kfz	0,01%	-0,01%	-0,09%	-0,10%
Verkehr und Lagerei	0,03%	-0,01%	-0,08%	-0,09%
Beherbergung und Gastronomie	0,06%	0,01%	-0,08%	-0,07%
Information und Kommunikation	0,01%	-0,01%	-0,06%	-0,07%
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,02%	-0,01%	-0,09%	-0,10%
Grundstücks- und Wohnungswesen	0,00%	-0,02%	-0,02%	-0,04%
Freiberufl., wissenschaftl., techn. Dienstl.	0,01%	-0,01%	-0,08%	-0,09%
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	0,12%	-0,01%	-0,11%	-0,12%
Öffentl. Verwaltung, Verteidig., Sozialvers.	0,46%	-0,01%	-0,22%	-0,23%
Erziehung und Unterricht	0,34%	-0,01%	-0,17%	-0,18%
Gesundheits- und Sozialwesen	0,30%	-0,01%	-0,14%	-0,15%
Kunst, Unterhaltung, Erholung	0,14%	0,01%	-0,11%	-0,11%
Sonstige Dienstleistungen	0,11%	-0,01%	-0,08%	-0,09%
Dienstleistungen private Haushalte	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Insgesamt	0,07%	-0,01%	-0,11%	-0,11%

Anmerkung: Zu Verwertung siehe Fußnote 65.
Q: WIFO-Berechnungen mit ADAGIO.

Die Verteuerung der Warenexporte führt hingegen unmittelbar zu einem Rückgang der Produktion in der Land- und Forstwirtschaft und in der Sachgütererzeugung (weniger im Bergbau, da Österreich nur geringe Bergbauexporte aufweist). Mit der Sachgütererzeugung verlieren auch die unternehmensnahen Dienstleistungen an Umsatz – technische, wirtschaftliche, juristische, informationsverarbeitende Dienstleistungen, Beratungs- und Reinigungsdienste, Arbeitskräfteüberlassung. Im Unterschied zu den öffentlichen Dienstleistungen, die bei der Verwertung der Einnahmen über zusätzliche Staatsausgaben direkt kräftig zulegen können, kann diese Einnahmenverwertung den Verlust auch nur kompensieren und nicht zu einer merklichen Zunahme führen.

7. Schlussfolgerungen

Der vorliegende Bericht beschäftigte sich mit zwei zentralen Fragen, nämlich der Relevanz von externen Effekten im internationalen Warenverkehr und den volkswirtschaftlichen Konsequenzen einer allfälligen Internalisierung.

Die erste Frage wird in der internationalen (ökonomischen) Literatur relativ ausführlich behandelt. Dabei wird nach der Art der externen Effekte unterschieden, die durch Infrastruktur und den Transport ausgelösten Folgekosten werden voneinander gesondert betrachtet. In der Literatur wird auch nach der Art des Schadens, sei es Gesundheit des Menschen, Beeinträchtigung von Ökosystemen oder kollektiven globalen Gütern wie Wasserqualität von Ozeanen oder die Atmosphäre, differenziert. Je nach Art des Effekts und der Schadenkategorie kommen verschiedene Methoden der Schadenbewertung zum Einsatz. Einige davon können unmittelbar auf der Grundlage von Marktdaten eingesetzt werden (z. B. Opportunitätskosten bei der Inanspruchnahme von Raum), andere Schadenarten sind sehr schwierig zu bewerten (z. B. Verlust von einzigartigen Ökosystemen). Prinzipiell sind aber alle Arten der Beeinträchtigung durch den Transport mit ökonomischen Verfahren quantifizierbar. Zudem ist es auf der Grundlage vorliegender Studien möglich, eine Abschätzung durchzuführen, in welchem Ausmaß externe Kosten des Transports bereits im Preissystem internalisiert sind und welche nicht. Schließlich führen technische Standards wie Begrenzungen der Lärmemission dazu, dass sich Transporte verteuern und somit sind Teile von bisher externen Kosten bereits internalisiert.

Auf der Grundlage von internationalen Befunden wurde ein Datensatz erarbeitet, in dem die nach dem heutigen Kenntnisstand relevanten externen Kosten, die bisher nicht vollständig internalisiert sind, ausgewiesen werden. Diese unterscheiden sich nach Destinationen und Transportarten und können somit mit den Daten zum Warenverkehr in Verbindung gesetzt werden. Da die Höhe der derzeitigen Transportkosten geringer ist als die Kosten, die der Gesellschaft durch den internationalen Warenverkehr erwachsen, ergeben sich zwei Effekte. Waren werden in zu großem Umfang über zu weite Strecken transportiert. Verbraucherinnen und Verbraucher zahlen zu wenig für diese Güter und konsumieren daher zu viel von diesen auf diese Weise transportierten Gütern. Nicht nur der Konsum unterliegt verzerrten Preissignalen, auch die Produktionsstruktur spiegelt die zu geringe Frachtkostensituation wider. Einige Produktionsstandorte sind nur deshalb wettbewerbsfähig, weil die externen Kosten des Transports auf die Gesellschaft übergewälzt werden und nicht im Produktpreis zum Ausdruck kommen.

Die Konsequenzen einer möglichen Internalisierung können mit Hilfe einer Modellanalyse veranschaulicht werden. Eine entsprechende Untersuchung wurde mit dem WIFO-Modell ADAGIO durchgeführt. Da eine Verringerung der externen Kosten auf vielfältige Weise in einem Modell simuliert werden kann, wurde ein Zugang gewählt, der einer praktisch möglichen Strategie sehr nahekommt. In den Simulationen wurde ein den Umweltsteuern vergleichbares Instrument eingesetzt, und zwar eine Abgabe auf den Güterpreis international gehandelter Waren zur Abschöpfung der ökonomischen Vorteile aufgrund der Unterlassung der Internalisierung. Die Erlöse wurden in den Simulationsrechnungen in den Wirtschaftskreislauf eingebracht. Auf diese Weise werden allfällige negative volkswirtschaftliche Folgewirkungen auf Beschäftigung und Wertschöpfung möglichst gering gehalten.

Die Ergebnisse der Modellberechnungen zeigen, dass unilaterale Eingriffe zur Reduktion der externen Kosten durch ein kleines Land wie Österreich wenig Auswirkungen auf den internationalen Warenverkehr haben und somit kaum zur Internalisierung beitragen. Wird die gleiche Maßnahme von einem Wirtschaftsraum wie der EU umgesetzt, so werden Warenströme umgelenkt und es kommt auch zu Produktionsverlagerungen und Änderungen im Konsum. Die Ergebnisse zeigen allerdings auch, dass eine potentielle Internalisierung der externen Kosten im internationalen Warenhandel neben umweltpolitischen auch ökonomische Impulse bringen kann und – unter der Annahme, dass die Einnahmen des Staates aus den Abgaben der Handelsteilnehmer als zusätzliche (aber defizitneutrale) Staatsausgaben zurück in den Wirtschaftskreislauf fließen – mit einer leichten positiven Steigerung des realen Bruttoinlandsprodukts sowie der Beschäftigung in der EU einhergehen kann.

Der im Modell simulierte Eingriff in den internationalen Handel kann jedoch derzeit praktisch nicht umgesetzt werden, da internationale Handelsverträge dies nicht vorsehen oder zulassen. Der Einsatz von handelspolitischen Instrumenten mit dem Ziel des Umwelt- oder Naturschutzes ist derzeit auf wenige Anwendungsbereiche begrenzt (z. B. das Verbot des Handels von bedrohten Tierarten oder von Substanzen, die die Ozonschicht zerstören). Zur Internalisierung lokaler externer Effekte (z. B. Lärm) gibt es auch gar keinen Anlass, Instrumente der Handelspolitik zur Anwendung zu bringen. Es geht also um Schäden an globalen öffentlichen Gütern, wie der Atmosphäre. Zum Klimaschutz hat sich die Mehrzahl der Länder im Abkommen von Paris verpflichtet, allerdings sind handelspolitische Instrumente zur Durchsetzung der Vereinbarungen nicht vorgesehen.

Ungeachtet dieses Befundes gibt es Handlungsoptionen, um die externen Kosten des Transports zumindest ansatzweise zu internalisieren. Eine wichtige Voraussetzung dazu ist die Kenntnis ihrer Höhe, und zwar vor allem im Hinblick auf Distanz, Art des Transports (Flugzeug, Schiff, Bahn, Lkw) und Art des Schadens (Atmosphäre, Ökoschäden, andere Schäden). Es muss also ein Bezug zur Art und Weise des Transports zum entsprechenden Gut hergestellt werden. Über Zertifizierungen oder Labels wird dies in anderem Zusammenhang bereits häufig gemacht, etwa bei Produkten, die nach den Kriterien der biologischen Wirtschaftsweise hergestellt werden. Ein besonders nachhaltiger Transport solcher Waren wäre dann ein zusätzliches Attribut, das Verbraucherinnen und Verbraucher nicht nur über die Produktionsweise, sondern auch über Transportverfahren aufklärt. Labels sind marktkonforme Instrumente und werden in vielen Fällen gar nicht vom Staat vorgegeben, sondern als Instrument von Produzenten genutzt, um sich von anderen Erzeugern abzugrenzen.

Im Zuge von öffentlichen Beschaffungsvorgängen kann der Nachweis eines externen Kosten minimierenden Transports im Zusammenhang mit dem Bestbieterprinzip Berücksichtigung finden. Auch in diesem Zusammenhang ist ein weit verbreitetes und akkreditiertes Zertifikat nötig, um sicherzustellen, dass das angestrebte Ziel der Internalisierung externer Transportkosten erreicht wird. Sofern die öffentliche Beschaffung dazu genutzt wird, müssen auf Ebene der relevanten Gebietskörperschaften die entsprechenden Vorkehrungen getroffen werden, damit dies ermöglicht wird.

Auf der Ebene der EU gibt es mehrere Handlungsoptionen. Relevant sind dabei vor allem die Ansätze zur Transformation des Wirtschaftssystems in Richtung Nachhaltigkeit. Dies beinhaltet

den Einsatz von fossilen und mit Klimakosten verbundenen Energieträgern und Kraftstoffen in Richtung Totalausstieg zu verringern. Ein breites Spektrum von Instrumenten wird dazu bereits eingesetzt und in den kommenden Jahren nachjustiert, um die Etappenziele 2030 und 2050 (Netto-Klimaneutralität) zu erreichen.

Ein weiterer Ansatzpunkt ist die von der EU-Kommission vorgeschlagene Grenzausgleichssteuer. Damit sollen die Kosten von Klimaschäden außerhalb des unmittelbaren Wirkungsbereichs der EU internalisiert werden. Um alle negativen externen Kosten des Transports zu internalisieren, müsste man dieses Instrument erweitern, um die zusätzlichen Kostenkomponenten zu berücksichtigen (vor allem Ökoschäden).

Ein weiterer Ansatzpunkt sind bilaterale Handelsabkommen, die in Ausarbeitung sind, oder überarbeitet werden. In den zuletzt verhandelten bzw. beschlossenen Abkommen (z. B. CETA, MERCOSUR) werden Umweltstandards ausdrücklich berücksichtigt. Die externen Kosten des Transports spielen derzeit in solchen Abkommen noch keine explizite Rolle. In künftigen Verträgen könnte aber darauf Bezug genommen werden.

Eine weitere Möglichkeit könnte etwa darin bestehen, ähnlich vorzugehen, wie im Zusammenhang mit den verantwortungsvollen internationalen Beschaffungsstandards der Metalle Gold, Zinn, Wolfram und Tantal. Diese Standards wurden von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) festgelegt und bilden die Grundlage einer EU-Verordnung zu Lieferketten. Durch sie werden EU-Unternehmen in der Lieferkette verpflichtet sicherzustellen, dass sie diese Mineralien und Metalle lediglich von verantwortungsvollen und konfliktfreien Quellen beziehen. In analoger Weise könnten Transportsysteme oder Transporteure, die besonders hohe soziale Schäden verursachen, geächtet werden. Da noch nicht klar ist, ob die durch die Verordnung angestrebten Wirkungen auch tatsächlich erreicht werden können (vgl. dazu den Kommentar von *Oberhofer, 2021*), sollte vor einer allfälligen Ausweitung dieses Zugangs auf externe Effekte im internationalen Warentransport im Zuge einer Evaluierung die Wirksamkeit den zusätzlichen Kosten gegenübergestellt werden.

8. Anhang: ADAGIO-Modellbeschreibung

ADAGIO (**A** Dynamic **A**nd **G**lobal Input-Output Model) ist ein ökonometrisches Input-Output-Modell der EU 28 plus 15 weiterer Staaten (Australien, Brasilien, China, Indien, Indonesien, Japan, Kanada, Mexiko, Norwegen, Russland, Schweiz, Südkorea, Taiwan, Türkei, USA)⁶⁸). Kern des Modells sind Aufkommens- und Verwendungstabellen nach 64 Sektoren bzw. Gütern (2-Steller nach ISIC rev. 4), 6 Endnachfragekategorien (privater Konsum, öffentlicher Konsum, private Dienste ohne Erwerbscharakter, Investition, Lagerveränderungen sowie Exporte) sowie eine Handelsmatrix, die die Modellregionen auf Güterebene verbindet. Basisjahr des Modells ist 2014, das aktuellste Jahr, für das eine interregionale IO-Tabelle verfügbar ist⁶⁹).

Wesentliche Verhaltensgleichungen sind ökonometrisch geschätzt. Die Faktornachfrage in der Produktion wird gemeinsam mit den Outputpreisen über ein Translog-Modell determiniert. Die Lohnsetzung folgt einem "wage-bargaining"-Ansatz. In der privaten Konsumnachfrage werden zwei dauerhafte (Fahrzeuge, Wohnraum) und 13 nichtdauerhafte Konsumgüter unterschieden (die in einem quadratischen AIDS-Modell bestimmt werden). Die Exportströme der 64 Güter sind zum Teil modellendogen (aus den gespiegelten Importen der anderen Modellregionen), zum anderen sind sie modellexogen (Exporte in den im Modell nicht abgedeckten "Rest der Welt"⁷⁰).

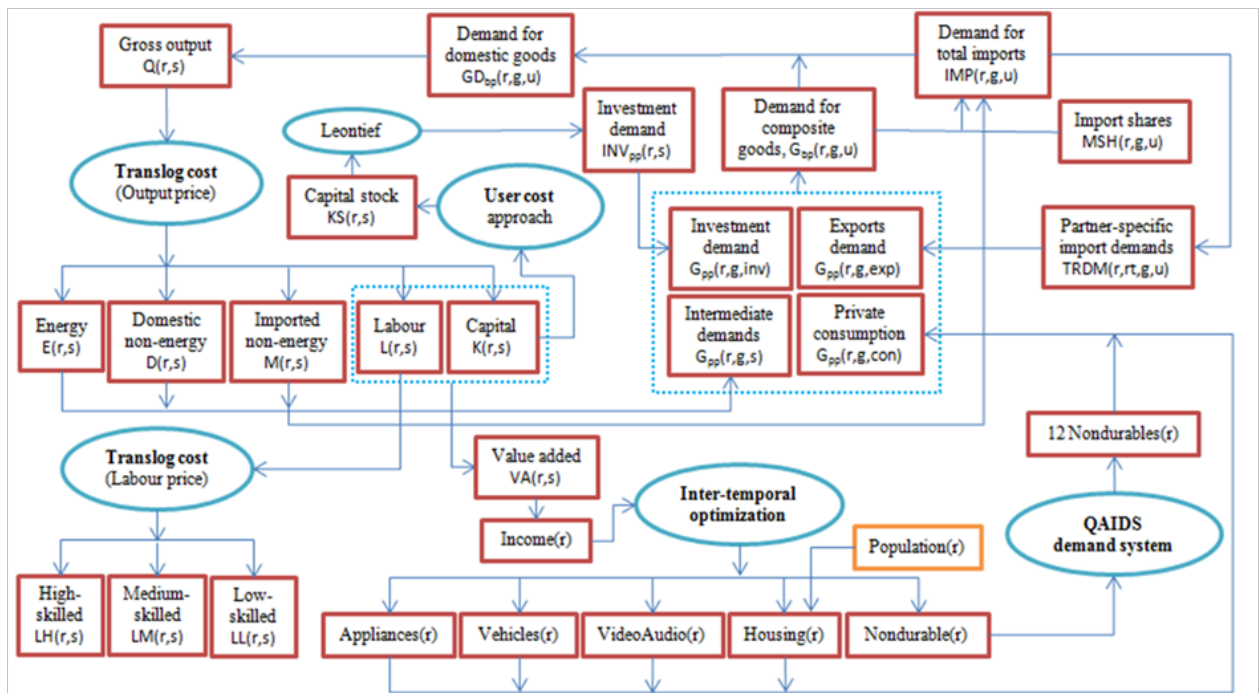
Im privaten und im öffentlichen Konsum ist eine dynamische Vermögensbildung implementiert, wobei im privaten Konsum zusätzlich zwischen fünf Einkommensgruppen (Quintilen) unterschieden wird. Vereinfacht dargestellt ergibt die Differenz aus laufenden Einnahmen und Ausgaben die Netto-Verschuldung (bzw. Ersparnis), die gemeinsam mit dem letztjährigen den aktuellen Schulden- bzw. Vermögensstand ergibt. Schulden- bzw. Vermögensstände gehen mit (positiven oder negativen) Zinszahlungen in die laufenden Einnahmen bzw. Ausgaben ein. Zwischen den Geburten der privaten und öffentlichen Haushalte bestehen vielfältige Verbindungen: Steuern auf Einkommen und Vermögen oder Sozialversicherungsabgaben fließen von den Haushalten zum Staat; Transferleistungen (Pensionen, Arbeitslosenunterstützung, sonstige Transfers) fließen vom Staat zu den Haushalten. Ähnlich, wenn auch in geringerem Umfang, besteht eine Verbindung zwischen dem Unternehmenssektor und dem Staat (über Produktionssteuern, Subventionen, Körperschaftssteuern usw.).

⁶⁸) Für eine detaillierte Darstellung siehe *Kratena et al.* (2017). Für eine Diskussion der "Modellphilosophie" siehe *Kratena – Streicher* (2009, 2017).

⁶⁹) Die Datenbasis des Modells beruht auf der World Input Output Database (WIOD), vgl. *Timmer et al.* (2015).

⁷⁰) Der allerdings nur rund 15% bis 20% der Weltwirtschaft ausmacht.

Abbildung 8.1: Modellstruktur ADAGIO



Q: WIFO, IPTS (The Institute for Prospective Technological Studies).

Eine zusätzliche Eigenschaft, die ADAGIO für Simulationen wie die vorliegende prädestiniert, ist ein konsistenter Preisbildungsmechanismus⁷¹⁾. Ausgehend von den endogenen sektoralen Outputpreisen (die gemeinsam mit den Produktionsfaktoren bestimmt werden) werden die Güterpreise zu Herstellungspreisen ("Preis am Fabrikstor") bestimmt. Zusammen mit Handels- und Transportmargen sowie Gütersteuern (die Mehrwertsteuer sei als nur die wichtigste davon genannt) ergeben sich die Anschaffungspreise (jene Preise, die von den verschiedenen Verbrauchern bezahlt werden). Im Außenhandel setzt sich diese Preistransmission fort. Die Exporte, die an der Grenze des exportierenden Landes zu fob-Preisen ("free on board") bewertet sind, werden, nach Aufschlag von internationalen Handels- und Transportspannen, zu cif-bewerteten Importen an der Grenze des Importlandes (cif= "cost, insurance, freight")⁷²⁾. Änderungen in (nationalen wie internationalen) Handels- und Transportmargen sowie in den Gütersteuern, zu denen im Außenhandel auch Zölle gehören können, lassen sich somit auf sehr direkte (und treffgenaue) Weise im Modell implementieren.

⁷¹⁾ Für entsprechende Anwendung des Modells vgl. z. B. ECORYS et al. (2018), de Swart et al. (2016) und Schmid et al. (2016).

⁷²⁾ Die Ableitung konsistenter Außenhandelsströme ist in Streicher - Stehrer (2015) beschrieben.

9. Literaturhinweise

- Aichele, R., Felbermayr, G., "Kyoto and carbon leakage: An empirical analysis of the carbon content of bilateral trade", *Review of Economics and Statistics*, MIT Press, 2015, 97(1), S. 104–115.
- Al Khourdajie, A., Finus, M., "Measures to enhance the effectiveness of international climate agreements: The case of border carbon adjustments", *European Economic Review*, Elsevier, 2020, 124.
- ARE (Bundesamt für Raumentwicklung), *Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft, Monetarisierung der Verluste und Fragmentierung von Habitaten*, 2005.
- ARE (Bundesamt für Raumentwicklung), *Staukosten des Strassenverkehrs in der Schweiz: Aktualisierung 2000/2005*, 2007, <https://www.are.admin.ch/are/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/verkehr/staukosten-des-strassenverkehrs-in-der-schweiz-aktualisierung-20.html>.
- ARE (Bundesamt für Raumentwicklung), *Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz. Strassen-, Schienen-, Luft- Und Schiffsverkehr 2017*, 2020A.
- ARE (Bundesamt für Raumentwicklung), *Ergebnistabellen, Externe Kosten des Verkehrs 2017*, 2020B, <https://www.are.admin.ch/kosten-nutzen> (zuletzt abgerufen am 17.01.2021)
- Auf der Maur, A., Rommerskirchen, S., Eggert, J., *Externe Effekte des Personen- und Güterverkehrs auf Österreichs Straßen – Grundlagen und Größenordnungen*, Progtrans, 2013.
- Azar, C., Johansson, D. J., "Valuing the non-CO₂ climate impacts of aviation", *Climate Change*, Springer, 2012, 111(3-4), S. 559–579.
- Banfi, S., Doll, C., Maibach, M., Rothengatter, W., Schenkel, P., Sieber, N., Zuber, J., *External costs of transport: Accident, environmental and congestion costs of transport in Western Europe*, Zürich/Karlsruhe: INFRAS/IWW, University of Karlsruhe, 2000.
- Becker, U. J., Becker, I. T., Gerlach, D.-W. J., *Externe Autokosten in der EU-27. Überblick über existierende Studien*, 2012.
- Bellora, C., Pauwelyn, J., Felbermayr, G., Sapir, A., "Four briefings on trade-related aspects of carbon border adjustment mechanism", 2020, S. 71.
- Berger, J., Graf, N., Strohner, L., Schuh, U., "Wirtschaftliche Auswirkungen der österreichischen Mitgliedschaft in der Europäischen Union", *Policy Note*, 2014, (7).
- Bickel, P., Friedrich, R., Burgess, A., Fagiani, P., Hunt, A., Jong, G. D., Laird, J., Lieb, C., Lindberg, G., Mackie, P., Navrud, S., *HEATCO Deliverable 5 Proposal for Harmonised Guidelines*, 2006, S. 43.
- Bickel, P., Friedrich, R., *Environmental External Costs of Transport*, Springer Science & Business Media, 2001.
- Bieler, C., Sutter, D., *Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland. Straßen-, Schienen-, Luft- und Binnenschiffverkehr 2017*, Schlussbericht, Zürich, 21. August 2019, S. 38.
- Bieler, C., Sutter, D., Lieb, Ch., Sommer, H., Amacher, M., *Externe Effekte des Verkehrs 2015. Aktualisierung der Berechnungen von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs 2010 bis 2015. Schlussbericht*, Zürich / Bern, Juni 2018, S. 195.
- Bigano, A., Cassinelli, M., Sferra, F., Guarrera, L., Karbuz, S., Hafner, M., Markandya, A., Navrud, S., "The External Cost of European Crude Oil Imports", *FEEM Working Paper*, 2009.
- BMF (Bundesministerium für Finanzen), *Aufbau- und Resilienzplan 2020 - 2026*. Stand 30. April 2021, Eigenverlag, Wien, 2021.
- Böhringer, C., Rosendahl, K. E., Storrøsten, H. B., "Smart hedging against carbon leakage", *CESifo Working Paper*, 2019.
- Boockmann, B., Felbermayr, G., Kohler, W., Aichele, R., *20 Jahre Österreich in der Europäischen Union – Herausforderungen und Optionen für die Zukunft*, 2015.
- Borsky, S., *Internationaler Handel, Klimapolitik und Carbon Leakage*, *FIW Policy Briefs*, 45, 2020.
- Branger, F., Quirion, P., "Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies", *Ecological Economics*, Elsevier, 2014, 99, S. 29–39.
- Breuss, F., "Meilensteine in der wirtschaftlichen Entwicklung der Integration", in Griller, St., Kahl, A., Kneihls, B., Obwexer, W. (Hrsg.), *20 Jahre EU-Mitgliedschaft Österreichs. Auswirkungen des Unionsrechts auf die nationale Rechtsordnung aus rechtswissenschaftlicher, politikwissenschaftlicher und wirtschaftswissenschaftlicher Sicht*, Verlag Österreich, 2015, S. 77-108.
- Bristow, A. L., Wardman, M., Chintakayala, V. P. K., "International meta-analysis of stated preference studies of transportation noise nuisance", *Transportation*, 42(1), 2015, S. 71-100.

- Campos, N. F., Coricelli, F., Moretti, L., "Economic growth and political integration: estimating the benefits from membership in the European Union using the synthetic counterfactuals method", IZA Discussion Papers, 2014, (8162).
- Cerwenka, P., Meyer-Ruehle, O., Rommerskirchen, S., Stefan, K., "Externe Effekte. Begriffliche Grundlagen und verkehrspolitische Implikationen für den Umgang mit Stau", Internationales Verkehrswesen, 2012, 64(3), <https://trid.trb.org/view/1224464>.
- Christen E., Friesenbichler, K. S., Hudetz, A., Kettner-Marx, C., Meyer, I., Sinabell, F., Außenhandel und nachhaltige Entwicklung in Österreich. Befunde auf der Grundlage vorliegender Quellen, WIFO-Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien, 2019.
- Cohen, M. A., Vandenbergh, M. P., "The potential role of carbon labeling in a green economy", Energy Economics, Elsevier, 2012, 34, S. S53–S63.
- Cosbey, A., Droege, S., Fischer, C., Munnings, C., "Developing guidance for implementing border carbon adjustments: Lessons, cautions, and research needs from the literature", Review of Environmental Economics and Policy, Oxford University Press, 2019, 13(1), S. 3–22.
- Creutzig, F., Jochem, P., Edelenbosch, O. Y., Mattauch, L., van Vuuren, D. P., McCollum, D., Minx, J., "Transport: A roadblock to climate change mitigation?", Science, 2015, 350(6263), S. 911–912.
- de Swart, L., Gille, J., Streicher, G., Schönfelder, S., Trosky, F., "Danube+20: More Jobs Due to Better Inland Water Transport?", Transportation Research Procedia, (14), 2016, S. 163-172.
- Defra, Environmental Noise: Valuing impacts on: sleep disturbance, annoyance, hypertension, productivity and quiet, 2014, S. 61.
- Delucchi, M., McCubbin, D., External Costs of Transport in the United States. A Handbook of Transport Economics, Edward Elgar Publishing, 2011.
- Droege, S., Fischer, C., "Pricing Carbon at the Border: Key Questions for the EU", ifo DICE Report, 2020, 18(1), S. 30-34.
- Droge, S., van Asselt, H., Das, K., Mehling, M., "Mobilising Trade Policy for Climate Action Under the Paris Agreement", Working Paper, 2018, (2018/RP 01).
- Ecoplan, Infras, Externe Effekte des Verkehrs 2010, Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE, Bern, Zürich, Altdorf, 2014.
- Ecoplan, Infras, Transportkostenrechnung (TRAKOS): Konzept und Pilotrechnung. Schlussbericht, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Statistik und des Bundesamtes für Raumentwicklung, Zürich und Bern, 2005.
- ECORYS, WIFO, NIESR for the Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (European Commission), Competitiveness of the European cement and lime sectors; contribution G. Streicher: modelling chapter, <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/07d18924-07ce-11e8-b8f5-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-65040600>, 2018.
- Europäisches Parlament, Antwort von Frau Malmström im Namen der Europäischen Kommission am 11. Oktober 2019, Bezugsdokument: P-002713/2019, 2019.
- European Commission, Weißbuch zum Verkehr: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum: hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem, Publications Office, LU, 2011, <https://data.europa.eu/doi/10.2832/30771>.
- European Environment Agency, Environmental noise in Europe, Publications Office, LU, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2800/686249>.
- ExternE, External cost of Energy Conversion-Improvement of the Extern Methodology and Assessment of Energy-Related Transport Externalities, Final Report, 2000.
- Farrow, S., Larson, D. M., "News and Social Cost: The Case of Oil Spills and Distant Viewers", Journal of Benefit-Cost Analysis, 2012, 3(4), S. 1-22.
- Fiedler, S., Beermann, A.-C., EU Grenzausgleich für den CO₂ Preis – Chance für Klimaschutz und Wettbewerb, Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft, 2020, https://www.researchgate.net/profile/Ann_Cathrin_Beermann/publication/344682274_EU_Grenzausgleich_fur_den_CO2_Preis_-_Chance_fur_Klimaschutz_und_Wettbewerb/links/5f895c11a6fdccfd7b6566da/EU-Grenzausgleich-fuer-den-CO2_Preis-Chance-fuer-Klimaschutz-und-Wettbewerb.pdf.
- Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., IPCC 2013 AR5—Chapter 9: Evaluation of climate models. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- Friedrich, R., Bickel, P., Environmental External Costs of Transport, 2001.
- GAO, Transportation Surface Freight: A Comparison of the Costs of Road, Rail, and Waterways Freight Shipments That Are Not Passed on to Consumers, GAO-11-134, US Government Accountability Office, 2011.

- Günther, B., Karau, T., Kastner, E. M., Warmuth, W., "Berechnung einer risikoadäquaten Versicherungsprämie zur Deckung der Haftpflichtrisiken, die aus dem Betrieb von Kernkraftwerken resultieren", Bundesverband Erneuerbare Energien Leipzig, 2011.
- Hayman, B., Dogliani, M., Kvale, I., Fet, A. M., Technologies for reduced environmental impact from ships-Ship building, maintenance and dismantling aspects, ENSUS-2000, Newcastle, Tyne, UK, 2000.
- Herry, M., Berechnung beihilfefähiger Kosten für den Schienenverkehr – Endbericht, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, 2016.
- Herzig, L., Oldag, C., CO₂ Preise: eine Idee, deren Zeit gekommen ist. Bestehende Instrumente und aktuelle Debatten in Europa und den G20, Juli 2019, S. 88.
- Hilbert, J., Berg, H., Grenzsteuerausgleich für Mehrkosten infolge nationaler/europäischer Umweltschutzinstrumente – Gestaltungsmöglichkeiten und WTO-rechtliche Zulässigkeit, Dessau/Roßlau: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2008.
- Infras, Ecoplan, Externe Effekte des Verkehrs 2015. Aktualisierung der Berechnungen von Umwelt, Unfall- und Gesundheitseffekten des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs 2010 bis 2015, 2019.
- Infras, Ecoplan, Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz. Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten - Schlussbericht, 2008.
- Ismer, R., Neuhoff, K., Pirlot, A., "Border Carbon Adjustments and Alternative Measures for the EU ETS: An Evaluation", DIW Berlin Discussion Paper, 2020.
- Jaag, C., "Stauzeitkosten-Rechtsprechung im Licht der Ökonomie", Swiss Economics, 2011.
- Keller, M., Wüthrich, P., Neuberechnung Staukosten Schweiz 2010-2014. Schlussbericht, Bundesamt für Raumentwicklung, 2016.
- Kemfert, C., Schmalz, S., Wägner, N., "CO₂-Steuer oder Ausweitung des Emissionshandels: Wie sich die Klimaziele besser erreichen lassen", DIW aktuell, 2019, (20).
- Kletzan-Slamanig, D., Köppl, A., Subventionen und Steuern mit Umweltrelevanz in den Bereichen Energie und Verkehr, WIFO, 2016.
- Kluttig, B., Welthandelsrecht und Umweltschutz: Kohärenz statt Konkurrenz, Institut für Wirtschaftsrecht, 2003.
- Köder, L., Burger, A., Eckermann, F., Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. Aktualisierte Ausgabe 2016, Berlin, Deutschland, Umweltbundesamt, 2017.
- Köppl, A., Schratzenstaller, M., "Effects of Environmental and Carbon Taxation", WIFO Working Papers, 2021, (619).
- Korzhenevych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., Varma, A., Cox, V., Update of the handbook on external costs of transport: final report for the European Commission: DG-MOVE, 2014.
- Kratena, K., Streicher, G., "Macroeconomic Input-Output modelling – structures, functional forms and closure rules", International Input-Output Association Working Paper, 2009, (WPIOX 09-009).
- Kratena, K., Streicher, G., "Fiscal Policy Multipliers and Spillovers in a Multi-Regional Macroeconomic Input-Output Model", WIFO Working Papers, (540), 2017.
- Kratena, K., Streicher, G., Salotti, S., Sommer, M., Valderas Jaramillo, J. M., FIDELIO 2: Overview and theoretical foundations of the second version of the Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output model for the EU-27, Publications Office of the European Union, 2017.
- Krenek, A., "How to implement a WTO-compatible full border carbon adjustment as an important part of the European Green Deal", ÖGfE Policy Brief, 2020, (17).
- Krenek, A., Sommer, M., Schratzenstaller, M., "A WTO-compatible Border Tax Adjustment for the ETS to Finance the EU Budget", WIFO Working Papers, 2020, (596).
- Kuik, O., Brander, L., Tol, R. S., "Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: A meta-analysis", Energy Policy, Elsevier, 2009, 37(4), S. 1395–1403.
- Lee, D. S., Fahey, D. W., Forster, P. M., Newton, P. J., Wit, R. C., Lim, L. L., Owen, B., Sausen, R., "Aviation and global climate change in the 21st century", Atmos. Environ., Elsevier, 2009, 43(22–23), S. 3520–3537.
- Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M. R., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S. J., Freeman, S., Forster, P. M., Fuglestedt, J., "The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018", Atmos-Environ, Elsevier, 2020, 244, S. 117834.
- Leipprand, A., Adisorn, T., Kiyar, D., Lechtenböhmer, S., "Politische Instrumente für die Transformation der Industrie", Scoping Paper für das Fachforum Energieintensive Industrie beim Grünen Wirtschaftsdialog, 2020.
- Leturcq, P., Pons, G., Lamy, P., Greening EU trade 3: A European Border Carbon Adjustment proposal, 2020.
- Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H. P., Boon, B. H., Smokers, R., Schrotten, A., Doll, C., Pawlowska, B., Bak, M., Handbook on estimation of external costs in the transport sector, Ce Delft, 2008.

- Marcu, A., Mehling, M., Cosbey, A., "Border Carbon Adjustments in the EU: Issues and Options", ERCST, Roundtable on Climate Change and Sustainable Transition, 2020.
- Matthey, D. A., Büniger, D. B., Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostensätze, 2019, S. 49.
- Mehling, M. A., van Asselt, H., Das, K., Droege, S., Verkuil, C., "Designing border carbon adjustments for enhanced climate action", *American Journal of International Law*, Cambridge University Press, 2019, 113(3), S. 433–481.
- Meyer-Ohlendorf, N., Pitschas, C., Görlach, B., Weiterentwicklung des Emissionshandels unter besonderer Berücksichtigung von Maßnahmen betreffend energieintensive Industrien, Ecologic Institut, Berlin, 2010.
- Miola, A., Paccagnan, V., Mannino, I., Massarutto, A., Perujo, A., Turvani, M., External costs of Transportation Case study: maritime transport, Ispra JRC, 2009.
- Navrud, S., Lindhjem, H., Magnussen, K., "Valuing Marine Ecosystem Services Loss from Oil Spills for Use in Cost-Benefit Analysis of Preventive Measures", in *Handbook on the Economics and Management for Sustainable Oceans*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2017.
- Nellthorp, J., Sansom, T., Bickel, P., Lindberg, C., "Valuation conventions for UNITE, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for transport efficiency)", Work Funded 5th Framework, RTD Programme, 2001.
- Oberhofer, H., "Lieferkettengesetz: Gut gemeint, schlecht gemacht", *Wirtschaftsdienst*, 2021, 101(3), S. 152.
- Oberhofer, H., Streicher, G., "Die Handelseffekte der österreichischen EU Mitgliedschaft 25 Jahre nach der Volksabstimmung", *FIW Research Reports*, 2019, (1).
- Oberhofer, H., Winner, H., "Handelseffekte der österreichischen EU Integration", *FIW Policy Briefs*, 2015, (28).
- Pauwelyn, J., "Carbon leakage measures and border tax adjustments under WTO law", *Research Handbook on Environment, Health and the WTO*, Edward Elgar Publishing, 2013.
- Pearce, D., Atkinson, G., Mourato, S., Cost-benefit analysis and the environment: recent developments, OECD, 2006.
- Peneder, M., Polt, W., Neue Ansätze der Europäischen Industriepolitik: Zur Rolle von Grenzausgleichsmechanismen für CO₂ Emissionen, Inputpapier für das Projekt Neue Industrie-, Innovations- und Technologiepolitik im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung (RFTE), Dezember 2020.
- Rothengatter, W., "Do external benefits compensate for external costs of transport?", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, 1994, 28(4), S. 321–328.
- Schade, W., Doll, C., Maibach, M., Analysis of the contribution of transport policies to the competitiveness of the EU economy and comparison with the United States, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 2006.
- Schmid, E., Kirchner, M., Leclere, D., Streicher, G., Schipfer, F., Schmidt, J., Kranzl, L., Deppermann, A., Havlik, P., Schönhart, M., Vulnerability of a bio- based economy to global climate change impacts (CC2BBE), Final Report, 2016, (KR12AC5K01355).
- Schreyer, Ch., Maibach, M., Sutter, D., Doll, C., Bickel, P., Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland–Aufdatierung 2005, Studie im Auftrag der Allianz pro Schiene EV, 2007.
- Schreyer, Ch., Schneider, C., Maibach, M., Rothengatter, W., Doll, C., Schmedding, D., External costs of transport: update study. Final report, *Infras*, 2004.
- Shapiro, J. S., "The Environmental Bias of Trade Policy", *The Quarterly Journal of Economics*, 2020.
- Sinabell, F., Streicher, G., Holz im Bau und als Rohstoff für Kraftstoffe. Szenarien für die österreichische Volkswirtschaft, *WIFO*, Wien, 2021.
- Streicher, G., Stehrer, R., "Whither Panama? Constructing a consistent and balanced world SUT system including international trade and transport margins", *Economic Systems Research*, 2015, 27(2), S. 213-237.
- Sutter, D., Weber, F., Bieler, C., Sedlacek, N., External costs in mountain areas, *Infras*, Herry Consult GmbH, 2017.
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., de Vries, G. J., "An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: the Case of Global Automotive Production", *Review of International Economics*, 2015, 23(3), S. 575–605.
- Trachtman, J. P., "WTO law constraints on border tax adjustment and tax credit mechanisms to reduce the competitive effects of carbon taxes", *Resources for the Future Discussion Paper*, 2016, S. 16–03.
- Trozzi, C., Vaccaro, R., "Environmental impact of port activities", *WIT Transactions on The Built Environment*, 2000, 51.
- van Essen, H., Nelissen, D., Smit, M., van Grinsven, A., Aarnink, S., Breemers, T., Martino, A., Rosa, C., Parolin, R., Hammen, J., An inventory of measures for internalising external costs in transport, European Commission Directorate-General for Mobility and Transport, Belgium, 2012.
- van Essen, H., Schrotten, A., Otten, M., Sutter, D., Schreyer, C., Zandonella, R., Maibach, M., Doll, C., "External Costs of Transport in Europe. Update Study for 2008", *CE Delft*, 2011, 11(50), S. 161.
- van Essen, H., Schrotten, A., Scholten, P., van Wijngaarden, L., Brambilla, M., Gatto, M., Maffii, S., Trosky, F., Kramer, H., Monden, R., Bertschmann, D., Killer, M., Greinus, A., Lamba, V., El Beyrouty, K., Amaral, S., Nokes, T., Coulon, A.,

- Transport taxes and charges in Europe. An overview study of economic internalisation measures applied in Europe, European Commission Directorate-General for Mobility and Transport, Belgium, 2019B.
- van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schroten, A., Sutter, D., Bieler, C., Brambilla, M., Maffii, S., El Beyrouthy, K., Morgan-Price, S., Andrew, E., State of Play of Internalisation in the European Transport Sector. Annexes A-C, Delft, CE Delft, Mai, 2019D.
- van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schroten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., Brambilla, M., Fiorello, D., Fermi, F., Parolin, R., Handbook on the External Costs of Transport. Version 2019, 2019A.
- van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schroten, A., Sutter, D., Schmidt, M., Brambilla, M., Maffii, S., El Beyrouthy, K., Morgan-Price, S., Andrew, E., State of play of Internalisation in the European Transport Sector, European Union, 2019C.
- Wijnen, W., Weijermars, W., Van den Berghe, W., Schoeters, A., Bauer, R., Carnis, L., Elvik, R., Theofilatos, A., Filtner, A., J., Reed, S., "Crash cost estimates for European countries", Deliverable 3.2 of the H2020 project SafetyCube, 2017.
- Wissenschaftliche Dienste, "Kurzinformation Sanktionsmöglichkeiten bei Klimaschutzabkommen", Deutscher Bundestag, 2018, <https://www.bundestag.de/resource/blob/567688/4c3296c478c79b6afef76498add9b471/wd-7-172-18-pdf-data.pdf>.
- World Bank, State and Trends of Carbon Pricing 2020, Washington, DC, 2020.
- World Health Organization, Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe, 2011.
- Zachmann, G., McWilliams, B., "A European carbon border tax: much pain, little gain", Bruegel, 2020.