Fraunhofer
IMW

Fraunhofer-Zentrum für
Internationales Management und
Wissensökonomie IMW

SCHROTTBONUS KONKRET

Instrumente für fairen Wettbewerb in den globalen Wertschöpfungsketten der Stahlherstellung und mikrostrukturierender Herstellungsverfahren

www.imw.fraunhofer.de

Fraunhofer
IMW

FRAUNHOFER-ZENTRUM FÜR INTERNATIONALES MANAGEMENT UND WISSENSÖKONOMIE IMW

SCHROTTBONUS KONKRET

SCHROTTBONUS KONKRET

Instrumente für fairen Wettbewerb in den globalen Wertschöpfungsketten der Stahlherstellung

Prof. Dr. Frank Pothen

Laura Victoria Brock

Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW
Neumarkt 9-19
04109 Leipzig
www.imw.fraunhofer.de

Center for Economics of Materials CEM (Außenstelle des Fraunhofer IMW)
Leipziger Straße 70/71
06108 Halle (Saale)
www.materials-economics.com

Projektnummer: 202048
Projektpartner: Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (BDSV)

Executive Summary

Der Rohstoff Schrott leistet bereits heute substanzielle Beiträge zum Klimaschutz in der Stahlproduktion. Jede eingesetzte Tonne Kohlenstoffstahlschrott spart, im Vergleich zur Stahlerzeugung aus Erzen und Koks, 1,67 t CO_2 ein. Das Recycling einer Tonne Edelstahlschrott vermeidet 4,3 t CO_2. Im Jahr 2018 wurden in Europa etwa 94 Mio. t Schrott eingeschmolzen. Dadurch wurden ca. 157 Mio. t CO_2 eingespart. Dies entspricht den jährlichen Emissionen aller Automobile in Frankreich, England und Großbritannien.

Mit den Umweltschutzwirkungen des Schrotteinsatzes sind ökonomische Vorteile verbunden. Jede vermiedene Tonne CO_2 führt zu einem milderen Klimawandel und senkt dessen Kosten für die heutige, besonders aber für zukünftige Generationen. Die gesellschaftlichen Vorteile, die mit jeder eingesetzten Tonne Stahlschrott verbunden sind, werden als »Schrottbonus« bezeichnet. Er liegt zwischen 80 Euro und 213 Euro pro Tonne Stahlschrott, für Edelstahlschrott beläuft er sich auf 158 Euro bis 502 Euro.

Für einen fairen Wettbewerb zwischen den Rohstoffen der Stahlherstellung, aber auch auf dem Stahlmarkt, müssen Marktpreise die gesellschaftlichen Vor- und Nachteile der Rohstoffe widerspiegeln. Der Schrottbonus sollte daher im Preissystem »internalisiert« werden. Diese Studie untersucht, inwieweit die europäische Klimapolitik den Schrottbonus in den Preismechanismus integriert und wo Lücken bleiben, die einem fairen Wettbewerb im Weg stehen. Sie schlägt Maßnahmen vor, um diese Lücken zu schließen und Anreize für eine effiziente wie klimafreundliche Stahlherstellung zu setzen.

Das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS) ist das zentrale Instrument europäischer Klimapolitik, besonders für energieintensive Industrien und die Stromerzeugung. Das EU-ETS folgt dem Verursacherprinzip: Unternehmen müssen für die Treibhausgase, die sie freisetzen, Emissionsrechte beschaffen. Die Anzahl dieser Emissionsrechte ist gedeckelt. Dadurch wird sichergestellt, dass eine Emissionsobergrenze eingehalten wird. Die Emissionsrechte können gehandelt werden, um CO_2 dort einzusparen, wo es zu den geringsten Kosten möglich ist. Zwei Instrumente sollen Carbon Leakage, d. h. das Abwandern energieintensiver Wirtschaftszweige und ihrer Emissionen ins Ausland, vermeiden: Die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten an energie- und wettbewerbsintensive Wirtschaftszweige sowie die Kompensation der Kosten der Emissionsrechte im Strompreis.

Mit dem Europäischen Grünen Deal (European Green Deal) hat die EU-Kommission eine neue Wachstumsstrategie auf dem Weg zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft beschlossen. Diese Strategie geht mit einer ambitionierteren Klimapolitik einher: Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen Europas gegenüber 1990 um 55 Prozent sinken. Um dieses Ziel zu erreichen, hat die EU-Kommission im Juli 2021 das Maßnahmenpaket »Fit-for-55« vorgeschlagen.

Das Fit-for-55-Paket beinhaltet eine Revision des Emissionshandels. Die Reduktionsziele des EU-ETS sollen verschärft und weitere Wirtschaftszweige wie der Schiffsverkehr integriert werden. Zur Vermeidung von Carbon Leakage schlägt die Europäische Kommission einen »Carbon Border Adjustment Mechanism« (CBAM) genannten CO_2-Grenzausgleichsmechanismus vor, der die Bepreisung von Treibhausgasemissionen auf ausgewählte importierte Produkte ausdehnt und die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten mittelfristig ersetzen soll.

Das Europäische Emissionshandelssystem trägt dazu bei, den Schrottbonus in den Preisen von Rohstoffen und Stahl zu internalisieren. Im EU-ETS bestehen jedoch Lücken, die einer vollständigen Internalisierung des Schrottbonus im Weg stehen und die auch durch die Reformvorschläge der Europäischen Kommission nicht geschlossen würden.

Der Bergbau ist kein Teil des Europäischen Emissionshandelssystems. Somit sind Emissionen, die bei der Förderung von Erzen oder Kohle anfallen, mit keinem CO_2-Preis versehen. Zwar machen die Emissionen des Bergbaus in Europa einen kleineren Anteil der CO_2-Emissionen in der Wertschöpfungskette der Stahlherstellung aus. Dennoch würde die Integration des Bergbaus in das EU-ETS zu einem faireren Wettbewerb zwischen den Rohstoffen der Stahlherstellung beitragen.

Europa importiert einen großen Teil seiner Metallerze aus Drittstaaten. Um Verzerrungen im Wettbewerb zwischen den Rohstoffen zu vermeiden, sollten Rohstoffe und Vorprodukte der Stahlherstellung ebenfalls unter das CBAM fallen. Damit würden die Klimakosten des Bergbaus außerhalb Europas vollständiger ins Preissystem integriert. Außerdem sollten die im Vorschlag der Europäischen Kommission für das CBAM vorgesehen Ausnahmen für Ferrolegierungen gestrichen werden.

Der CO_2-Grenzausgleichmechanismus würde die direkten Emissionen der Herstellung von importiertem Stahl mit einem Preis versehen. Dieser würde zu einem faireren Wettbewerb zwischen europäischem und importiertem Stahl beitragen sowie den Einsatz von Schrott in der Stahlherstellung außerhalb Europas belohnen. Klimafreundlicher, aus Schrott hergestellter, Stahl könnte zu niedrigeren Kosten nach Europa eingeführt werden als CO_2-intensiver Stahl.

Die Reformen des Fit-for-55-Pakets werden voraussichtlich überwiegend erst zur Mitte der Dekade umgesetzt. Die Einführung des CBAM ist für 2026 geplant. Weitere Lücken in der Internalisierung des Schrottbonus dürften längerfristig bestehen bleiben: Indirekte Emissionen aus dem Stromeinsatz oder aus Vorprodukten werden vom CBAM nicht erfasst. Zudem wird der Schrottbonus für aus Europa ausgeführte Schrotte nicht abgegolten. Die Ausweitung des CBAM auf indirekte Emissionen und Exporte erscheint erst nach einer erfolgreichen Testphase plausibel.

Mit einer Übergangslösung könnten die positiven ökologischen Wirkungen des Schrotteinsatzes internalisiert und zusätzliche Anreize zur Schließung von Wertstoffkreisläufen geschaffen werden. Dazu könnte die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten an den Schrotteinsatz gekoppelt werden. Es entstünde ein geldwerter Vorteil des Schrotteinsatzes, dessen Höhe an den CO_2-Preis gebunden ist. Die Verknüpfung von kostenloser Zuteilung von Emissionsrechten und Schrotteinsatz wäre ein Übergangsinstrument, bis der CO_2-Grenzausgleichmechanismus seine Wirkung vollständig entfaltet.

Alternativ könnte der Schrotteinsatz über eine verpflichtende Schrotteinsatzquote angeregt werden. Im Vergleich zu einem positiven Anreiz für den Schrotteinsatz wäre diese mit einem stärkeren Markteingriff verbunden, könnte den europäischen Stahlsektor belasten und eröffnet die Frage, ob eine verpflichtende Schrotteinsatzquote ebenso auf importierten Stahl anwendbar wäre.

Von einer Beschränkung des internationalen Handels mit Schrotten ist abzuraten. Dieses Instrument würde zu niedrigeren Schrottpreisen innerhalb Europas führen, gleichzeitig aber den Schrotteinsatz außerhalb Europas reduzieren. Damit würden Beschränkungen des grenzübergreifenden Schrotthandels zu steigenden CO_2-Emissionen führen und Klimaschutzbemühungen bei der Stahlherstellung untergraben.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen:

Abb. 01: Schrotteinsatz in der Stahlproduktion nach Ländern 10

Abb. 02: Stahlschrotthandel der Europäischen Union mit Drittstaaten zwischen 2011 und 2019 in Mio. t 11

Abb. 03: Edelstahlschrotthandel der Europäischen Union mit Drittstaaten zwischen 2011 und 2019 in 1000. t 12

Abb. 04: Schematische Darstellung der Hochofenroute 13

Abb. 05: Schematische Darstellung der Stahlproduktion in der Elektrostahlroute 13

Abb. 06: Schematische Darstellung der Edelstahlproduktion in der Elektrostahlroute 16

Abb. 07: Schrottbonus in Euro pro Tonne Kohlenstoffstahlschrott für drei Annahmen über die sozialen Kosten einer Tonne CO_2 17

Abb. 08: Wirkungsweise eines Emissionshandelssystems 17

Abb. 09: Möglicher Zeitplan für die Umsetzung des Fit-for-55-Pakets ..... 20 (und Anhang Seite 48)

Abb. 10: Möglicher Zeitplan für die Verhandlungen des Fit-for-55-Pakets ..... 32 (und Anhang Seite 49)

Abb. 11: Übersicht über die Instrumente zur Internalisierung des Schrottbonus 33

Abb. 12: Wirkungsweise an den Schrotteinsatz gekoppelter, kostenlos zugeteilter Emissionsrechte auf den Schrottmarkt 36

Abb. 13: Wirkungsweise von Exportbarrieren auf Stahlschrotte in Europa 40

Tabellen:

Tab. 01: Produkt-Benchmarks im EU-ETS für 2021-2025 22

Tab. 02: Handel der Europäischen Union mit Eisenerz, Ferrochrom, Ferronickel mit Drittstaaten im Jahr 2018 24

Inhalt

Executive Summary **4**

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis **6**

1 Einleitung **8**

2 Technische Grundlagen **9**
2.1 Werkstoff Stahl 9
2.2 Rohstoff Schrott 9
2.3 Verfahrensrouten der Stahlproduktion 12
2.3.1 Hochofenroute Kohlenstoffstahl 12
2.3.2 Elektrostahlroute Kohlenstoffstahl 14
2.3.3 Elektrostahlroute Edelstahl 15

3 Schrottbonus: Definition und Quantifizierung **17**

4 Europäisches Emissionshandelssystem (EU-ETS) **19**
4.1 Grundlegende Mechanismen 19
4.2 Stahlproduktion im EU-ETS 22
4.3 Lücken im EU-ETS 23

5 Schrottbonus im Europäischen Grünen Deal (»European Green Deal«) **25**
5.1 Europäischer Grüner Deal und Fit-for-55 25
5.2 Klimapolitische Veränderungen und Stahlschrott 26
5.2.1 Revision des EU-ETS 26
5.2.2 Carbon Border Adjustment Mechanism 28
5.2.3 Zeitplanung 31
5.3 Implikationen für die Lücken im EU-ETS 33

6 Instrumente zur Internalisierung des Schrottbonus **35**

7 Fazit **42**

Literaturverzeichnis **43**

Anhang **48**

1
Einleitung

Der Einsatz von Schrotten als Rohstoff der Stahlproduktion reduziert Treibhausgasemissionen, schont natürliche Ressourcen und vermeidet die Freisetzung von Luftschadstoffen. Diese ökologischen Vorteile erzeugen einen quantifizierbaren volkswirtschaftlichen Wohlfahrtsgewinn. So führen vermiedene CO_2-Emissionen zu einem verringerten Treibhauseffekt und dadurch zu niedrigeren Kosten des Klimawandels. Nicht nur heutige, sondern vor allen Dingen zukünftige Generationen profitieren damit vom Schrotteinsatz in der Stahlherstellung. Der Indikator »Schrottbonus« quantifiziert die durch den Einsatz einer Tonne Schrott in der Stahlherstellung vermiedenen Umweltkosten in Euro (Fraunhofer IMWS 2019). Er misst somit die ökologischen Vorteile des Schrotteinsatzes in Geldeinheiten.

Der Schrottbonus wird in zwei Schritten berechnet. Im ersten Schritt werden die Umweltbelastungen quantifiziert, die durch den Einsatz einer Tonne Schrott in der Stahlproduktion vermieden werden. Im zweiten Schritt werden diese ökonomisch bewertet, also in Euro umgerechnet. Der Einsatz einer Tonne Kohlenstoffstahlschrott spart, im Vergleich zur Produktion aus Erz und Koks, Treibhausgasemissionen von 1,67 t CO_2 ein. Der Einsatz einer Tonne Edelstahlschrott führt zu Einsparungen von 4,3 t CO_2. Im Jahr 2018 haben Stahlwerke in der Europäischen Union durch ihren Schrotteinsatz ungefähr 157 Mio. t CO_2 eingespart. Dies entspricht den jährlichen Emissionen aller Automobile in Frankreich, England und Großbritannien (Fraunhofer IMWS 2019). Der monetäre Wert dieser gesellschaftlichen Vorteile, d. h. der Schrottbonus, beläuft sich auf einen Wert zwischen 79 Euro und 213 Euro pro Tonne recyceltem Kohlenstoffstahlschrott. Bei Edelstahlschrott liegt der Schrottbonus zwischen 158 Euro und 502 Euro pro Tonne. Hierbei werden nicht nur Treibhausgaseinsparungen, sondern zusätzlich vermiedene lokale Umweltbelastungen berücksichtigt. Im Jahr 2018 vermied die europäische Stahlindustrie durch ihren Schrotteinsatz somit Umweltkosten zwischen 7,4 und 20,0 Mrd. Euro (Fraunhofer IMWS 2019).

Ökonomisch betrachtet handelt es sich beim Schrottbonus um einen positiven externen Effekt. Ohne politische Korrekturen des Preismechanismus werden keine ökologischen Vorteile des Schrotteinsatzes vergütet. Dadurch werden die Anreize zum Schrotteinsatz verringert, Konsum- und Produktionsentscheidungen sowie der Wettbewerb zwischen Rohstoffen und Produkten verzerrt.

Die Studie »Schrottbonus Konkret« untersucht, inwieweit die ökologischen Vorteile des Schrotteinsatzes in Europa internalisiert, also im Preissystem abgebildet sind. Sie fokussiert sich auf die Klimaschutzwirkungen des Schrotteinsatzes. Im Mittelpunkt steht dabei das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS) als zentrales Instrument europäischer Klimapolitik. Sie analysiert, ob die wesentlichen Emissionsquellen in der Stahlproduktion im EU-ETS erfasst werden. Wichtige Lücken, die zu einer unzureichenden Internalisierung des Schrottbonus beitragen, werden herausgearbeitet. Die aktuellen Reformoptionen im Rahmen des European Green Deal werden dabei berücksichtigt. Konkrete Vorschläge zur Schließung der Lücken werden entwickelt.

2
Technische Grundlagen

2.1
Werkstoff Stahl

Die Norm DIN EN 10020 definiert Stahl als Rohstoff, »dessen Massenanteil an Eisen größer ist als der jedes anderen Elementes, dessen Kohlenstoffgehalt im Allgemeinen kleiner als zwei Prozent ist und der andere Elemente enthält«. Stahl ist einer der wichtigsten und vielseitigsten Wertstoffe auf dem Weltmarkt. Seine Einsatzfelder reichen von Transport und Verkehr über den Maschinenbau, den Brücken- und Stahlhochbau, die Energie- und Umwelttechnik bis hin zur Verpackungsindustrie. Seine Vielseitigkeit spiegelt sich in seiner Sortenvielfalt wider: Die Stahl-Eisen-Liste des Stahlinstituts VDEh und der Europäischen Stahlregistratur umfasst 2 400 Stahlsorten (VDEh 2015, S. 2).

Von rostfreiem Edelstahl spricht man, wenn ein Stahl einen Massenanteil von mindestens 10,5 Prozent Chrom und maximal 1,5 Prozent Kohlenstoff aufweist (ISO 15510:2014). Chrom ist ausschlaggebend für die besondere Korrosionsbeständigkeit des Edelstahls. Das Übergangsmetall reagiert mit dem Sauerstoff der Luft und bildet eine wenige Nanometer dünne Passivschicht, die den darunterliegenden Edelstahl vor Korrosion schützt. Durch den Zusatz von Nickel kann die Korrosionsbeständigkeit noch weiter gesteigert werden. Dem allgemeinen Sprachgebrauch entsprechend wird der rostfreie Edelstahl im Folgenden als Edelstahl bezeichnet. Andere Stahlsorten werden mit dem Begriff Kohlenstoffstahl zusammengefasst.

Im Jahr 2018 wurden weltweit 1 826 Mio. t Rohstahl erzeugt. Trotz der Corona-Pandemie stieg die Weltproduktion bis 2020 auf 1 878 Mio. t. Davon entfielen 1 065 Mio. t auf China. Die EU war mit 139 Mio. t der zweitgrößte Stahlproduzent vor Indien, Japan und den USA (World Steel Association 2021). In Deutschland wurden im Jahr 2018 42,4 Mio. t Stahl hergestellt. Im Jahr 2020 waren es 35,7 Mio. t, ein Rückgang von 15,8 Prozent gegenüber 2018 (WV Stahl 2021).

2.2
Rohstoff Schrott

Schrott ist ein essentieller Rohstoff in der (Edel-)Stahlherstellung (Fraunhofer UMSICHT 2016). Sein Einsatz senkt die Treibhausgasemissionen der Stahlproduktion und reduziert die Schadstoffbelastung von Luft, Böden und Wasser (Fraunhofer IMWS 2019). Schrotte werden – je nachdem an welchem Punkt im Lebenszyklus eines Produkts sie anfallen – in drei Arten eingeteilt. Beim Kreislaufschrott handelt es sich um Schrott, der in der Stahlherstellung selbst anfällt und dort vollständig recycelt wird. Neuschrott ist Schrott, der in der Stahlverarbeitung anfällt. Er wird nahezu vollständig rezykliert. Altschrott setzt sich aus Produkten am Ende ihres Lebenszyklus zusammen. Beim Altschrott werden zum Teil hohe Recyclingquoten erreicht. So werden im Bausektor Recyclingquoten von etwa 88 Prozent erzielt (Helmus und Randel 2015). Weißblechverpackungen erreichen Recyclingquoten von mehr als 91 Prozent (GVM 2020). Gleichzeitigt zeigen empirische Untersuchungen, dass gerade das Angebot von Altschrott auf Preissignale reagiert (Damuth 2011).

Kohlenstoff- und Edelstahlschrotte sind international gehandelte Rohstoffe, die von der Stahlrecyclingwirtschaft gesammelt, aufbereitet und den Stahlerzeugern zur Verfügung gestellt werden (Fraunhofer UMSICHT 2016). Abb. 01 zeigt den Einsatz von Schrott in der Stahlproduktion im Jahr 2018 für ausgewählte Länder. Die Säulen entsprechen dem

jeweiligen Einsatz in Millionen Tonnen (linke Achse). Die Punkte repräsentieren die Schrotteinsatzquote, also das Verhältnis von Schrotteinsatz zur Rohstahlproduktion, in Prozent (rechte Achse). Das Bureau of International Recycling (BIR) quantifiziert den Schrotteinsatz in sieben Schlüsselregionen[1] auf 469 Mio. t. In absoluten Zahlen weist China den weltweit größten Schrotteinsatz in Höhe von 187,8 Mio. t auf. Er hat sich im Vergleich zum Jahr 2015 mehr als verdoppelt. Das BIR führt diesen Anstieg in erster Linie auf striktere Umweltstandards in der Volksrepublik zurück, die zu höheren Schrotteinsatzquoten in der Hochofenroute und neuen Kapazitäten in der Elektrostahlroute geführt hätten (BIR 2019). Bis 2020 wuchs der Schrotteinsatz in China auf 220,3 Mio. t (BIR 2021). Die Schrotteinsatzquote in China lag im Jahr 2018 mit 20,2 Prozent deutlich niedriger als in Europa oder den USA. In der EU erreichte sie 55,9 Prozent (Deutschland: 43,6 Prozent), in den USA lag sie bei 69,4 Prozent (BIR 2019). Die regionalen Unterschiede lassen sich auf Faktoren wie die Verfügbarkeit von Schrotten oder historische Entwicklungen in der Stahlindustrie in einzelnen Ländern zurückführen. Die hohe Schrotteinsatzquote der Türkei lässt sich z.B. durch die Verfügbarkeit europäischer Schrotte und niedrigere Investitionskosten von Elektrostahlwerken erklären.

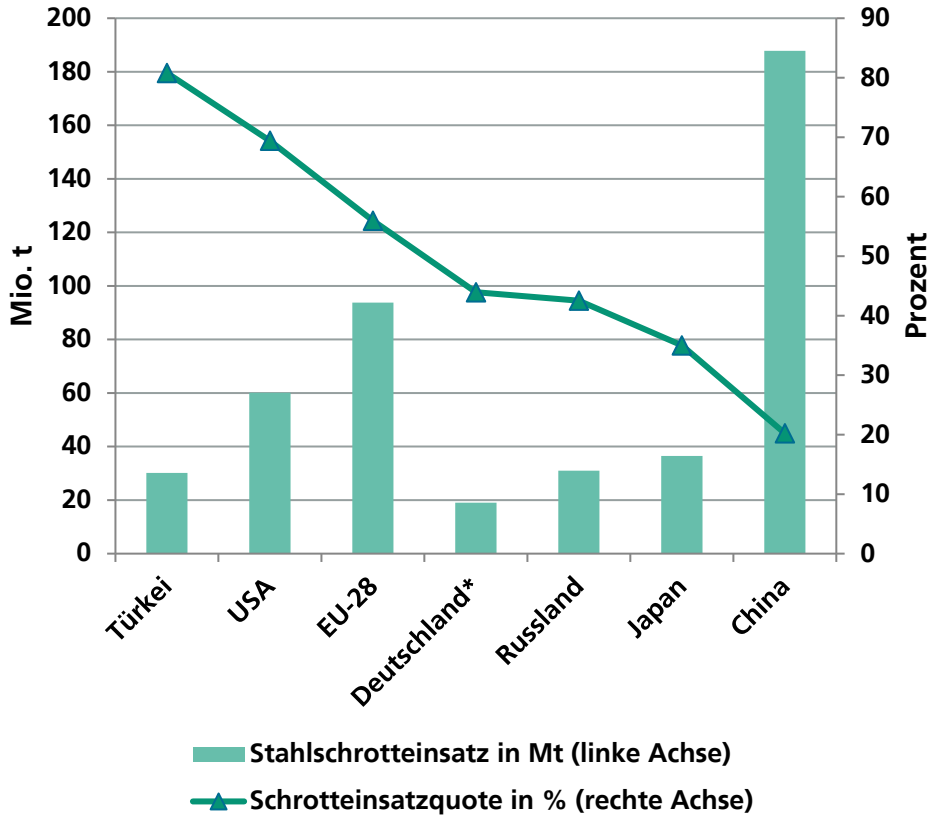


Abb. 01: Schrotteinsatz in der Stahlproduktion nach Ländern. Zahlen für Jahr 2018 außer Deutschland (2017).
Quelle: Eigene Darstellung nach BIR (2019)

[1] Es handelt sich um die Regionen China, EU, USA, Japan, Russland, Indien und Südkorea, die zusammen 81 Prozent der globalen Stahlproduktion ausmachen.

Schrotte sind international gehandelte Rohstoffe. Abb. 02 zeigt die Exporte von Stahlschrotten aus der EU in Drittstaaten (Länder außerhalb der Europäischen Union) und die Importe aus Drittstaaten in Mio. t zwischen 2011 und 2019. Die Importe von Stahlschrott in die Europäische Union lagen in dieser Periode relativ konstant bei etwa 3 Mio. t. Die Exporte wiesen ab 2015 einen steigenden Trend auf. Im Jahr 2018 wurden 21,7 Mio. t Stahlschrott aus der EU ausgeführt.

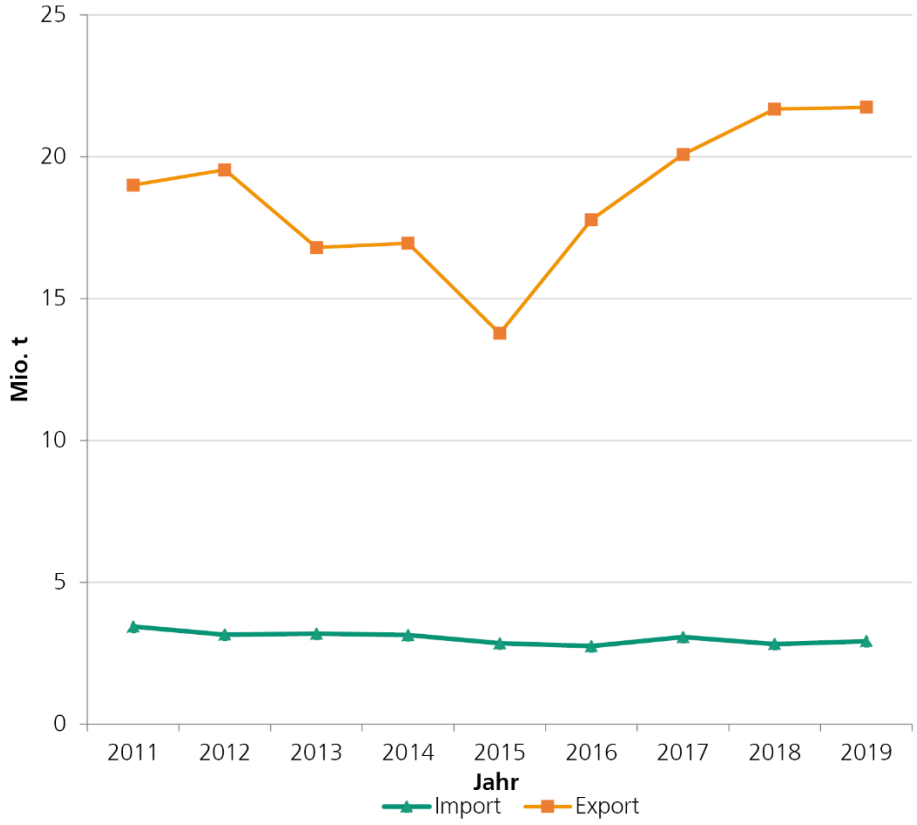


Abb. 02: Stahlschrotthandel der Europäischen Union mit Drittstaaten zwischen 2011 und 2019 in Mio. t.
Quelle: Eigene Darstellung nach Eurostat (2021)

Abb. 03 stellt die Exporte von Edelstahlschrott aus der EU und die Importe in die EU in 1 000 Tonnen für die Jahre 2011 bis 2019 dar. In diesem Zeitraum lagen Exporte und Importe nah beieinander, es wurden ähnliche große Mengen in die EU ein- und ausgeführt. Ab dem Jahr 2016 wiesen die Exporte einen deutlich steigenden Trend auf. 2019 wurden 255 000 Tonnen mehr Edelstahlschrott exportiert als importiert. Dies ist auf einen Rückgang der Edelstahlproduktion in Europa von 8,5 Prozent zwischen 2018 und 2019 zu erklären. Die Weltproduktion von Edelstahl wuchs im gleichen Zeitraum um 2,8 Prozent (ISSF 2021). Zusammen zeigen Abb. 02 und Abb. 03, dass Europa durch den Export von Schrott zu einer klimafreundlichen Stahlproduktion in Drittstaaten beiträgt.

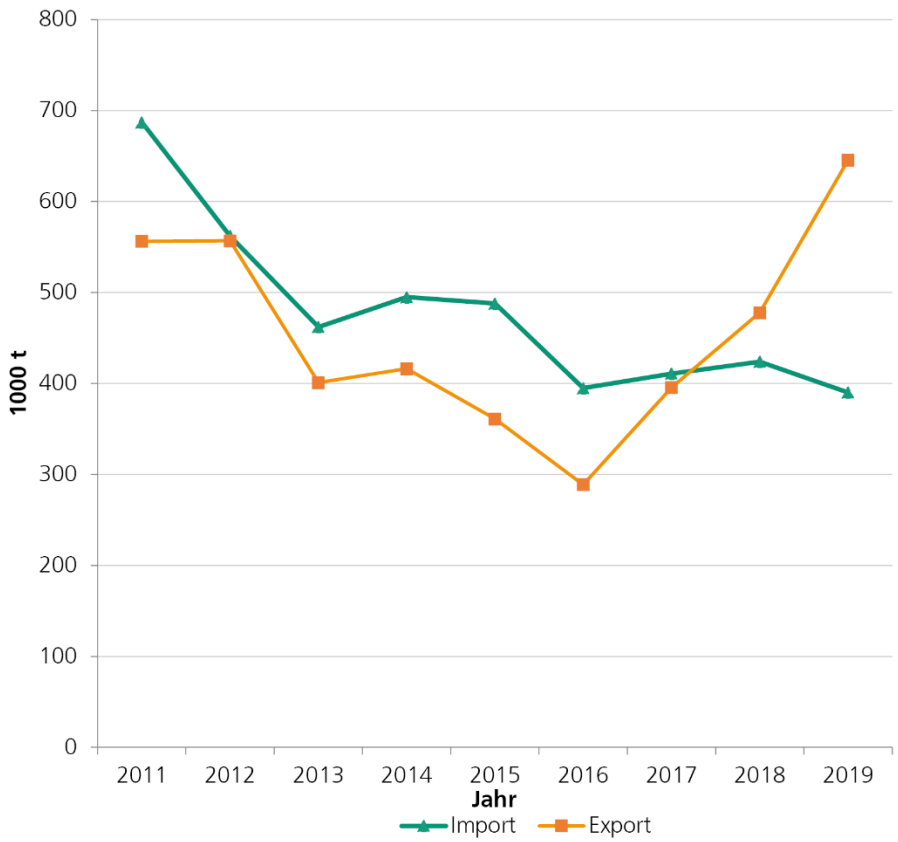


Abb. 03: Edelstahlschrotthandel der Europäischen Union mit Drittstaaten zwischen 2011 und 2019 in 1000. t.
Quelle: Eigene Darstellung nach Eurostat (2021)

2.3 Verfahrensrouten der Stahlproduktion

Kohlenstoff- und Edelstahl werden derzeit nahezu ausschließlich in zwei Verfahrensrouten erzeugt: der Hochofenroute und der Elektrostahlroute. In der Hochofenroute wird im namensgebenden Hochofen aus Eisenerz und Koks das Zwischenprodukt Roheisen erzeugt. Das Roheisen wird gemeinsam mit Stahlschrott im Konverter zu Stahl weiterverarbeitet. In der Elektrostahlroute wird in erster Linie Schrott eingesetzt. Er wird mithilfe elektrischer Energie eingeschmolzen und zu neuem Stahl verarbeitet. Im Jahr 2018 wurde in der EU 58,5 Prozent des Stahls in der Hochofenroute erzeugt, 41,5 Prozent in der Elektrostahlroute. In Deutschland lagen die Anteile bei 70,1 Prozent bzw. 29,9 Prozent. Edelstahl wird in Europa ausschließlich in der Elektrostahlroute erzeugt.

2.3.1 Hochofenroute Kohlenstoffstahl

Die Herstellung von Stahl in der Hochofenroute wird in Abb. 04 schematisch dargestellt. Die wesentlichen Schritte werden im Folgenden skizziert. Eine detaillierte Beschreibung der Hochofenroute findet sich in (VDEh (2015). Dabei ist zu beachten, dass die einzelnen Anlagen in der Hochofenroute häufig zu sogenannten integrierten Hüttenwerken zusammengefasst werden. Diese vereinigen die wesentlichen Schritte der Verarbeitung von Eisenerz und Kohle zu Stahl in einem vertikal integrierten Verbundstandort. Diese Struktur erlaubt es, die eingesetzten Rohstoffe effizient zu nutzen (Cavaliere 2019).

Beispielsweise können energiereiche Hüttengase der Stahlherstellung zur Stromerzeugung genutzt werden. Eine Aufteilung von Treibhausgasemissionen auf die einzelnen Schritte ist methodisch problematisch. Sie wird von der deutschen Emissionshandelsstelle nicht durchgeführt (DEHSt 2019).

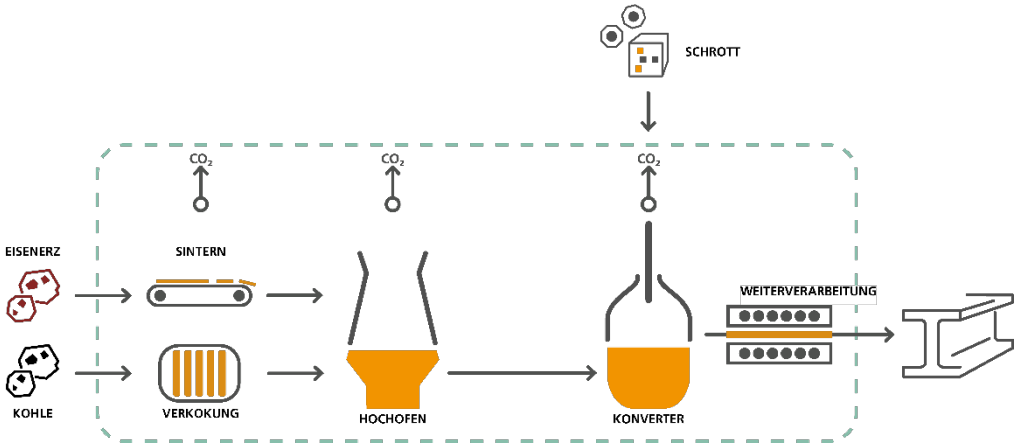


Abb. 04: Schematische Darstellung der Hochofenroute.
Quelle: Eigene Darstellung

Eisenerzbergbau und Pelletieren

Der erste Schritt in der Hochofenroute sind die Förderung und Aufbereitung des Eisenerzes. Im Jahr 2018 wurden etwa 2,5 Mrd. t Eisenerz mit einem Eisengehalt von 1,5 Mrd. t gefördert. Wichtigstes Förderland war Australien mit einer Fördermenge von 900 Mio. t, vor Brasilien (460 Mio. t), China (335 Mio. t) und Indien (205 Mio. t). Mit einer Produktion von 35,8 Mio. t war Schweden 2018 das wichtigste Förderland in Europa (USGS 2020b). Im Jahr 2018 hat die Europäische Union 108,6 Mio. Tonnen Eisenerz (Eurostat 2021). und damit ca. 74 Prozent ihres Gesamtbedarfs von 134,3 Mio. t (World Steel Association 2019) aus dem Ausland eingeführt. International gehandelte Eisenerze werden in der Regel über den Seeweg auf Massengutfrachtern (»Bulk Carrier«) transportiert. Deutschland bezog im Jahr 2018 seine Erze vor allem aus Schweden, Kanada und Brasilien (Eurostat 2021).

Eisenerze werden sowohl im Tagebau als auch im Untertagebau gefördert. Nach der Förderung werden zuerst wertlose Bestandteile des Erzes (»Gangart«) abgetrennt, um die Eisenkonzentration zu erhöhen und Transportkosten zu senken. Um einheitliche physikalische Eigenschaften sicherzustellen, werden grobe Erze zerkleinert und feine Erze stückig gemacht. Besonders feine Erze mit Korngrößen von deutlich unter einem Millimeter werden zu Kügelchen von etwa 10mm bis 15mm geformt (pelletiert). Dazu werden sie, zusammen mit einem Bindemittel, bei Temperaturen über 1 000 Grad Celsius gebrannt. Das Pelletieren findet in der Regel vor dem Verschiffen der Erze in der Nähe des Bergwerks statt. Hierbei entstehen Treibhausgasemissionen (VDEh 2015).

Koks ist ein harter, spröder und poröser Kohlenstoffträger, der aus schwefelarmer Steinkohle hergestellt wird. Er wird als Reduktionsmittel im Hochofen eingesetzt. Der Verkokungsprozess ist häufig Teil des integrierten Stahlwerks. Er findet in schlanken, hohen Horizontalkammeröfen statt. In diesem Prozess wird die Kohle unter Luftabschluss erhitzt, um flüchtige Bestandteile abzutrennen (»trockene Destillation«). Nach dem Verkokungsvorgang wird das Koks zu einem Löschturm transportiert und abgekühlt.

Das beim Verkokungsprozess entstehende, energiereiche Koksofengas wird zur Stromerzeugung genutzt. Andere Nebenprodukte werden z. B. in der chemischen Industrie eingesetzt (VDEh 2015).

Sintern

Das Sintern dient, ähnlich wie das Pelletieren dazu, Eisenerze stückig zu machen. Anders als das Pelletieren wird das Sintern in der Regel im integrierten Stahlwerk durchgeführt. Somit findet das Sintern von in Europa genutztem Erz primär in Europa statt. Angefeuchtetes Feinerz wird mit Koks und Zuschlagstoffen gemischt und entzündet, um die Bestandteile miteinander zu verbacken (VDEh 2015).

Hochofen

Die industriell bedeutsamen Eisenerze sind Oxide, also Verbindungen von Eisen und Sauerstoff. Im Hochofen werden die Eisenoxide zu Roheisen reduziert. Dabei reagiert der Sauerstoff mit dem im Koks und in anderen Reduktionsmitteln (Kohle, Erdgas) enthaltenen Kohlenstoff zu CO_2. Hochöfen sind bis zu 35 Meter hohe, kontinuierlich arbeitende Schachtöfen. Sie werden am oberen Ende mit einer Mischung aus Koks, Erzen und Zuschlagstoffen beschickt. Im Reduktionsprozess entsteht flüssiges Roheisen, das einen Kohlenstoffanteil von 4,0 Prozent bis 4,7 Prozent aufweist. Das Roheisen wird für die weitere Verarbeitung zum Konverter transportiert.

Konverter

Der nächste Prozessschritt dient dazu, den Kohlenstoffgehalt des Roheisens auf das gewünschte Niveau zu senken und unerwünschte Begleitelemente abzutrennen. In einem als »Frischen« bezeichneten Prozess wird reiner Sauerstoff von oben durch eine wassergekühlte Lanze in den Konverter geblasen. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Kohlenstoff im Roheisen und entweicht als CO_2. Weitere Begleitelemente werden, zum Teil unter Hinzugabe von Kalk, in der Schlacke gebunden.

Schrott ist von großer Bedeutung für das sogenannte Frischen. Durch die Reaktion von Kohlenstoff und Sauerstoff entsteht so viel Hitze, dass Stahlschrott der Schmelze beigemischt werden muss, um sie zu kühlen. Dabei ist zu beachten, dass der Schrottanteil im Konverter aus technischen Gründen auf 20 bis 30 Prozent begrenzt ist.

2.3.2 Elektrostahlroute Kohlenstoffstahl

Die Elektrostahlroute ist die zweite wesentliche Verfahrensroute in der Stahlherstellung. Abb. 05 illustriert die Herstellung von Stahl in dieser Route. In der Elektrostahlroute werden in erster Linie Schrotte als Rohstoff eingesetzt.[2] Diese Schrotte werden in Elektrolichtbogenöfen eingeschmolzen, um neuen Stahl zu erzeugen. Der Lichtbogen erreicht Temperaturen von mehr als 3 500 °C und kann daher eingesetzt werden, um legierte Stahlsorten zu erzeugen. Fossile Brennstoffe wie Erdgas können hinzugegeben werden, um die Stromkosten zu senken und den Schmelzvorgang zu beschleunigen.

[2] In der Elektrostahlroute kann auch Eisenschwamm (Direct Reduced Iron; DRI) eingesetzt werden. In Europa dominiert allerdings der Schrotteinsatz: Im Jahr 2018 wurden in der EU etwa 700 000 t DRI erzeugt, davon der überwiegende Teil in Deutschland (World Steel Association 2019).

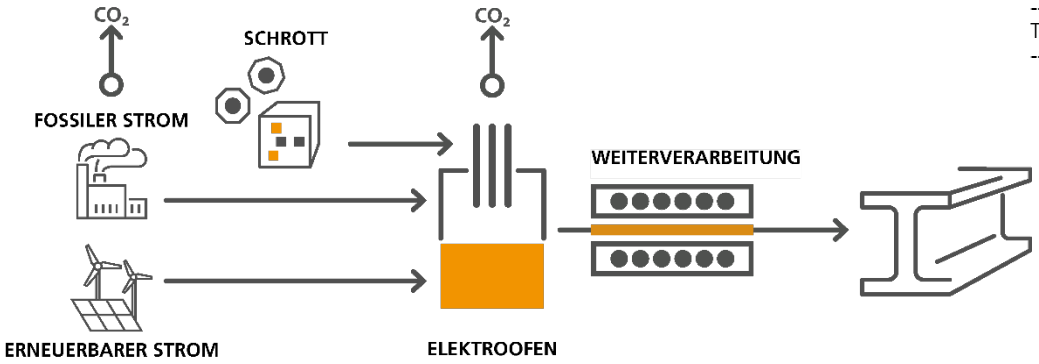


Abb. 05: Schematische Darstellung der Stahlproduktion in der Elektrostahlroute.
Quelle: Eigene Darstellung

Die Treibhausgasemissionen der Elektrostahlroute entstehen überwiegend indirekt in der fossilen Stromerzeugung. So entfielen im Jahr 2018 nur etwa 3 Prozent der direkten Emissionen der Stahlherstellung auf Elektrostahlwerke (DEHSt 2019). Die direkten Emissionen in der Elektrostahlroute stammen aus dem Einsatz von Erdgas, aber auch anderen prozessbedingten Quellen wie Aufkohlungsmitteln, Elektrodenabbrand oder aus Zuschlagstoffen (DEHSt 2021a). Ein weniger CO_2-intensiver Strommix wirkt sich positiv auf die CO_2-Bilanz der Elektrostahlherstellung aus. Mit grünem Strom können Schrotte weitestgehend CO_2-neutral eingeschmolzen werden (Fan und Friedmann 2021).

2.3.3
Elektrostahlroute Edelstahl

In Europa wird Edelstahl ausnahmslos in der Elektrostahlroute gefertigt. Eine schematische Darstellung der Elektrostahlroute in der Edelstahlproduktion findet sich in Abb. 06. Sie ähnelt der Herstellung von Kohlenstoffstahl in der Elektrostahlroute. In beiden Fällen wird vor allem Schrott als Rohstoff eingesetzt und unter Einsatz von Elektrizität eingeschmolzen. Neben den Schrotten werden auch Ferrolegierungen – insbesondere Ferrochrom und Ferronickel – als Rohstoffe eingesetzt. Der Rohstoffmix unterscheidet sich zwischen den Edelstahlherstellern und wird nicht veröffentlicht.

Chrom ist ausschlaggebend für die besondere Korrosionsbeständigkeit des Edelstahls. Im Jahr 2018 wurden weltweit 43,1 Mio. t Chromerze gefördert. Die größten Chromerzproduzenten waren Südafrika (17,6 Mio. t), Türkei (8,0 Mio. t), Kasachstan (6,7 Mio. t) und Indien (4,3 Mio. t). In Finnland, dem einzigen EU-Mitgliedsstaat mit nennenswerter Chromproduktion, wurden 2,2 Mio. t gefördert (USGS 2020a). Haupteinsatzgebiet von Chrom ist die Edelstahlproduktion. Dort wird es als Ferrochrom eingesetzt, eine Vorlegierung aus Chrom und Eisen (Gasik 2013).

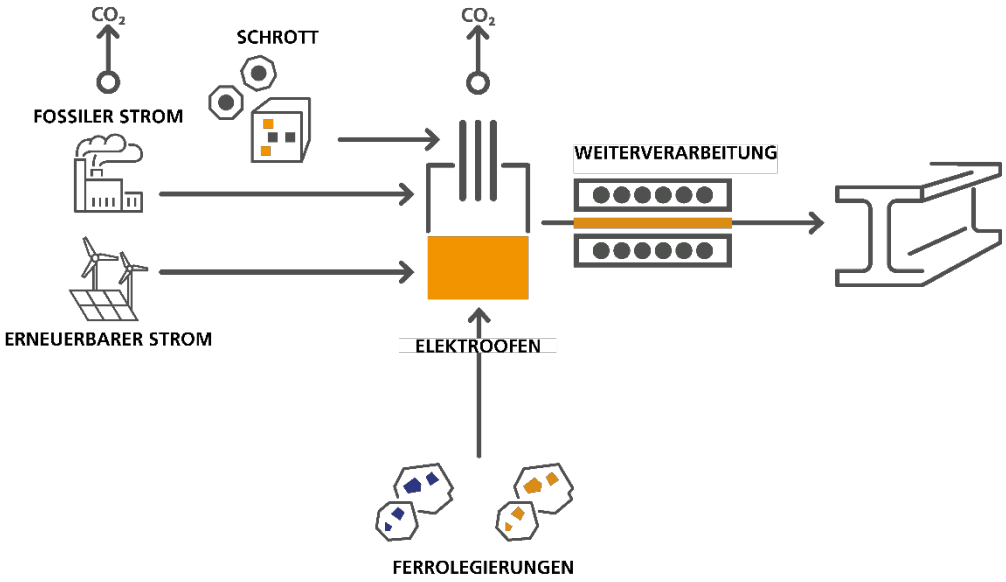


Abb. 06: Schematische Darstellung der Edelstahlproduktion in der Elektrostahlroute.
Quelle: Eigene Darstellung

Nickel ist ein weiteres Element, dem in der Edelstahlproduktion eine wichtige Rolle zukommt. Nickel dient als Legierungselement insbesondere in nichtmagnetischen austenitischen Edelstählen und verbessert die Korrosionsbeständigkeit des Edelstahls weiter. Weltweit wurden 2018 Erze mit einem Nickelgehalt von etwa 2,4 Mio. t gefördert. Die EU trägt nur einen geringen Anteil zur globalen Nickelförderung bei (USGS 2020c).[3] Nickel wird für die Edelstahlproduktion aber auch für nickelbasierte Superlegierungen sowie die Batterieproduktion eingesetzt (Nickel Institute 2021). In der Edelstahlproduktion wird Nickel in erster Linie als Ferronickel eingesetzt (Gasik 2013)

Die Produktion von Ferrolegierungen ist mit erheblichen Treibhausgasemissionen verbunden ist. Haque und Norgate (2013) schätzen die CO_2-Fußabdrücke von Ferrochrom auf 3,0 t CO_2-äq. pro Tonne und von Ferronickel auf 13,9 t CO_2-äq. pro Tonne. Nickel Institute (2020) berichtet Treibhausgasemission von 13,0 t CO_2-äq. pro Tonne Nickel entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Scope 1-3). Die Studie von Fraunhofer UMSICHT (2010) wertet verschiedene Ökobilanz-Datenbanken aus und ermittelt Emissionen zwischen 9 und 17 t CO_2-äq. pro Tonne Ferronickel.

[3] Einen Sonderfall stellt das östlich von Australien gelegene französische Überseegebiet Neukaledonien dar. Im Jahr 2018 wurden in Neukaledonien Erze mit einem Nickelgehalt von 216 000 Tonnen gefördert. Allerdings gehört Neukaledonien nicht zur Europäischen Union.

3
Schrottbonus: Definition und Quantifizierung

Der Einsatz von Schrott als Rohstoff führt zu positiven ökologischen Wirkungen entlang der Wertschöpfungskette der Stahlherstellung. Dieser vermeidet Treibhausgasemissionen, reduziert lokale Umweltbelastungen und schont endliche Ressourcen (Broadbent 2016; Johnson et al. 2008). Der Indikator »Schrottbonus« quantifiziert die gesellschaftlichen Vorteile, die daraus entstehen. Der Schrottbonus misst die vermiedenen Kosten durch reduzierte Umweltbelastungen beim Einsatz einer Tonne Schrott in der Stahlherstellung im Vergleich zur Produktion aus Primärrohstoffen (Fraunhofer IMWS 2019).

Die vermiedenen Umweltbelastungen werden auf Basis von Ökobilanzen (Life Cycle Assessments) quantifiziert. Diese Ökobilanzen erfassen die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette, vom Bergwerk bis zum Stahlwerkstor. Die Emissionen werden Kategorien von Umweltbelastungen wie dem Klimawandel zugeordnet. Ökonomische Studien, die volkswirtschaftliche Kosten von Umweltbelastungen schätzen, bewerten die eingesparten Emissionen ökonomisch. Die Emissionen werden von Tonnen in Geldeinheiten umgerechnet. Besonders durch die Einsparung von Treibhausgasemissionen trägt der Schrotteinsatz dazu bei, ökologische Belastungen zu reduzieren und volkswirtschaftliche Kosten zu senken. Der Einsatz von einer Tonne Kohlenstoffstahlschrott führt zu einer Reduktion von 1,67 t CO_2, der Einsatz einer Tonne Edelstahlschrott sogar zu einer Emissionsreduktion von 4,3 t CO_2 gegenüber der Primärproduktion. Abb. 07 zeigt Höhe und Zusammensetzung des Schrottbonus für Kohlenstoffstahlschrott. Der gesellschaftliche Vorteil durch den Einsatz von Kohlenstoffstahlschrott liegt zwischen 79 Euro und 213 Euro pro Tonne. Der Schrottbonus des Edelstahlschrotts liegt zwischen 158 Euro und 502 Euro pro Tonne. Diese Bandbreiten spiegeln Szenarien über die Kosten des Klimawandels wider. Diese Kosten lassen sich nur unpräzise quantifizieren. Daher wird der Schrottbonus mit 30 Euro pro t CO_2 (»Untere Referenz«), 70 Euro pro t CO_2 (»Mittlere Referenz«) und 110 Euro pro t CO_2 (»Obere Referenz«) berechnet.

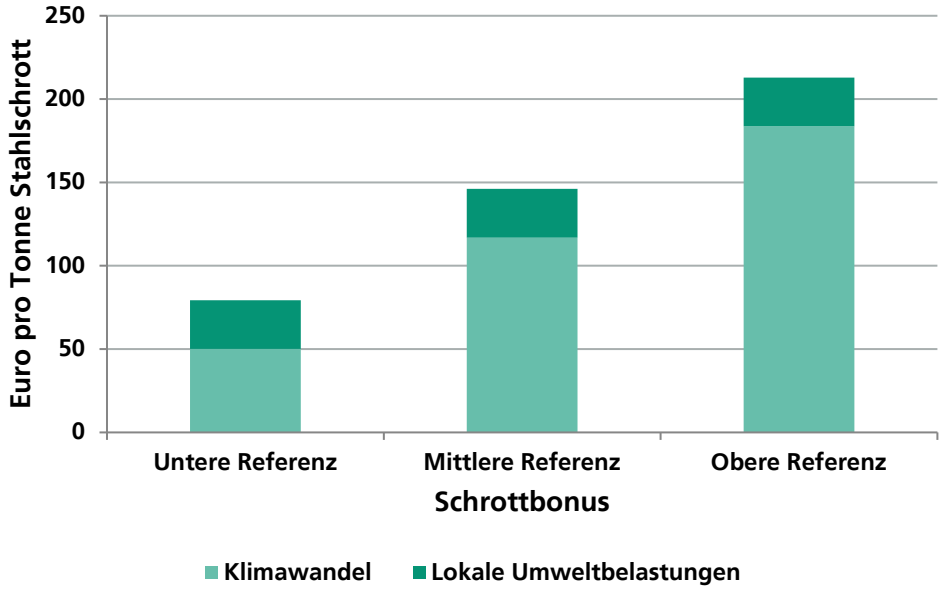


Abb. 07: Schrottbonus in Euro pro Tonne Kohlenstoffstahlschrott für drei Annahmen über die sozialen Kosten einer Tonne CO_2.
Quelle: Fraunhofer IMWS (2019)

Bei den positiven ökologischen Effekten des Schrotteinsatzes handelt es sich um externe Effekte. Schrott als Rohstoff der Stahlherstellung führt, durch die Verdrängung CO_2-intensiverer Rohstoffe, zu gesellschaftlichen Vorteilen, die nicht ohne Weiteres im Marktpreis reflektiert und damit nicht abgegolten werden. Dadurch werden die relativen Marktpreise von Schrotten und Primärrohstoffen zugunsten letzterer verzerrt: Erze und Koks sind – im Vergleich zu Schrott – zu günstig, denn die positiven ökologischen Wirkungen des Schrotteinsatzes werden ohne politische Korrekturen nicht vergütet. Dies wiederum verzerrt den Wettbewerb zwischen den Rohstoffen der Stahlherstellung. Eine Integration des Schrottbonus in den Preismechanismus, ökonomisch als Internalisierung bezeichnet, trägt somit zu einem fairen Wettbewerb und zum Klimaschutz bei.

Abb. 07 zeigt, dass der Schrotteinsatz insbesondere durch die Einsparung von Treibhausgasemissionen zu gesellschaftlichen Gewinnen führt. Damit stellt sich die Frage, inwieweit klimapolitische Instrumente zum fairen Wettbewerb zwischen den Rohstoffen der Stahlproduktion beitragen. Schätzungen effektiver CO_2-Preise durch die OECD deuten an, dass auf globaler Ebene erheblicher Handlungsbedarf besteht (OECD 2021). In Europa ist das Europäische Emissionshandelssystem EU-ETS das zentrale politische Instrument zur Bepreisung von Treibhausgasemissionen. Im Folgenden wird untersucht, inwieweit das EU-ETS den Schrottbonus in den Preismechanismus integriert und wo Lücken bei der Internalisierung vorliegen.

4
Europäisches Emissionshandelssystem (EU-ETS)

4.1
Grundlegende Mechanismen

Mit der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls im Jahr 1997 entschlossen sich 37 Industriestaaten zu verbindlichen Emissionsreduktionszielen für Treibhausgase. Das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS) wurde 2005 als weltweit erstes Emissionshandelssystem für Treibhausgase[4] geschaffen, um die Ziele des Kyoto-Protokolls zu erreichen.

Aktuell umfasst es etwa 15 000 stationäre Anlagen in der Stromerzeugung, der Industrie und dem Flugverkehr innerhalb seines Geltungsbereichs. Zu diesem gehören die Europäische Union, Island, Liechtenstein und Norwegen. Im Jahr 2018 wurden in den vom EU-ETS regulierten Anlagen und Flügen 1,75 Mrd. t CO_2 freigesetzt. Davon entfielen 7,0 Prozent auf die Herstellung von Eisen und Stahl.

Das EU-ETS hat sich zum weltweiten Vorbild entwickelt: ICAP (2021) berichtet, dass im Jahr 2021 etwa 16 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen durch Emissionshandelssysteme reguliert werden. Eine Reihe höchst unterschiedlicher Staaten und Regionen setzen Emissionshandelssysteme ein. Dazu zählen Mexiko, Kalifornien, Kasachstan und China. In der Volksrepublik China werden allerdings, von regionalen Ausnahmen abgesehen, bisher nur die Emissionen der Stromerzeugung erfasst.

Emissionshandelssysteme werden als »Cap and Trade-Systeme« bezeichnet. Dieser Begriff deutet an, dass sie zwei Mechanismen miteinander kombinieren. Der »Cap« ist eine feste Obergrenze an Treibhausgasemissionen, die pro Jahr innerhalb des (regionalen, sektoralen) Geltungsbereichs des Emissionshandelssystems ausgestoßen werden dürfen. Somit ist die Menge der erlaubten Emissionen begrenzt. Im Zeitablauf wird die Obergrenze gesenkt, um Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

Das EU-ETS folgt dem Verursacherprinzip: Vom Emissionshandel regulierte Unternehmen müssen für ihre Treibhausgasemissionen Emissionsrechte beschaffen und nachweisen. Im Fall des EU-ETS werden diese als EU Allowances (EUA) bezeichnet. Häufig werden sie auch (Emissions-)Zertifikate genannt. In dieser Studie werden die Begriffe Emissionsrechte und Zertifikate synonym genutzt. Eine EUA berechtigt deren Inhaber zur Freisetzung von Schadstoffen mit einem Treibhauspotential einer Tonne CO_2.

»Trade« bezeichnet den zweiten Mechanismus eines Emissionshandelssystems. Emissionsrechte können gehandelt werden. Dies führt zu einer effizienten Reduzierung der Gesamtemissionen. Unternehmen, die leicht und günstig ihre Emissionen reduzieren können, vermeiden diese und können Zertifikate verkaufen. Unternehmen, für die eine Reduktion mit höheren Kosten verbunden ist, können stattdessen Zertifikate am Markt zukaufen. Sie entlohnen Unternehmen, die günstiger Treibhausgase einsparen können. Mit diesem Mechanismus wird sichergestellt, dass Emissionen dort vermieden werden, wo es zu den niedrigsten Kosten möglich ist.

[4] Ein früheres Beispiel für ein Emissionshandelssystem ist das »Acid Rain Program«, das 1995 in Kraft trat und auf die Reduktion von Luftverschmutzung durch Schwefeldioxid und Stickoxide abzielt.

Abb. 08 illustriert die ökonomische Wirkung eines Emissionshandelssystems. Die horizontale Achse stellt die Menge der CO_2-Emissionen einer Volkswirtschaft in Tonnen dar. Auf der vertikalen Achse werden CO_2-Preise abgetragen. Die orangefarbene Kurve stellt die Menge der freigesetzten Treibhausgasemissionen in der Volkswirtschaft in Abhängigkeit vom CO_2-Preis dar. Je höher der CO_2-Preis, desto niedriger sind die Emissionen, denn mit steigendem CO_2-Preis wachsen die Anreize, in klimafreundliche Produkte und Technologien zu investieren. Wenn der CO_2-Preis bei null liegt, d. h. es weder Emissionshandelssystem noch CO_2-Steuern gibt, wird eine Menge M^0 freigesetzt.

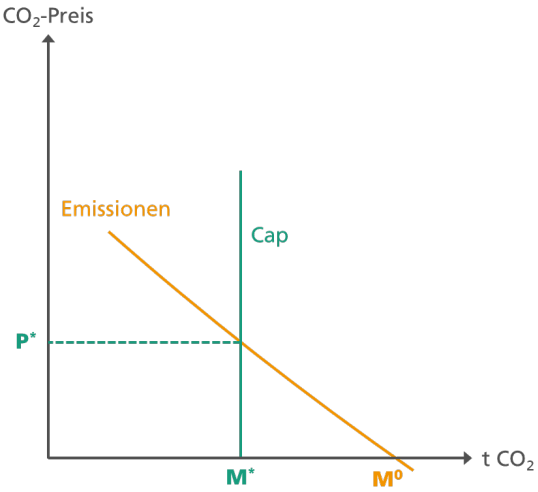


Abb. 08: Wirkungsweise eines Emissionshandelssystems.
Quelle: Eigene Darstellung

Die Obergrenze (»Cap«) des Emissionshandelssystems wird durch die vertikale grüne Linie repräsentiert. Sie begrenzt die Menge der Emissionen auf M^*. Der Marktpreis für Emissionsrechte bildet sich im Gleichgewicht von Obergrenze und Nachfrage. Bei einem Preis von P^* möchten die Unternehmen der Volkswirtschaft CO_2 im Umfang M^* freisetzen. Hier zeigt sich der wesentliche Unterschied zwischen Emissionshandelssystemen und CO_2-Steuern bei der Bepreisung von Treibhausgasemissionen. Beim Emissionshandel ist die Menge der Emissionen festgelegt, der CO_2-Preis bildet sich am Markt. Eine Steuer fixiert den CO_2-Preis, die Emissionsmenge bildet sich am Markt.

Den energieintensiven Industrien in Europa entstehen im internationalen Wettbewerb Nachteile, wenn ihre ausländischen Konkurrenten keinen Preis für ihre Treibhausgasemissionen zahlen müssen. Es droht »Carbon Leakage«, d. h. das Verlagern von CO_2-intensiven Produktionsstufen ins außereuropäische Ausland. Im EU-ETS sollen zwei Instrumente Carbon Leakage vermeiden. Zum einen die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten an Unternehmen in von Carbon Leakage bedrohten Wirtschaftszweigen. Die kostenlose Zuteilung soll zusätzliche Kosten und damit Wettbewerbsnachteile durch CO_2-Preise zumindest teilweise kompensieren. Dabei ist zu beachten, dass für die betroffenen Unternehmen weiterhin ein Anreiz besteht, Treibhausgasemissionen einzusparen. Sie können die durch Einsparungen freiwerdenden Zertifikate am Markt veräußern und damit Erlöse erzielen. Das zweite Instrument zum Schutz vor Carbon Leakage soll indirekte Kosten durch das EU-ETS abfedern. Artikel 10a(6) der EU-ETS-Richtlinie ermöglicht es den Mitgliedsstaaten, stromintensive Unternehmen mit finanziellen Beihilfen zu unterstützen, als Kompensation der im Strompreis enthaltenen indirekten CO_2-Kosten von Zertifikaten.

Die Entwicklung des EU-ETS verlief in vier Phasen. Die erste lief von 2005 bis 2007 und war eine Testphase. In dieser Phase erfasste das EU-ETS die CO_2-Emissionen der Energiewirtschaft und von energieintensiven Wirtschaftszweigen (darunter der Stahlsektor). Die Zertifikate wurden größtenteils kostenlos zugeteilt. Die Ziele waren, das EU-ETS zu testen und die nötige Infrastruktur aufzubauen.

In der zweiten Phase (2007-2012) wurde die Emissionsobergrenze gesenkt. Außerdem traten Island, Norwegen und Lichtenstein dem EU-ETS bei. Weitere Änderungen waren die Berücksichtigung von Stickoxidemissionen in einigen Ländern und die Reduktion der kostenlosen Zuteilung auf 90 Prozent der Emissionsrechte. Einige Länder begannen mit der Versteigerung von Zertifikaten. Zusätzlich wurde ab 2012 der Luftverkehr einbezogen, zumindest für Flüge innerhalb des Geltungsraumes des EU-ETS.

In der dritten Phase (2013-2020) wurde ein linearer Reduktionsfaktor für die Emissionsobergrenze eingeführt. Er belief sich auf 1,74 Prozent pro Jahr. Somit wurde in der dritten Phase des EU-ETS die Emissionsobergrenze für ortsfeste Anlagen jährlich um 1,74 Prozent der Obergrenze der zweiten Phase gesenkt. Die Obergrenze für den Luftverkehr blieb während der dritten Phase konstant. Mit der Finanzkrise 2008 gingen Wirtschaftsleistung und Treibhausgasemissionen deutlich zurück. Es entstand ein Überschuss an Emissionsrechten, der die Zertifikatspreise drückte und die Anreize zur CO_2-Einsparung senkte. In der dritten Phase wurde das »Backloading« als kurzfristiges Instrument eingeführt. Es sah vor, dass 900 Millionen Emissionszertifikate, die zwischen 2014 und 2016 versteigert werden sollten, erst 2019–2020 versteigert wurden.

Um ein Überangebot an Emissionsrechten langfristig zu vermeiden, wurde die Marktstabilitätsreserve eingeführt. Sie nimmt alle am Jahresende nicht versteigerten Zertifikate auf, damit nicht zu viele Emissionsrechte auf dem Markt verfügbar sind. Diese bringt zusätzliche Zertifikate auf den Markt, falls eine Mindestzahl an Emissionsrechten im Markt unterschritten wird, um das Preisniveau zu stabilisieren. Dadurch sollen sowohl zu niedrige als auch zu hohe Preise vermieden werden (Vivid Economics 2020).

Seit Anfang des Jahres 2021 befindet sich das EU-ETS in seiner vierten Phase (Europäische Kommission 2018). Diese soll von 2021 bis 2030 laufen. In der vierten Phase wurde der lineare Reduktionsfaktorfaktor von 1,74 Prozent auf 2,2 Prozent erhöht. Das System der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten bleibt bis 2030 für Sektoren bestehen, die ein besonderes Risiko für das Verlagern von CO_2-Emissionen darstellen.

Seit Beginn der dritten Phase des EU-ETS wird die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten an produktbasierte Benchmarks geknüpft. Die Benchmarks basieren auf der »Durchschnittsleistung von 10 Prozent der effizientesten Anlagen eines Sektors bzw. Teilsektors in der Union in den Jahren 2007 und 2008« (Europäische Kommission 2009). Falls eine Anlage mehr CO_2 freisetzt als der jeweilige Benchmark, werden für die Emissionen oberhalb des Benchmark keine kostenlosen Zertifikate zugeteilt.

In der vierten Phase des EU-ETS wurde ein Carbon-Leakage-Indikator (CLI) eingeführt, mit dem bestimmt wird, ob ein Wirtschaftszweig von Carbon Leakage gefährdet ist. Dieser wird wie folgt berechnet:

$$CLI = \frac{\text{Exporte Drittländer [EUR]} + \text{Importe Drittländer[EUR]}}{\text{Marktgröße [EUR]}} \times \frac{\text{Emissionen [kg } CO_2\text{]}}{\text{Bruttowertschöpfung [EUR]}}$$

Die Marktgröße ist als Summe aus Umsatz und Importen für den Wirtschaftszweig definiert, die Emissionen berücksichtigen sowohl direkte als auch indirekte Emissionen. Wenn der Carbon-Leakage-Indikator einen Wert von 0,2 Prozent überschreitet, wird der

Wirtschaftszweig als von Carbon Leakage gefährdet betrachtet und erhält bis zu 100 Prozent seiner Benchmark-Emissionsrechte kostenlos zugeteilt (Europäische Kommission 2009). Die Benchmarks sollen für die Jahre 2021 bis 2025 und 2026 bis 2030 festgelegt werden. Darüber hinaus sollen sie jährlich reduziert werden, um technischem Fortschritt Rechnung zu tragen. Für den Stahlsektor soll die Reduktion an der Untergrenze von 0,2 Prozent festgesetzt werden, da er stark von Carbon Leakage bedroht und mit hohen Vermeidungskosten konfrontiert sei (ICAP 2021).

4.2 Stahlproduktion im EU-ETS

Die vom EU-ETS erfassten Tätigkeiten werden in der EU-ETS-Richtlinie definiert (Europäische Kommission 2009, Anhang I). Die Stahlindustrie war bereits 2005 Teil des Europäischen Emissionshandelssystems. Sie wird sowohl direkt als auch indirekt erfasst. Emissionen der Verbrennung von Brennstoffen in Anlagen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von über 20 MW sind vom EU-ETS betroffen (Europäische Kommission 2009, Anhang I).[5] Damit sind alle wesentlichen fossilen Kraftwerke dem EU-ETS unterworfen. Indirekte Emissionen der fossilen Stromerzeugung, die bei Elektrostahlwerken einen großen Anteil der freigesetzten Treibhausgase ausmachen, sind dementsprechend im EU-ETS berücksichtigt. Die Höhe der CO_2-Kosten von Elektrostahlwerken hängt von der Treibhausgasintensität des Strommix ab. Je größer der Anteil von Strom aus erneuerbaren Quellen, desto geringer die Zahl der zu beschaffenden Emissionsrechte. Auf Seiten der industriellen Anwendungen umfasst das EU-ETS die Herstellung von Koks, die Röstung, Sinterung und Pelletierung von Metallerzen, die Herstellung von Roheisen und Rohstahl in Anlagen mit einer Kapazität von über 2,5 t pro Stunde (ca. 22 000 t pro Jahr) sowie die Herstellung und Verarbeitung von Eisenmetallen. Für diese Tätigkeiten wird, wie in der Stromerzeugung, CO_2 als einziges Treibhausgas berücksichtigt.

	Durchschnittswert der 10 % effizientesten Anlagen 2016 und 2017 (t CO_2-äq./t)	**Benchmarkwert (Zertifikate/t) für den Zeitraum 2021–2025**
Koks	0,144	0,217
Eisenerzsinter	0,163	0,157
Flüssiges Roheisen	1,331	1,288
Im Elektrolichtbogenverfahren gewonnener Kohlenstoffstahl	0,209	0,215
Im Elektrolichtbogenverfahren gewonnener hochlegierter Stahl	0,266	0,268
Eisenguss	0,299	0,282

Tab. 01: Produkt-Benchmarks im EU-ETS für 2021-2025.
Quelle: Europäische Kommission (2018)

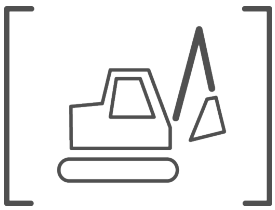
[5] Die Gesamtfeuerungswärmeleistung bezeichnet die Feuerungswärmeleistung einer gesamten Anlage und kann somit nicht in die einzelnen Komponenten aufgebrochen werden. Die Feuerungswärmeleistung ist der Wärmeinhalt (unterer Heizwert) des verwendeten Brennstoffes, der in einer Feuerungsanlage im Dauerbetrieb pro Jahr zugeführt werden kann.

In Deutschland sind derzeit 123 emissionshandelspflichtige Anlagen im Stahlsektor in Betrieb (DEHSt 2021b). Diese setzten 2018 ca. 37,9 Mio. t CO_2 frei. Davon entfielen 83 Prozent auf integrierte Hüttenwerke, 3 Prozent auf Elektrostahlwerke und 14 Prozent auf die Weiterverarbeitung des Stahls. Hierbei ist zu beachten, dass diese Zahlen nur die direkten Emissionen der Stahlherstellung umfassen (DEHSt 2019).

Für den energie- und wettbewerbsintensiven Wirtschaftszweig Stahl ist die freie Zuteilung von Emissionsrechten von großer Bedeutung. Er gehört zu den Wirtschaftszweigen, der auch in der vierten Phase des EU-ETS kostenlose Zertifikate erhält (Europäische Kommission 2019a). Im Jahr 2018 bekam die Stahlindustrie in Deutschland für 85,9 Prozent der von ihr ausgehenden, dem EU-ETS unterliegenden Emissionen kostenlose Zertifikate. Bei der Berechnung dieses Anteils ist die Weiterleitung von Kuppelgasen, d.h. energiereichen Abgasen der Stahlproduktion, in die Stromerzeugung berücksichtigt (DEHSt 2019). Tab. 01 zeigt die Benchmarks für die Jahre 2021 und 2025 für verschiedene Eisen- und Stahlprodukte.

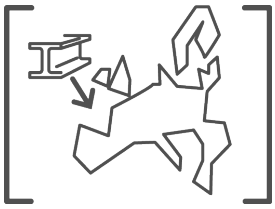
4.3
Lücken im EU-ETS

Kohlenstoffstahl- und Edelstahlschrott sind wertvolle, heimische Rohstoffe. Ihr Einsatz vermeidet Umweltbelastungen und gesellschaftliche Kosten. Dieser Abschnitt arbeitet heraus, welche Lücken im EU-ETS bestehen, die eine vollständige Internalisierung des Schrottbonus behindern. Diese Lücken lassen sich in fünf Kategorien unterteilen.



Treibhausgasemissionen, die im **Bergbau** entstehen, werden nur in Ausnahmefällen vom EU-ETS berücksichtigt. Im Eisenerzbergbau werden Emissionen berücksichtigt, wenn sie aus einer Pelletieranlage stammen. Dadurch werden z. B. drei Standorte des Eisenerzbergbauunternehmens LKAB vom EU-ETS erfasst (Europäische Kommission 2021h). Selbst wenn die Emissionen des Bergbaus in Europa einen kleinen Teil der Gesamtemissionen der Stahlherstellung ausmachen, verzerrt deren fehlende Berücksichtigung die Relativpreise zulasten des Schrotts. Dies wirkt der Internalisierung des Schrottbonus und dem fairen Wettbewerb der Rohstoffe entgegen.

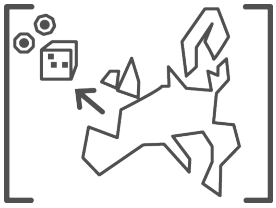
Importe von Rohstoffen und Vorprodukten wie z. B. Ferrolegierungen werden nicht vom EU-ETS reguliert. Der Rohstoff Schrott konkurriert somit mit Rohstoffen, deren Emissionen häufig nicht bepreist werden. Dies führt zu einer weiteren Lücke bei der Internalisierung des Schrottbonus. Hierbei ist zu beachten, dass die europäische Stahlindustrie vom Import von Rohstoffen abhängig ist. Tab. 02 zeigt die Importe, Exporte und Nettoimporte von drei Rohstoffen der (Edel-) Stahlherstellung: Eisenerz, Ferrochrom und Ferronickel. Dabei handelt es sich jeweils um die Ein- und Ausfuhren aus Drittstaaten. Der Handel innerhalb der EU wird nicht betrachtet. Die Europäische Union importierte 2018 etwa 108,6 Mio. t Eisenzerz und führte 9,1 Mio. t aus. Unterstellt man eine CO_2-Intensität von 11,9 kg CO_2-Äq. pro Tonne Eisenerz (Haque und Norgate 2015), dann wären mit den Eisenerzimporten Europas Emissionen von ca. 1,3 Mio. t CO_2 verbunden. Zum Vergleich: Der inländische Flugverkehr in Deutschland setzte im Jahr 2018 ca. 2,2 Mio. t CO_2 frei (European Environment Agency 2021). Diese Emissionen werden nicht bepreist, die Relativpreise der Rohstoffe werden somit zulasten des Schrotts verzerrt.



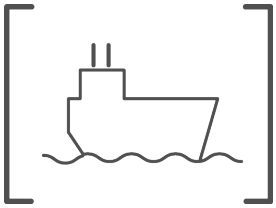
Auch **Import von Stahl** besteht ebenfalls eine Lücke im Europäischen Emissionshandelssystem. Diese benachteiligt die europäische Stahlindustrie im internationalen Wettbewerb. Sie konkurriert mit Unternehmen aus Drittstaaten, die keiner oder einer weniger ambitionierten Klimapolitik unterliegen und dadurch zu geringeren Kosten produzieren können.

	Importe	**Exporte**	**Nettoimport**
Eisenerz [Mio. t]	108,6	9,1	99,5
Ferrochrom [1000 t]	718	131	587
Ferronickel [1000 t]	230	1	228

Tab. 02: Handel der Europäischen Union mit Eisenerz, Ferrochrom, Ferronickel mit Drittstaaten im Jahr 2018.
Quelle: Eurostat (2021)



Beim **Export von Schrott** besteht eine weitere Lücke. Wird Schrott in Regionen ausgeführt, die keine oder keine ambitionierte Klimapolitik verfolgen, dann spiegelt die Zahlungsbereitschaft der dortigen Stahlhersteller die ökologischen Vorteile des Schrotteinsatzes nicht wider. Der Schrottbonus wird außerhalb Europas nicht internalisiert. Der Einsatz von Schrott als Rohstoff der Stahlherstellung ist somit allein durch betriebswirtschaftliche Erwägungen motiviert, in die der ökologische Vorteil nicht eingeht.



Eine weitere Lücke im EU-ETS besteht beim **Transport**. Die Berücksichtigung von Emissionen aus dem Transportsektor ist heterogen. Der (elektrifizierte) Schienenverkehr wird indirekt über die Stromerzeugung vom EU-ETS erfasst, Emissionen von dieselbetriebenen Zügen dagegen nicht. Der Straßenverkehr unterliegt nicht dem EU-ETS. Er wird jedoch durch andere Instrumente wie die europäischen Flottengrenzwerte (Europäische Kommission 2019b) oder das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) in Deutschland reguliert. Der Schiffsverkehr ist nicht Teil des EU-ETS. Gerade dies stellt Primärrohstoffe besser, welche häufig per Schiff aus Drittstaaten eingeführt werden.

*Die auf Seite 23 und Seite 24 eingesetzten Icons stammen aus eigener Darstellung.

5
Schrottbonus im Europäischen Grünen Deal (»European Green Deal«)

5.1
Europäischer Grüner Deal und Fit-for-55

2019 stellte die EU-Kommission ihren Europäischen Grünen Deal (»European Green Deal«); Europäische Kommission 2019c) als neue Wachstumsstrategie vor. Als Ziel nennt die Kommission, »die EU zu einer fairen und wohlhabenden Gesellschaft mit einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft« (Europäische Kommission 2019c, S. 2) zu transformieren. Sie soll Herausforderungen durch den Klimawandel, das Artensterben sowie die Verschmutzung der Wälder und Ozeane adressieren. Die Kommunikation der EU-Kommission zum Europäischen Grünen Deal beinhaltete einen ersten Fahrplan, Strategien und Maßnahmen zur Erreichung der selbstgesteckten Ziele.

Das Europäische Klimagesetz konkretisiert die klimapolitischen Ambitionen des Europäischen Grünen Deal. Es legt eine Reduktion der Netto-Treibhausgasemissionen[6] von mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 bis 2030 als verbindliches Klimaziel fest (Europäische Kommission 2021c). Zuvor strebte die Europäische Union bis 2030 eine Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 an. Bis 2050 soll die Europäische Union klimaneutral werden (Europäische Kommission 2021c).

Am 14.7.2021 veröffentlichte die EU-Kommission das Fit-for-55-Paket (Fit für 55), mit dem der Europäische Grüne Deal umgesetzt und die ambitionierten Klimaziele für das Jahr 2030 erreicht werden sollen (Europäische Kommission 2021d). Das Paket ist laut der Europäischen Kommission das »umfangreichste Paket von Vorschlägen, das sie im Bereich Klima und Energie je vorgelegt hat« (Europäische Kommission 2021d). Es umfasst unter anderem eine Revision des Europäischen Emissionshandelssystems, die Anpassung von Emissionsstandards für Automobile und Kleintransporter sowie Regelungen zum Klimaschutz in der Luftfahrt.

Für die Internalisierung des Schrottbonus sind insbesondere zwei Instrumente von Bedeutung: Die Revision des EU-ETS (Europäische Kommission 2021e) und die Einführung eines als Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) bezeichneten CO_2-Grenzausgleichssystems (Europäische Kommission 2021a). Diese Instrumente – bzw. deren Veränderungen gegenüber der bestehenden Ausgestaltung – werden im Folgenden analysiert.

[66] Unter Netto-Treibhausgasemissionen ist die Freisetzung von Treibhausgasen abzüglich deren Abbau in Kohlenstoffsenken wie Wäldern zu verstehen.

5.2 Klimapolitische Veränderungen und Stahlschrott

5.2.1 Revision des EU-ETS

Das Fit-for-55-Paket umfasst eine Revision des EU-ETS, die durch eine Revision des EU-ETS für den Luftverkehr (Europäische Kommission 2021f) und der Marktstabilitätsreserve (Europäische Kommission 2021g) ergänzt werden. Für die Internalisierung des Schrottbonus ist in erster Linie die Revision des EU-ETS selbst (Europäische Kommission 2021e) von Bedeutung. Folgende zentrale Anpassungen sind zu nennen.

Verschärfung des Reduktionsziels

Die Reduktion der Netto-Treibhausgasemissionen der EU von 55 Prozent bis 2030 erfordert ein höheres Ambitionsniveau im Emissionshandel. Daher sollen die Treibhausgasemissionen der vom EU-ETS regulierten Aktivitäten bis 2030 um 61 Prozent gegenüber dem Jahr 2005 sinken. Dies entspricht einer deutlichen Verschärfung im Vergleich zum bisherigen Reduktionsziel von 41 Prozent.

Zur Erreichung des Ziels soll der lineare Reduktionsfaktor von derzeit 2,2 Prozent pro Jahr auf 4,2 Prozent pro Jahr angehoben werden. Die Erhöhung des linearen Reduktionsfaktors führt zu einem schnelleren Absinken der Emissionsobergrenze im EU-ETS. Bei Inkrafttreten der Revision soll zudem eine Einmalreduktion der Menge der Zertifikate durchgeführt werden. Damit soll das EU-ETS auf einen Reduktionspfad gebracht werden, der einer linearen Reduktion der Obergrenze von 4,2 Prozent pro Jahr ab 2021 entspricht (Europäische Kommission 2021e, S. 29).

Integration des Schiffsverkehrs

Aktuell deckt das EU-ETS die Treibhausgasemissionen des Schiffsverkehrs nicht ab. Allerdings übersteigen die heutigen Emissionen des Schiffsverkehrs diejenigen des Jahrs 1990 und Analysen der EU-Kommission deuten auf weitere Anstiege bis zum Jahr 2030 hin (Europäische Kommission 2021e, S. 2). Daher schlägt die EU-Kommission vor, den Schiffsverkehr ins Europäische Emissionshandelssystem zu integrieren.

Für Schiffsverkehre innerhalb der EU sollen die zuständigen Unternehmen für 100 Prozent der entstandenen Emissionen Zertifikate erwerben. Für ein- und ausgehenden Schiffsverkehr sind für 50 Prozent der Emissionen Zertifikate zu erwerben (Europäische Kommission 2021e, S. 41). Die Verpflichtung zur Abgabe von Zertifikaten beginnt im Jahr 2023. Im ersten Jahr sind für 20 Prozent der Emissionen Zertifikate vorzuweisen. Dieser wird schrittweise erhöht. Ab 2026 müssen für 100 Prozent der entstandenen Emissionen Zertifikate erworben werden (Europäische Kommission 2021e, S. 42).

Durch die Integration des Schiffsverkehrs in das EU-ETS werden Treibhausgasemissionen, die durch den Transport von Rohstoffen nach Europa entstehen, umfassender bepreist. Dies trägt zur Internalisierung des Schrottbonus bei. Allerdings sind Transporte von aus Drittstaaten gegenüber dem Schiffsverkehr innerhalb Europas bevorzugt, da für erstere nur 50 Prozent der entstehenden Emissionen berücksichtigt werden. Dies wirkt als Wettbewerbsvorteil für Rohstoffimporte aus Drittstaaten.

Schrottbonus im Europäischen Grünen Deal (»European Green Deal«)

Emissionshandel für Straßenverkehr und Gebäude

Treibhausgasemissionen aus fossilen Brennstoffen, die im Straßenverkehr oder in Gebäuden eingesetzt werden, sollen mit einem zweiten Emissionshandelssystem bepreist werden. Das System wird als »separate but adjacent emissions trading« (Europäische Kommission 2021e, S. 3) beschrieben und soll die Ungleichbehandlung von Fernwärme und Elektrofahrzeugen beenden, deren Emissionen bereits vom EU-ETS erfasst sind.

Die Entscheidung, die Emissionen aus Straßenverkehr und Gebäuden mit einem zweiten Emissionshandelssystem zu regulieren und nicht in das bestehende EU-ETS zu integrieren, begründet die EU-Kommission damit, Störungen am gut funktionierenden EU-ETS vermeiden zu wollen (Europäische Kommission 2021e, S. 3). Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass ein für alle Emittenten gleicher CO_2-Preis Treibhausgase effizienter vermeidet als ein fragmentiertes System der Emissionsbepreisung (Böhringer et al. 2006). Allerdings könnte die Integration der wenig preissensiblen Sektoren Straßenverkehr und Gebäude zu einem deutlichen Anstieg des Zertifikatspreises im EU-ETS führen, was wiederum die Gefahr von Carbon Leakage erhöht.

Das Emissionshandelssystem für Straßenverkehr und Gebäude soll im Jahr 2025 starten, ab dem Jahr 2026 beginnt die Verpflichtung, Zertifikate zu erwerben. Anders als im EU-ETS unterliegen nicht diejenigen, die Treibhausgase freisetzen, der Verpflichtung. Stattdessen setzt das zweite Emissionshandelssystem beim Inverkehrbringer der Brennstoffe an (Europäische Kommission 2021e, Annex III).

Die Funktionsweise des Emissionshandelssystems für Straßenverkehr und Gebäude orientiert sich am EU-ETS. Der lineare Reduktionsfaktor soll bei 5,43 Prozent pro Jahr liegen (Europäische Kommission 2021e, S. 54). Die Emissionszertifikate werden vollständig versteigert (Europäische Kommission 2021e, S. 54–55). Die Einnahmen sollen unter anderem zum Abfedern sozialer Härten eingesetzt werden.

Der Emissionshandel für Straßenverkehr und Gebäude integriert weitere Treibhausgasemissionen in ein Emissionshandelssystem. Für die Internalisierung des Schrottbonus hat er eine untergeordnete Bedeutung.

Kostenlose Allokation von Zertifikaten

Eine weitere Veränderung, die die EU-Kommission im Zuge der Revision des EU-ETS vorschlägt, ist die Einführung eines CO_2-Grenzausgleichsmechanismus. Der Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM; Abschnitt 5.2.2) soll als Instrument zum Schutz vor Carbon Leakage dienen und die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechtem ersetzen. Bis zur vollständigen Einführung des CBAM soll die Zuteilung kostenloser Zertifikate reduziert und an zusätzliche Bedingungen geknüpft werden.

Die EU-Kommission schlägt vor, Sektoren von der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten auszunehmen, wenn ihre Produkte vom CBAM erfasst werden. Hierbei ist ein schrittweiser Übergang geplant: Bis 2025 sollen 100 Prozent der vorgesehenen kostenlosen Zuteilungen erfolgen. Im Jahr 2026 soll dieser Anteil auf 90 Prozent gesenkt werden. In den darauffolgenden Jahren soll er weiter um jeweils 10 Prozentpunkte reduziert werden. Damit würden vom CBAM erfasste Wirtschaftszweige ab 2035 keine kostenlosen Zertifikate zugeteilt bekommen (Europäische Kommission 2021e, S. 30).

Die Zuteilung kostenloser Zertifikate an emissionsintensive und dem internationalen Wettbewerb ausgesetzte Wirtschaftszweige erfolgt über ein Benchmark-System (vgl. Abschnitt 4.1). Die maximale Anpassung der Benchmarks soll von 1,6 Prozent auf 2,5 Prozent erhöht werden, um dem technischen Fortschritt Rechnung zu tragen (Europäische Kommission 2021e, S. 30). Darüber hinaus sollen die Definitionen der vom

EU-ETS erfassten Aktivitäten technologieneutraler gestaltet und die Ausgestaltung der Benchmarks überprüft werden. Für die Stahlproduktion schlägt die EU-Kommission vor, den Verweis auf Roheisen (Europäische Kommission 2003) zu streichen und damit alle Eisen- und Stahlprodukte zu berücksichtigen (Europäische Kommission 2021e).

Ein weiterer Vorschlag zur Beschränkung der Zuteilung kostenloser Zertifikate ist an die Energieeffizienzdirektive (Europäische Kommission 2012) geknüpft. So sollen Anlagen, die der Pflicht zur Durchführung von Energieaudits[7] unterliegen, kostenlose Zertifikate nur dann vollständig zugeteilt werden, wenn die Empfehlungen dieser Audits umgesetzt werden. Dies gilt, wenn die Investitionskosten verhältnismäßig sind und einen Amortisationszeitraum von fünf Jahren nicht überschreiten. Alternativ können die Betreiber nachweisen, dass sie mit anderen Maßnahmen äquivalente Treibhausgaseinsparungen erreicht haben. Falls diese Bedingungen nicht erfüllt sind, soll die Zuteilung kostenloser Zertifikaten um 25 Prozent gesenkt werden (Europäische Kommission 2021e, S. 45).

Die Vorschläge zur kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten zeigen, dass das CBAM die Zuteilung kostenloser Zertifikate ablösen und nicht ergänzen soll. Die Veränderungen an Benchmarks und Definitionen der Produkte deuten ebenfalls auf eine Reduktion der kostenlosen Zuteilung hin. Des Weiteren soll die Vergabe von Zertifikaten an Bedingungen geknüpft werden, die weitere Anreize zum Klimaschutz schaffen sollen.

5.2.2
Carbon Border Adjustment Mechanism

Wie bereits skizziert, plant die Europäische Kommission, die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten durch den CO_2-Grenzausgleichsmechansimus CBAM zu ersetzen (Europäische Kommission 2021a). Die EU-Kommission begründet dies damit, dass die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten die Wirksamkeit des Preissignals einschränke (Europäische Kommission 2021a, S. 5).

Klimapolitik setzt Anreize für treibhausgasarme Produktionsprozesse, die – zumindest kurz- und mittelfristig – mit höheren betriebswirtschaftlichen Kosten verbunden sind. Unternehmen in Regionen ohne (ambitionierte) Klimapolitik entstehen diese Kosten nicht. CO_2-Grenzausgleichsmechanismen sollen diese Ungleichbehandlung kompensieren (Ismer und Neuhoff 2007). Dazu sollen die CO_2-Emissionen importierter Produkte bepreist und/oder die Klimaschutzkosten inländischer Produkte beim Export ausgeglichen werden. Der CBAM wäre der erste in der Praxis umgesetzte CO_2-Grenzausgleichsmechanismus.

Anreizwirkungen und WTO-Konformität von CO_2-Grenzausgleichsmechanismen

In der wissenschaftlichen Literatur werden CO_2-Grenzausgleichsmechanismen intensiv diskutiert. Zwei Forschungsfragen stehen dabei im Mittelpunkt. Zum einen die Vereinbarkeit von CO_2-Grenzausgleichsmechanismen mit den Regeln der Welthandelsorganisation WTO (Holzer 2014; Monjon und Quirion 2011); eine Herausforderung, der der Vorschlag der EU-Kommission Rechnung trägt (Europäische Kommission 2021a, S. 5). Zum anderen die ökonomischen Anreizwirkungen von CO_2-Grenzausgleichsmechanismen (Branger und Quirion 2014). Hierbei wird insbesondere untersucht, wie sich die Ausgestaltung eines

[7] Die Energieaudits »sollten die einschlägigen europäischen oder internationalen Normen wie etwa EN ISO 50001 (Energiemanagementsysteme) oder EN 16247-1 (Energieaudits) oder — wenn ein Energieaudit einbegriffen ist — EN ISO 14000 (Umweltmanagementsysteme) berücksichtigen« (Europäische Kommission 2012).

CO_2-Grenzausgleichsmechanismus auf Carbon Leakage und Produktion in energieintensiven Wirtschaftszweigen auswirkt. Im Folgenden werden Studien diskutiert, welche die ökonomischen Anreizwirkungen von CO_2-Grenzausgleichsmechanismen untersuchen. Hierbei handelt es sich in der Regel um ökonomische Simulationsstudien. Diese Modelle erlauben eine Analyse von CO_2-Grenzausgleichsmechanismen vor deren Einführung in der Praxis.

Kuik und Hofkes (2010) untersuchen die Effekte eines CO_2-Grenz-ausgleichsmechanismus im Stahl- und Zementsektor. Ihre ökonomischen Modellrechnungen deuten an, dass CO_2-Grenzausgleichsmechanismus Carbon Leakage deutlich reduzieren könnte und dass der Stahlsektor stärker profitiert als die Zementproduktion.

Monjon und Quirion (2010) untersuchen verschiedene Ausgestaltungsoptionen für einen CO_2-Grenzausgleichsmechanismus auf deren WTO-Konformität und deren ökonomischen Wirkungen. Dabei betrachten sie die Herstellung von Stahl, Aluminium und Zement sowie den Stromsektor. Um CO_2-Grenzausgleichsmechanismen mit den Regeln der WTO in Einklang zu bringen, muss die Nichtdiskriminierung sichergestellt sein: Importeure dürfen nicht stärker belastet werden als inländische Unternehmen. Monjon und Quirion (2010) schlagen vor, Benchmarks für CO_2-Emissionen zugrunde zu legen, falls die Messung von Emissionen bei Importeuren mit unverhältnismäßigen Kosten verbunden sein sollte. Dazu könnten die Benchmarks genutzt werden, die zur Bestimmung der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten zum Einsatz kommen. Monjon und Quirion (2010) weisen darauf hin, dass die Berücksichtigung von indirekten Emissionen (insb. aus der Stromerzeugung) mit methodischen Herausforderungen verbunden ist. Darüber hinaus merken sie an, dass Ausnahmen für Länder mit eigener Klimapolitik notwendig seien, um eine doppelte Bepreisung von Emissionen zu vermeiden und die Gleichbehandlung sicherzustellen.

Die ökonomischen Modellrechnungen von Monjon und Quirion (2011) zeigen an, dass CO_2-Grenzausgleichsmechanismen zu einer Reduktion des Carbon Leakage führen. Ihre Ergebnisse zeigen, dass ein CO_2-Grenzausgleichsmechanismus die Abwanderung treibhausgasintensiver Wirtschaftszweige – im Vergleich zur vollständigen Auktion der Emissionsrechte ohne Kostenausgleich - um mindestens 50 Prozent senkt. Die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten hat einen begrenzten Einfluss auf Carbon Leakage. Darüber hinaus setzt ein CO_2-Grenzausgleichsmechanismus Anreize für die Emissionsreduktion außerhalb Europas. Unternehmen in Drittstaaten können zu niedrigeren Kosten in die EU exportieren, wenn sie klimafreundlich produzieren. Die Berücksichtigung von Exporten stärkt die Wirksamkeit des CO_2-Grenzausgleichsmechanismus. Die Produktion energieintensiver Güter sinkt im Vergleich zur Zuteilung kostenloser Zertifikate, da die Preise CO_2-intensiver Produkte steigen.

Bendnar-Friedl (2012) arbeiten heraus, dass Wirtschaftszweige, in denen Prozessemissionen auftreten, stärker von CO_2-Grenzausgleichsmechanismen profitieren als Industrien, deren Emissionen allein energiebedingt sind. Prozessemissionen können in der Regel nur mit deutlich größerem Aufwand reduziert werden als energiebedingte Emissionen, die durch alternative Energieträger vermieden werden können.

Ökonomische Modellrechnungen zeigen, dass CO_2-Grenzausgleichsmechanismen zu einer stärkeren Reduktion von Carbon Leakage führen als die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten. Dabei spielt ihre Ausgestaltung eine entscheidende Rolle. Je umfassender der CO_2-Grenzausgleichsmechanismus, desto effektiver kann er die Abwanderung CO_2-intensiver Wirtschaftszweige begrenzen (Branger und Quirion 2014). Gleichzeitig steigen Komplexität und Kosten der Umsetzung, je umfassender ein CO_2-

Grenzausgleichsmechanismus Emissionen bepreist. Ferner muss sichergestellt werden, dass er kompatibel zu den Regeln der WTO ausgestaltet wird.
Nicht zuletzt besteht die Gefahr, dass die Einführung eines CO_2-Grenzausgleichsmechanismus als protektionistisches statt als klimapolitisches Instrument wahrgenommen wird und zu Konflikten mit wichtigen Handelspartnern führt. In diesem Spannungsfeld bewegt sich die Europäische Union in der Ausgestaltung des CBAM.

Ausgestaltung des Carbon Border Adjustment Mechanism

Der von der EU-Kommission vorgeschlagene Grenzausgleichsmechanismus ist ein an das EU-ETS angelehntes System der Treibhausgas-Bepreisung. Er soll äquivalente CO_2-Preise für inländische und importierte Produkte sicherstellen (Europäische Kommission 2021a, S. 16). Unternehmen müssen für die direkten Treibhausgasemissionen, die bei der Fertigung ihrer nach Europa exportierten Produkte entstehen, Emissionsrechte nachweisen (»CBAM-Zertifikate«). Die CBAM-Zertifikate werden verkauft, eine kostenlose Zuteilung ist nicht vorgesehen. Der Preis der CBAM-Zertifikate entspricht dem durchschnittlichen Wochenpreis des EU-ETS (Europäische Kommission 2021a, S. 37). Eine quantitative Beschränkung der CBAM-Zertifikate ist, anders als im EU-ETS, nicht vorgesehen (Europäische Kommission 2021a, S. 17). Die CBAM-Zertifikate sollen gehandelt und – in begrenztem Umfang – an die EU zurückverkauft werden können. Sie verlieren nach zwei Jahren ihre Gültigkeit. Dadurch wird vermieden, dass Importeure heute CBAM-Zertifikate in großem Umfang beschaffen und sich vor steigenden Preisen in der Zukunft absichern können. Im Herkunftsland gezahlte CO_2-Preise (CO_2-Steuern, Emissionshandelssysteme) können abgezogen werden. Dadurch wird eine Doppelbelastung von Importen vermieden.

Die Menge der abzugebenden Zertifikate soll den tatsächlich bei der Produktion der Importe freigesetzten direkten Emissionen entsprechen. Sollte dies für einzelne Importeure nicht möglich sein, dann sollen Standardwerte angesetzt werden, bei denen auch eine regionale Differenzierung möglich sein soll. Diese Standardwerte sollen von der EU-Kommission auf Basis der besten verfügbaren Daten festgelegt werden.

Indirekte Emissionen werden nicht vom CBAM erfasst. Die Rückerstattung von Kosten des Klimaschutzes beim Export ist ebenfalls nicht vorgesehen. Die Berücksichtigung indirekter Emissionen sowie die Erweiterung des CBAM um zusätzliche Produkte sollen vor Einführung der Abgabepflichten 2026 geprüft werden (Europäische Kommission 2021a, S. 42). Bis 2025 sollen Importeure verpflichtet werden, über die Treibhausgasemissionen Bericht zu erstatten, die bei der Fertigung der importierten Güter freigesetzt werden.

Die Auswahl der vom CBAM berücksichtigten Produkte orientiert sich an den vom EU-ETS erfassten Anlagen. Er deckt Zement, Elektrizität, Düngemittel und Aluminium teilweise ab. Darüber hinaus sind Eisen und Stahl sowie Waren aus Eisen oder Stahl[8] vom CBAM betroffen.

Ausnahmen sind für Produkte der (Petro-)Chemie vorgesehen, da die Kuppelproduktion verschiedener Erzeugnisse in diesen Wirtschaftszweigen eine eindeutige Zuordnung von Emissionen zu Produkten schwierig macht. Bei Eisen und Stahl sieht das CBAM Ausnahmen vor. Schrotte und Ferrolegierungen sollen nicht berücksichtigt werden, da ihre Produktion nicht mit nennenswerten Emissionen verbunden sei (Europäische Kommission 2021a, S. 20). Während diese Argumentation für Schrotte stichhaltig

[8] Die Definitionen der Gütergruppen basieren auf der Kombinierte Nomenklatur (KN) der Europäischen Union. Eisen und Stahl fallen unter das Kapitel 72, Waren aus Eisen oder Stahl unter das Kapitel 73 (Europäische Kommission 2020).

erscheint, ist sie für Ferrolegierungen nicht plausibel. So sind mit der Produktion einer Tonne Ferronickel Treibhausgasemissionen von 9 bis 17 t CO_2 verbunden (Fraunhofer UMSICHT 2010; Haque und Norgate 2013). Die begleitende Gesetzesfolgenabschätzung weist allerdings auf Probleme durch die Heterogenität der Ferrolegierungen und fehlende Benchmark-Daten aus dem EU-ETS hin (Europäische Kommission 2021b, S. 76).

Das Joint Research Centre der EU-Kommission schätzt, dass durch den CBAM ab 2026 Einnahmen in Höhe von 1,5 Mrd. Euro pro Jahr entstehen. Die Einnahmen sollen bis 2030 auf 2,1 Mrd. Euro pro Jahr ansteigen (Europäische Kommission 2021a, S. 58). Die Einnahmen sind zur Rückzahlung des Corona-Rettungspakets NextGenerationEU eingeplant.

CBAM und Stahlschrott

Der Carbon Border Adjustment Mechanism könnte die Nachteile ausgleichen, die energieintensive Industrien in Europa im Wettbewerb mit Konkurrenten haben, die weniger ambitionierter klimapolitscher Regulierung unterliegen. Im Stahlsektor werden vor allem Importe von Produkten aus integrierten Stahlwerken belastet, deren Treibhausgasemissionen überwiegend direkter Natur sind. Produkte aus Elektrostahlwerken, deren Emissionen vor allem in der Stromerzeugung anfallen, werden kaum zusätzlich belastet.

Durch die Bepreisung von Emissionen bei der Fertigung importierten Stahls erzeugt das CBAM Anreize zum Klimaschutz in der Stahlproduktion und damit für den Schrotteinsatz in Drittstaaten. Diese Anreize wirken sowohl innerhalb (zusätzlicher Schrotteinsatz zur Senkung der direkten Emissionen im integrierten Stahlwerk) als auch zwischen den Verfahrensrouten. Bei Importen wird damit der Schrottbonus besser internalisiert.

5.2.3 Zeitplanung

Im Fit-for-55-Paket hat die EU-Kommission umfangreiche Anpassungen an der bisherigen europäischen Klimapolitik vorgeschlagen, um die Zielvorgabe des Pariser Abkommens zu erreichen (Europäische Kommission 2021d). Die Umsetzung dieser Anpassungen erstreckt über mehr als zehn Jahre. Abb. 09 gibt einen Überblick über die Zeitplanung für ausgewählte Elemente des Fit-for-55-Pakets. Sie hängt allerdings davon ab, wie lange die Verhandlungen der europäischen Institutionen über die Einführung des Pakets dauern.

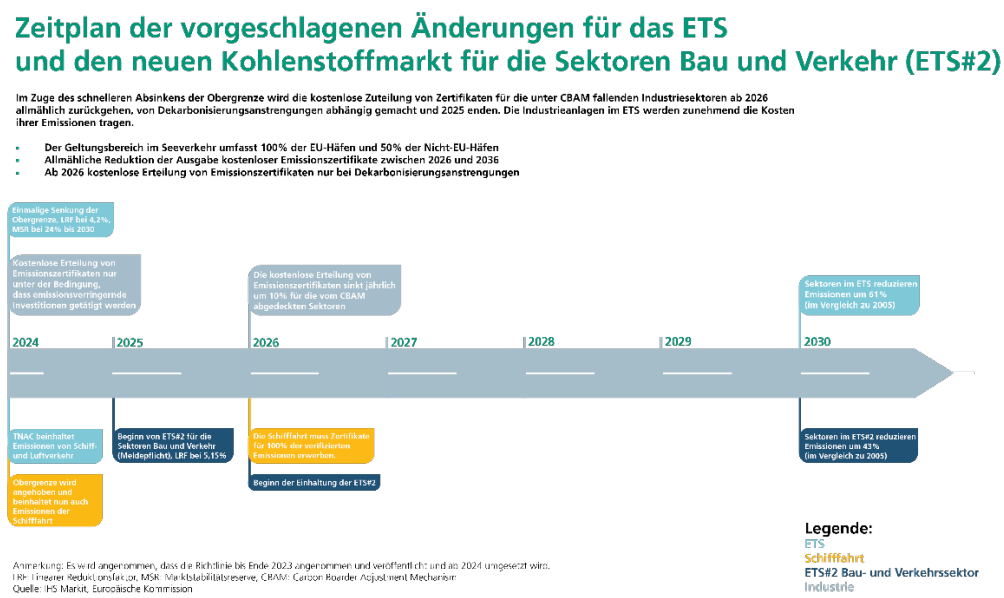


Abb. 09: Möglicher Zeitplan für die Umsetzung des Fit-for-55-Pakets.
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brooks (2021)

(Eine vergrößerte Darstellung der Abbildung 09 befindet sich im Anhang auf Seite 48.)

Im Jahr **2023** wird der Schiffsverkehr in das EU-ETS integriert. Im ersten Jahr sind die betroffenen Unternehmen verpflichtet, für 20 Prozent ihrer Emissionen Zertifikate abzugeben. Die Emissionsobergrenze des EU-ETS wird angepasst, um der Integration des Schiffsverkehrs Rechnung zu tragen. Darüber hinaus beginnt im CBAM ab 2023 die Berichtspflicht für Emissionen, die in Importen in die EU enthalten sind.

2024 könnte – je nachdem wie lange die Verhandlungen über die Einführung des Fit-for-55-Pakets dauern – die Einmalreduktion der Emissionsobergrenze des EU-ETS durchgeführt und der lineare Reduktionsfaktor auf 4,2 Prozent erhöht werden. Darüber hinaus könnte das Verknüpfen der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten an Bedingungen (Umsetzung von Empfehlungen von Energieaudits) beginnen.

Das Emissionshandelssystem für Straßenverkehr und Gebäude nimmt im Jahr **2025** seinen Betrieb auf, allerdings noch ohne die Verpflichtung, Zertifikate nachzuweisen (»Compliance«). Die Inverkehrbringer der fossilen Brennstoffe unterliegen ab 2025 einer Berichtspflicht.

Eine Reihe von Änderungen sind für **2026** geplant. Im Emissionshandelssystem für die Sektoren Straßenverkehr und Gebäude startet 2026 die Compliance. Im gleichen Jahr beginnt die Verpflichtung, CBAM-Zertifikate zu erwerben. Der Schiffsverkehr soll 2026 für 100 Prozent seiner relevanten Treibhausgasemissionen Zertifikate nachweisen. Darüber hinaus beginnen die Reduktion der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten. Sie erfolgt in jährlichen Schritten von zehn Prozentpunkten. Nach aktuellen Regelungen startet 2026 die zweite Benchmark-Periode der vierten Phase des EU-ETS.

Im Jahr **2030** sind die Hauptziele des Fit-for-55-Paktes zu erreichen. Die Emissionen im EU-ETS sollen um 61 Prozent gegenüber dem Jahr 2005 sinken, die im Emissionshandel für Straßenverkehr und Gebäude um 43 Prozent. Insgesamt sollen die Treibhausgasemissionen Europas um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 fallen. Im Jahr **2035** endet die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten an Wirtschaftszweige, deren Produkte vom CBAM erfasst sind.

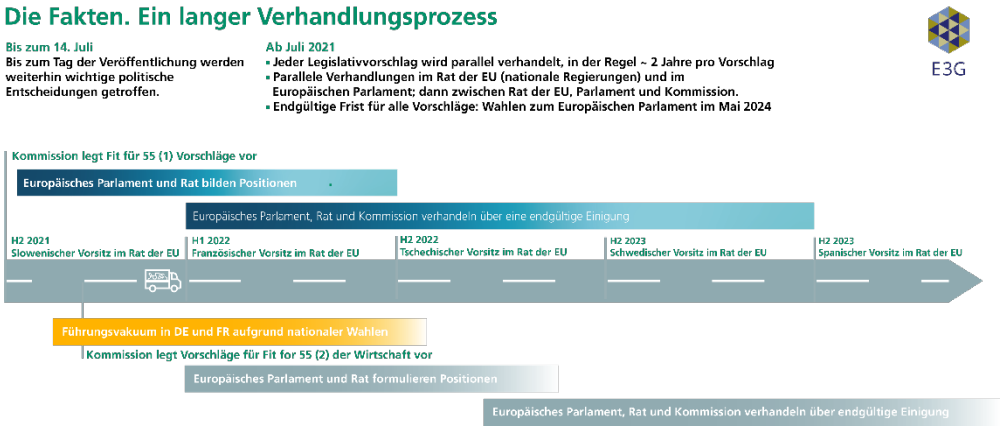


Abb. 10: Möglicher Zeitplan für die Verhandlungen des Fit-for-55-Pakets.
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dufour (2021)

(Eine vergrößerte Darstellung der Abbildung 10 befindet sich im Anhang auf Seite 49.)

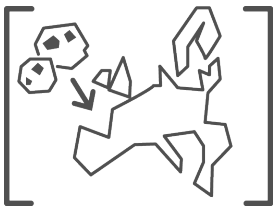
In Anbetracht von Umfang, Komplexität und Ambitionsniveau des Fit-for-55-Pakets ist mit langwierigen Verhandlungen zwischen der Europäischen Kommission, dem Europäischen Parlament und den Mitgliedsstaaten zu rechnen. Sowohl der CBAM als auch der Emissionshandel für Straßenverkehr und Gebäude dürfte zu großen Konflikten führen, nicht zuletzt zwischen einzelnen Mitgliedsstaaten. Dufour (2021) erwartet einen Verhandlungsprozess, der sich über zwei bis drei Jahre erstreckt. Als letztendliche Deadline für das Fit-for-55-Paket benennt Dufour (2021) die Wahl zum Europäischen Parlament im Mai 2024. Abb. 10 illustriert einen möglichen Zeitplan für die Verhandlungen.

5.3 Implikationen für die Lücken im EU-ETS

Mit dem Fit-for-55-Paket hat die Europäische Kommission ein umfangreiches und ambitioniertes Klimaschutzprogramm vorgeschlagen. Für die Internationalisierung des Schrottbonus stellt sich die Frage: Inwieweit trägt das Paket dazu bei, die zuvor identifizierten Lücken des Europäischen Emissionshandelssystems zu schließen? Und welche Lücken verbleiben, die einen fairen Wettbewerb zwischen den Rohstoffen der Stahlerzeugung behindern?

Es ist nicht vorgesehen, den **Bergbau** in das EU-ETS zu integrieren. Der Einsatz von fossilen Brennstoffen in der Rohstoffförderung wird auch vom Emissionshandel für Straßenverkehr und Gebäude nicht erfasst. Treibhausgasemissionen, die bei der Förderung von Erzen und Kohle erstehen, werden somit weiterhin nicht bepreist.

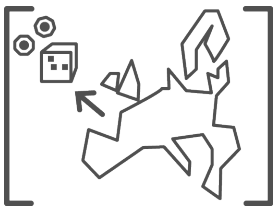
Beim **Import von Rohstoffen und Vorprodukten** bleibt eine Lücke in der europäischen Klimapolitik. Der Bergbau ist nicht Teil des EU-ETS und wird dementsprechend auch nicht vom CBAM erfasst. Ferrolegierungen, deren Weiterverarbeitung zum Teil mit erheblichen Treibhausgasemissionen verbunden ist, sind explizit ausgenommen. Der Schrotteinsatz bleibt somit benachteiligt.

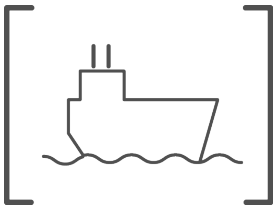


Schrottbonus im Europäischen Grünen Deal (»European Green Deal«)

Der Schrottbonus wird bei importiertem Stahl durch das CBAM berücksichtigt. Diese Berücksichtigung beginnt schrittweise ab 2026. Der CBAM bepreist die direkten Emissionen der Stahlherstellung außerhalb Europas. Dieser erzeugt Anreize zum Schrotteinsatz, denn durch einen größeren Schrotteinsatz in der Hochofenroute und durch schrottbasierte Elektrostahlproduktion werden Emissionen und damit Kosten des CBAM eingespart. Diese Anreize sind nicht vollständig: Indirekte Emissionen aus fossiler Stromerzeugung, Bergbau und Herstellung von Vorprodukten werden nicht berücksichtigt. Das CBAM schließt die Lücke beim **Import von Stahl** somit nur teilweise.

Der **Export von Stahl und Schrott** bleibt vom CBAM unberücksichtigt. Europäischer Stahl, in dessen Produktion der Schrottbonus zumindest teilweise berücksichtigt wird, hat weiterhin einen Wettbewerbsnachteil auf Weltmärkten. Beim Export von Schrotten in Regionen ohne ambitionierte Klimapolitik wird der Schrottbonus weiterhin nicht internalisiert.





Der **Transport** wird umfassender von der europäischen Klimapolitik berücksichtigt. Der Schiffsverkehr ist als Teil des EU-ETS vorgesehen, der Straßenverkehr einem separaten Emissionshandelssystem unterworfen. Benachteiligungen für den Schrott bleiben allerdings bestehen. So werden die Emissionen des Erztransports nach Europa auf dem Seeweg nur zur Hälfte vom EU-ETS berücksichtigt.

*Die auf Seite 33 und Seite 34 eingesetzten Icons stammen aus eigener Darstellung.

6
Instrumente zur Internalisierung des Schrottbonus

Die Analyse des Fit-for-55-Pakets zeigt, dass der Schrottbonus trotz der umfangreichen Revision des klimapolitischen Instrumentariums Europas nicht vollständig im Europäischen Emissionshandel (EU-ETS) und Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) berücksichtigt wäre. In diesem Abschnitt werden konkrete Vorschläge für eine vollständigere Internalisierung des Schrottbonus erarbeitet.

Durch einen globalen CO_2-Preis würden die Klimaschutzvorteile des Schrotteinsatzes vollständig internalisiert. Emissionen würden mit einem Preis versehen, unabhängig davon wo und in welchem Wirtschaftszweig sie entstehen (Fraunhofer IMWS 2019). Damit würde der Schrotteinsatz – im Vergleich zum Einsatz von Erzen – günstiger. Trotz der Bemühungen aus Wissenschaft (Nordhaus 2015) und Politik, sich zumindest zwischen großen Emittenten auf eine harmonisierte Klimapolitik zu einigen, bleibt diese ökonomisch wie ökologisch optimale Lösung unrealistisch.

In der Ausgestaltung des CBAM ist mit Restriktionen zu rechnen. Dies betrifft die Berücksichtigung von indirekten Emissionen oder dem von Exporten. Der Aufwand, Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette nachprüfbar und fälschungssicher aufzuzeichnen, erscheint derzeit zu hoch. Bei der Anwendbarkeit von CO_2-Grenzausgleichsmechanismen bestehen weiterhin rechtliche Unsicherheiten und die Gefahr von Handelskonflikten.

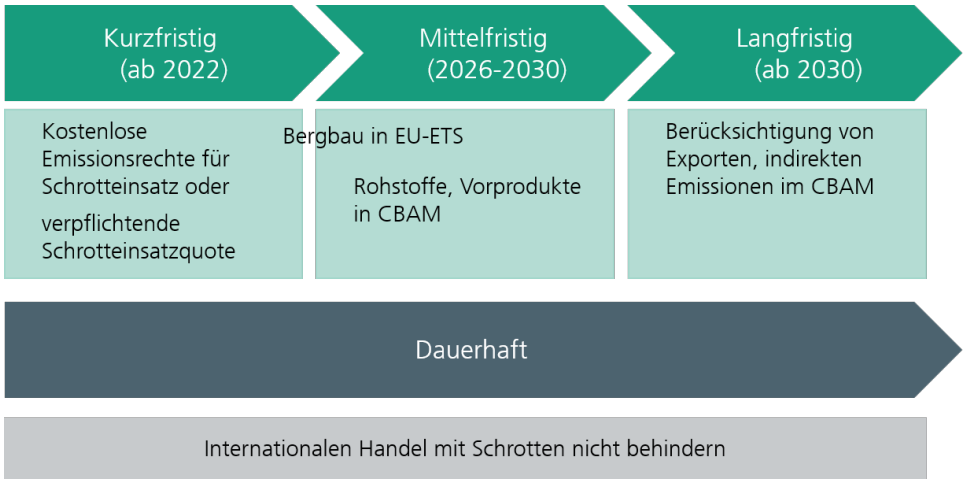


Abb. 11: Übersicht über die Instrumente zur Internalisierung des Schrottbonus.
Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 11 zeigt die im folgenden dargestellten Optionen zur weitergehenden Internalisierung des Schrottbonus. Sie zielen darauf ab, die ökonomisch sinnvolle Integration der Vorteile des Schrotteinsatzes in den Preismechanismus im Rahmen der aktuellen Restriktionen zu erreichen. Sie sollen den Schrottbonus konkret umsetzen.

Die Instrumente können in vier Kategorien eingeteilt werden. Als kurzfristige Übergangsinstrumente werden die Kopplung der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten an den Schrottbonus und die Einführung verpflichtender Schrotteinsatzquoten diskutiert. Mittelfristig, mit der Revision des EU-ETS und Einführung des CBAM, sollten die CO_2-Emissionen im Bergbau und in der Herstellung von Vorprodukten der Stahlherstellung bepreist werden. Dafür sollte der Bergbau in das EU-ETS integriert und Primärrohstoffe sowie Vorprodukte der Stahlherstellung in das

CBAM aufgenommen werden. Langfristig sollte die Erweiterung des CBAM um indirekte Emissionen und Exporte geprüft werden. Der freie Handel mit Schrotten sollte weder kurz noch langfristig behindert werden.

Zuteilung von kostenlosen Zertifikaten an Schrotteinsatz koppeln

Bei der Internalisierung des Schrottbonus verbleiben kurz- und mittelfristig Lücken. Im CBAM soll die Pflicht zum Nachweis von Zertifikaten 2026 beginnen. Bis dahin bleiben Marktverzerrungen zulasten des Rohstoffs Schrott bestehen, z.B. durch die fehlende Bepreisung von Treibhausgasemissionen in importierten Stählen. Eine Erweiterung des CBAM auf indirekte Emissionen erscheint in dieser Dekade unwahrscheinlich. Darüber hinaus sind unter aktuellen politisch-ökonomischen Rahmenbedingungen weder ein globaler CO_2-Preis noch ein vollständiger Ausgleich von Wettbewerbsnachteilen außerhalb Europas realistisch. Ein dezidiertes Instrument könnte dazu beitragen, die Lücken in der Internalisierung des Schrottbonus zu überbrücken.

Mit der Revision des EU-ETS soll die vollständige Zuteilung kostenloser Emissionsrechte an Bedingungen wie die Umsetzung der Empfehlungen von Energieaudits geknüpft werden (Europäische Kommission 2021e). Dieser Vorschlag kann als Ansatz interpretiert werden, über die Zuteilung von Emissionsrechten weitere Anreize zum Klimaschutz zu schaffen. Dieser Ansatz könnte aufgegriffen werden, um ein Übergangsinstrument zur Internalisierung des Schrottbonus zu entwickeln: Die Verknüpfung der Zuteilung kostenloser Zertifikate mit dem Schrotteinsatz. Die in der Revision des EU-ETS vorgesehene Kopplung der Zuteilung an Kriterien könnte um das Erreichen einer Schrotteinsatzquote erweitert werden. Als Schrotteinsatzquote wird hier das Verhältnis von Schrotteinsatz zur Ausbringungsmenge verstanden. Die zu erreichende Schrotteinsatzquote könnte zwischen Elektrostahlwerken und integrierten Stahlwerken variiert werden, um deren technischen Restriktionen Rechnung zu tragen. Sie könnten berechnet werden, indem die Lieferungen externen Schrotts der Stahlrecyclingunternehmen durch die produzierten Stahlmengen geteilt werden.[9]

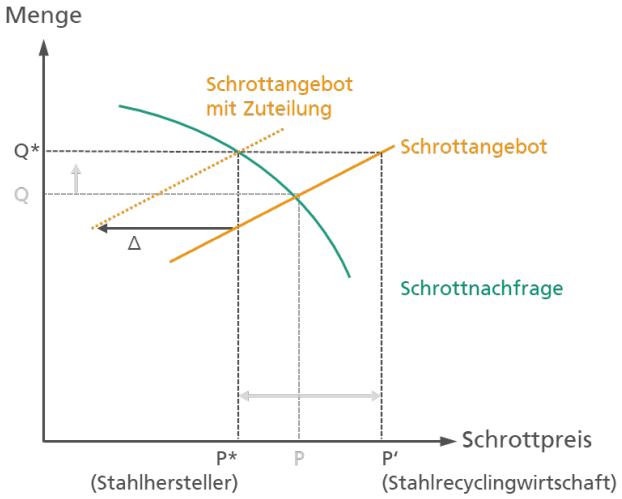


Abb. 12: Wirkungsweise an den Schrotteinsatz gekoppelter, kostenlos zugeteilter Emissionsrechte auf den Schrottmarkt.
Quelle: Eigene Darstellung

[9] Interner Schrott sollte nicht in die Berechnung der Einsatzquote fallen, um keine Anreize für die Produktion von Ausschuss zu erzeugen.

Abb. 12 illustriert, wie sich die Zuteilung kostenloser Zertifikate auf den Schrotteinsatz auswirkt. Die horizontale Achse zeigt den Schrottpreis, die vertikale Achse die Menge. Die Schrottnachfrage ist durch die grüne Kurve abgebildet. Sie sinkt mit steigendem Schrottpreis. Wenn der Schrottpreis relativ zum Preis von Erz ansteigt, werden die Stahlhersteller verstärkt Erze einsetzen. Die orangefarbene Linie stellt das Schrottangebot dar. Je höher der Schrottpreis, desto höher ist das Schrottangebot. So machen höhere Preise aufwändigere Verfahren zur Sammlung, Sortierung und Aufbereitung von Schrotten wettbewerbsfähig. Der Markt befindet sich im Gleichgewicht, wenn sich Angebot und Nachfrage entsprechen. Dies ist beim Preis P und der Menge Q der Fall.

Die Verknüpfung der Zuteilung kostenloser Zertifikate stellt einen geldwerten Vorteil dar, der mit dem Schrotteinsatz verbunden ist. Der Umfang dieses Vorteils hängt von der konkreten Ausgestaltung und von der Höhe des CO_2-Preises im EU-ETS ab. Er wird in Abb. 12 mit Δ bezeichnet. Aus Sicht der Schrottnachfrager verschiebt der geldwerte Vorteil die Angebotskurve nach links. Der Schrotteinsatz wird also für die Stahlhersteller günstiger. Dadurch erhöht sich die Nachfrage nach Schrott und die eingesetzte Menge steigt von Q auf Q*. Der geldwerte Vorteil der Zuteilung von Emissionsrechten steigert also den Schrotteinsatz.

Der Schrottpreis, der in der Ausgangssituation bei P lag, verändert sich durch den geldwerten Vorteil kostenloser Emissionsrechte ebenfalls. Aus Sicht der Stahlwerke (Nachfrage) stellt sich ein niedrigerer Preis P* ein. Der Preis aus Sicht der Anbieter, d. h. der Stahlrecyclingwirtschaft, liegt bei P' und damit über dem Preis in der Ausgangssituation (P). Der Unterschied zwischen P* und P' ist Δ, also der geldwerte Vorteil der kostenlos zugeteilten Emissionsrechte.

Abb. 12 zeigt, dass die Verknüpfung von Schrotteinsatz und kostenlosen Zertifikaten einen Anreiz setzt, der die zirkuläre Wirtschaft fördert und Treibhausgasemissionen einspart. Dadurch könnte die Internalisierung des Schrottbonus unterstützt werden, solange Primärrohstoffe und Vorprodukte der Stahlherstellung in EU-ETS und CBAM nicht vollständig berücksichtigt sind.

Positive Anreize sind besser als verpflichtende Schrotteinsatzquoten

Eine verpflichtende Schrotteinsatzquote kann die Nutzung von Schrott als Rohstoff der Stahlherstellung anregen. Dazu würde ein Mindestanteil von Schrotten im Rohstoffmix der Stahlherstellung gesetzlich festgelegt. Eine verpflichtende Quote könnte entweder technologiespezifisch für jedes Stahlwerk oder für den Stahlsektor insgesamt implementiert werden. Letzteres wäre ökonomisch effizienter, da der Schrotteinsatz dort erfolgen würde, wo er den größten wirtschaftlichen Beitrag liefert.

Ein System mit handelbaren Recyclingzertifikaten könnten die Erfüllung der Quote nachweisen. Ein solches System wird für Verpackungsmaterialien in Großbritannien eingesetzt. Mit »Packaging Recovery Notes« müssen Unternehmen nachweisen, dass der Rohstoffmix ihrer Verpackungen den vorgegebenen Anteil an Sekundärrohstoffen beinhaltet. Die Packaging Recovery Notes werden von akkreditierten Wiederaufbereitern ausgegeben und sind frei handelbar. Importierte Produkte und importierte Verpackungsmaterialien sind zur Einreichung von Packaging Recovery Notes verpflichtet (Matsueda und Nagase 2012).

Verpflichtende Schrotteinsatzquoten legen eine Untergrenze für den Anteil von Schrott im Rohstoffmix fest. Liegen diese oberhalb des Niveaus, das ohne sie erreicht wird, erhöhen sie die Schrottnachfrage. Diese Nachfragesteigerung löst wiederum eine Erhöhung des relativen Schrottpreises aus. Verpflichtende Schrotteinsatzquoten wirken damit indirekt auf die Internalisierung des Schrottbonus (Fraunhofer IMWS 2019).

Verpflichtende Schrotteinsatzquoten setzen nicht direkt an den Emissionen der Stahlherstellung an, sondern am Schrottanteil im Rohstoffmix. Eine Kopplung der Anreize an den CO_2-Preis in Europa ist nicht sichergestellt. Bei verpflichtenden Schrotteinsatzquoten sollte eine Gleichbehandlung von importiertem und europäischem Stahl angestrebt werden. Im Gegensatz zur Kopplung der Zuteilung kostenloser Zertifikate an den Schrotteinsatz, gingen sie mit einer Belastung der Stahlhersteller in Europa einher. Darüber hinaus bedeuten verpflichtende Schrotteinsatzquoten einen stärkeren Markteingriff als ein Anreizsystem, welches den Schrotteinsatz mit geldwerten Vorteilen fördert. Darum ist ein positiver Anreiz für den Schrotteinsatz aus volkswirtschaftlicher Sicht zu bevorzugen.

Bergbau in das EU-ETS integrieren

Treibhausgasemissionen im Bergbau werden nicht vom EU-ETS erfasst. Die Revision des EU-ETS sieht nicht vor, die Freisetzung von Treibhausgasen im Bergbau in den Emissionshandel zu integrieren. Somit bleiben sowohl die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger (vgl. Farjana et al. 2019 für einen Überblick) als auch weitere Treibhausgasemissionen wie die Methanfreisetzung im Kohlenbergbau (Burchart-Korol et al. 2016) ohne Preis. Dies stellt eine Verzerrung des Wettbewerbs zulasten des Rohstoffs Schrott dar.

Ökobilanzen quantifizieren Umfang und Zusammensetzung der Emissionen im Bergbau. Ferreira und Leite (2015) schätzen die Treibhausgasemissionen eines Eisenerz-Tagebaus in Brasilien auf 13,3 kg CO_2-äq. pro Tonne konzentriertem Erz. Die Stromerzeugung ist mit 32 Prozent für den größten Anteil dieser Emissionen verantwortlich. Etwa 21 Prozent entfallen auf Bagger, Lastwagen und andere dieselbetriebene Fahrzeuge. Haque und Norgate (2013) ermitteln Emissionen des Eisenerzbergbaus in Australien von 11,9 kg CO_2-äq. pro Tonne Erz. Etwa die Hälfte dieser Emissionen wird beim Verladen und beim Transport der Erze innerhalb der Mine freigesetzt. Zusätzliche Treibhausgasemissionen entstehen durch den Sprengstoffeinsatz. Gan und Griffin (2018) ermitteln Emissionen zwischen 35 und 39 kg CO_2-äq. pro Tonne Erz im Tagebau in China. Die höheren Emissionen führen sie darauf zurück, dass die Eisenerze in China tiefer unter der Oberfläche liegen und weniger konzentriert sind als in Australien. Etwa 67 Prozent der Treibhausgasemissionen entfallen auf Verladung und Transport der Erze. Darüber hinaus identifizieren Gan und Griffin (2018) den Verlust von Vegetation als Treibhausgasquelle.

Das Fit-for-55-Paket bietet zwei Optionen zur Integration des Bergbaus in den Emissionshandel. Einerseits könnten Bergbauoperationen in Europa zur Teilnahme am EU-ETS verpflichtet werden. Andererseits könnte der Einsatz von fossilen Treibstoffen im Bergbau Teil des Emissionshandelssystems für Straßenverkehr und Gebäude werden. Für die zweite Option spricht, dass sie mit geringen regulatorischen Herausforderungen für die Bergbauunternehmen verbunden wäre, da das System an der Inverkehrbringung fossiler Brennstoffe ansetzt. Die relativ geringe Zahl von Bergbaustandorten in Europa schränkt die Bedeutung der Umsetzungskosten ein. Für die Integration ins EU-ETS spricht, dass andere Emissionsquellen wie die Methanfreisetzung oder Sprengstoffe berücksichtigt werden können. Außerdem wird es möglich, die Emissionen von importierten Rohstoffen im CBAM zu bepreisen, denn das CBAM erfasst nur Produkte, die vom EU-ETS berücksichtigt werden.

Die Einbeziehung des Bergbaus in Europa hätte für sich genommen nur einen eingeschränkten Einfluss auf die Internalisierung des Schrottbonus. Erstens ist der Anteil der direkten Emissionen im Bergbau an den Gesamtemissionen der Stahlherstellung gering. Die zitierten Ökobilanzen deuten auf einen Anteil im niedrigen einstelligen Prozentbereich hin. Zweitens importiert die EU den überwiegenden Teil ihrer Metallerze aus Drittstaaten. Dennoch wäre die Integration des Bergbaus in das EU-ETS ein Baustein für einen fairen Wettbewerb zwischen den Rohstoffen der Stahlherstellung.

Rohstoffe und Vorprodukte in den CBAM integrieren

Für eine vollständige Internalisierung des Schrottbonus müssen die CO_2-Emissionen der Stahlproduktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette bepreist werden. Die Bepreisung sollte unabhängig davon erfolgen, ob die Emissionen innerhalb oder außerhalb Europas freigesetzt werden. Daher sollte der CBAM Importe von Rohstoffen und Vorprodukten der Stahlherstellung erfassen.

Im Jahr 2018 wurden 83,5 Prozent des in der EU eingesetzten Eisenerzes aus Drittstaaten importiert (World Steel Association 2019). Vergleichbare Importabhängigkeiten weist die EU auch für andere Metalle auf, darunter wichtige Legierungselemente der (Edel-) Stahlherstellung wie Nickel, Chrom, Molybdän und Mangan (European Innovation Partnership on Raw Materials 2018). Die hohen Importanteile für Rohstoffe der Stahlherstellung machen deutlich, warum die Integration des Bergbaus in das Europäische Emissionshandelssystem EU-ETS mit einer Berücksichtigung von importierten Rohstoffen im CBAM einhergehen sollte.

Ferrolegierungen sind im Entwurf für den CO_2-Grenzausgleichsmechanismus explizit ausgenommen (Europäische Kommission 2021a, Annex I). Allerdings ist die Herstellung von Ferrolegierungen zum Teil mit erheblichen Treibhausgasemissionen verbunden (z. B. 3,0 t CO_2-äq. / t Ferrochrom bzw. 9-17 t CO_2-äq. / t Ferronickel (Fraunhofer UMSICHT 2010; Haque und Norgate 2013). Für eine vollständige Bepreisung dieser Emissionen und die Integration des Schrottbonus ist es sinnvoll, nicht nur Rohstoffe, sondern auch Vorprodukte der Stahlherstellung ins CBAM aufzunehmen. Dementsprechend sollten die Ausnahmen für Ferrolegierungen gestrichen werden.

Die Bepreisung der Emissionen in Primärrohstoffen und Vorprodukten trägt zum fairen Wettbewerb der Rohstoffe bei. Insbesondere die Primärrohstoffe stammen überwiegend aus Drittstaaten. Daher ist eine Integration in EU-ETS und CBAM anzustreben.

Berücksichtigung von Exporten und indirekten Emissionen im CBAM prüfen

Im Entwurf der Europäischen Kommission für den CBAM werden die direkten Emissionen der Herstellung ausgewählter Produkte berücksichtigt. Indirekte Emissionen, die in der fossilen Stromerzeugung, im Bergbau oder in der Herstellung von Vorprodukten freigesetzt werden, würden nicht erfasst. Somit bleibt die Bepreisung von Treibhausgasemissionen bei Importen unvollständig. Die Kosten von Emissionsrechten für exportierte Produkte werden nicht zurückerstattet (Europäische Kommission 2021a). Dadurch bleibt für die energieintensiven Industrien Europas ein Wettbewerbsnachteil in außereuropäischen Märkten bestehen. Die ökonomische Literatur deutet an, dass die Beschränkung des CO_2-Grenzausgleichsmechanismus auf Importe dessen Wirksamkeit beschränkt (Branger und Quirion 2014).

Diese Lücken im CBAM führen zu Einschnitten bei der Internalisierung des Schrottbonus: Emissionen durch den Einsatz von Erzen und Kohle bei importierten Rohstoffen werden im CBAM nicht vollständig erfasst. Der Schrottbonus für exportierte Schrotte wird – je nach Zielland – nicht oder nicht vollständig abgegolten.

Für die Beschränkung des CBAM auf direkte Emissionen und Importe spricht, dass mit seiner Einführung große regulatorische, technische und politische Herausforderungen verbunden sind. Seine Umsetzung muss WTO-kompatibel erfolgen, die Vorgaben des CO_2-Grenzausgleichsmechanismus müssen zu vertretbaren Kosten zu erfüllen sein. Nichtsdestoweniger sollte die EU-Kommission die Erweiterung des CBAM auf indirekte Emissionen und Exporte regelmäßig überprüfen. Bis dies möglich ist, tragen die zuvor genannten Handlungsempfehlungen zu einer weitergehenden Internalisierung des Schrottbonus und damit zu einem faireren Wettbewerb bei.

Internationalen Handel mit Schrotten nicht behindern

Durch Exportbeschränkungen ist es möglich, den Rohstoff Schrott in Europa zu halten und den Schrottpreis in der EU zu senken (Pothen et al. 2013). Dadurch können Wettbewerbsvorteile für die europäische Stahlindustrie erzeugt werden. Allerdings sind durch Exportbarrieren auf Schrotte nicht nur Marktverzerrungen zu erwarten, sondern auch steigende Treibhausgasemissionen.

Abb. 13 skizziert den europäischen Schrottmarkt. Auf der horizontalen Achse ist der Schrottpreis abgetragen, auf der vertikalen Achse die angebotene bzw. nachgefragte Schrottmenge in Europa. Die grüne Kurve repräsentiert die Nachfrage der Stahlhersteller nach Schrott. Diese fällt mit dem Preis. Mit anderen Worten: Je höher der Schrottpreis bei gegebener Stahlnachfrage, desto weniger Schrott möchte der Stahlsektor als Rohstoff einsetzen. Zu beachten ist, dass der Schrotteinsatz in der Stahlproduktion zumindest kurzfristig nicht beliebig gesteigert werden kann. Der Einsatz von Schrotten in integrierten Stahlwerken ist aus technischen Gründen beschränkt, in der Elektrostahlroute beschränkt die Kapazität den Schrotteinsatz. Die gestrichelte graue Linie repräsentiert diese Obergrenze. Das Schrottangebot in Europa wird durch die orangefarbene Linie illustriert. Steigt der Schrottpreis, dann wächst damit einhergehend die angebotene Schrottmenge.

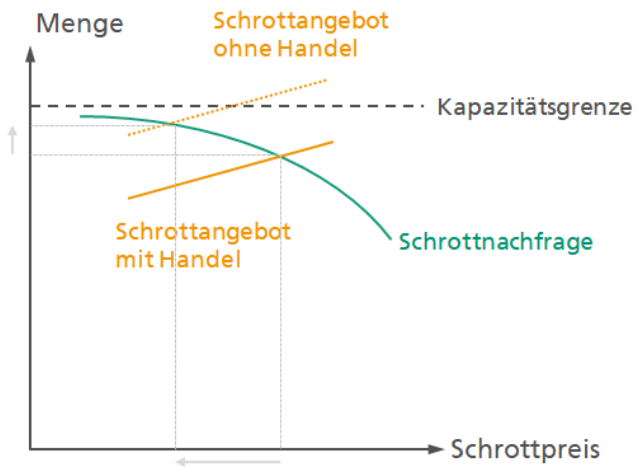


Abb. 13: Wirkungsweise von Exportbarrieren auf Stahlschrotte in Europa.
Quelle: Eigene Darstellung

Die Wirkung einer Exportbeschränkung auf Schrotte wird in Abb. 13 durch eine Verschiebung des Angebots nach oben abgebildet. Bei gleichem Preis steht dem europäischen Markt eine größere Schrottmenge zur Verfügung, da die Option des Exports eingeschränkt wird. Dies wird durch die gestrichelte orangefarbene Linie dargestellt.

Es ist zu erwarten, dass die eingesetzte Schrottmenge in Europa steigt, während der Schrottpreis fällt. Die genaue Wirkung hängt davon ab, inwieweit die Stahlindustrie in Europa in der Lage ist, das zusätzliche Angebot in ihrer Produktion einzusetzen. Je flexibler sie ihren Schrotteinsatz erhöhen kann, desto stärker der Mengenanstieg. Falls der Schrotteinsatz, wie in Abb. 13 angedeutet, bereits nahe an der Kapazitätsgrenze liegt, ist ein geringer Anstieg der eingesetzten Menge zu erwarten. Gleichzeitig führt der fallende Schrottpreis zu einem geringeren Angebot, da aufwendige Verfahren zur Sammlung und Aufbereitung von Schrotten nicht mehr wirtschaftlich sind.

Auf den Weltmärkten wird europäischer Schrott durch Exportbarrieren teurer und damit betriebswirtschaftlich weniger attraktiv. (Edel-)Stahlhersteller, die ihre Produktion stark auf europäischen Schrott als Rohstoff stützen, werden nach alternativen Lieferanten suchen. Es ist zu erwarten, dass das verknappte europäische Angebot auf dem Weltmarkt zu steigenden Preisen und fallendem Schrotteinsatz führen wird. Falls die zusätzliche Nachfrage in Europa diesen Rückgang nicht kompensiert, was besonders nahe an den Kapazitätsgrenzen wahrscheinlich ist, geht der Schrotteinsatz weltweit zurück. Somit würden Exportbarrieren auf Schrotte nicht nur zu Marktverzerrungen führen, sondern zu zusätzlichen Treibhausgasemissionen.

Daher ist es empfehlenswert, Anreize zum verstärkten Schrotteinsatz in Europa zu setzen (etwa durch die Zuteilung kostenloser Emissionszertifikate) und auf direkte wie indirekte Exportbeschränkungen zu verzichten.

7
Fazit

Um einen fairen Wettbewerb zwischen den Rohstoffen der Stahlherstellung zu gewährleisten, sollten sich die gesellschaftlichen Vorteile des Schrotteinsatzes in den Preisen widerspiegeln. Die Studie »Schrottbonus Konkret« schlägt Maßnahmen vor, mit denen die Internalisierung des Schrottbonus in den Preismechanismus vervollständigt werden kann. Somit könnten die Lücken, die auch nach einer Umsetzung des Fit-for-55-Pakets der Europäischen Kommission verblieben, geschlossen werden.

Die Integration des Bergbaus in das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS) und den Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) sowie die Streichung der Ausnahmen für Ferrolegierungen könnten diese Internalisierung des Schrottbonus bereits am Anfang der Wertschöpfungskette sicherstellen. Damit würden Treibhausgase bepreist, die in der Rohstoffförderung oder in der Herstellung von Vorprodukten entstehen. Dies trägt zu einem faireren Wettbewerb zwischen den Rohstoffen bei.

Der Schrotteinsatz könnte innerhalb des EU-ETS belohnt werden, indem dieser mit der kostenlosen Zuteilung von Emissionsrechten gekoppelt wird. Eine Erweiterung der bereits geplanten Bedingungen für die Zuteilung kostenloser Zertifikate um das Kriterium Schrotteinsatz könnte geldwerte Vorteile mit der Nutzung von Schrott verknüpfen. Diese Verknüpfung setzt einen positiven Anreiz für den Schrotteinsatz, bis die verbleibenden Lücken in EU-ETS und CBAM geschlossen sind.

Alternativ könnten verpflichtende Einsatzquoten die Nutzung von Schrott als Rohstoff der Stahlherstellung fördern. Allerdings stellen verpflichtende Schrotteinsatzquoten einen stärkeren Markteingriff dar als die Belohnung über das EU-ETS. Darüber hinaus können sie die Stahlindustrie belasten. Das gilt besonders, wenn importierter Stahl nicht in gleichem Maße reguliert wird wie in Europa hergestellter Stahl. Positive Anreize für den Schrotteinsatz wie die Belohnung mittels kostenloser Emissionsrechte erscheinen daher als volkswirtschaftlich bessere Übergangslösung.

Der internationale Handel mit Schrotten sollte nicht beschränkt werden. Restriktionen auf Schrottexporte würden die Nachfrage nach europäischem Schrott aus Drittstaaten reduzieren und dadurch die Schrottpreise innerhalb der EU senken. Dadurch könnte der Schrotteinsatz in Europa steigen. Gleichzeitig würden sich die Preise außerhalb Europas durch das restringierte Angebot der EU erhöhen und der Schrotteinsatz würde fallen. Exportbarrieren könnten daher – global betrachtet – Recycling behindern und klimapolitische Bemühungen untergraben.

Literaturverzeichnis

Bednar-Friedl, Birgit; Schinko, Thomas; Steininger, Karl W. (2012): The relevance of process emissions for carbon leakage: A comparison of unilateral climate policy options with and without border carbon adjustment. In: Energy Economics 34, S. 168-180. DOI: 10.1016/j.eneco.2012.08.038.

BIR (2019): World Steel Recycling in Figures 2014-2018. Online verfügbar unter https://www.bdsv.org/fileadmin/user_upload/World-Steel-Recycling-in-Figures-2014-2018.pdf, zuletzt geprüft am 20.10.2021.

BIR (2021): World Steel Recycling in Figures 2016-2020. Online verfügbar unter https://www.bir.org/publications/facts-figures/download/821/175/36?method=view, zuletzt geprüft am 20.10.2021.

Böhringer, Christoph; Hoffmann, Tim; Manrique-de-Lara-Peñate, Casiano (2006): The efficiency costs of separating carbon markets under the EU emissions trading scheme: A quantitative assessment for Germany. In: Energy Economics 28 (1), S. 44-61. DOI: 10.1016/j.eneco.2005.09.001.

Branger, Frédéric; Quirion, Philippe (2014): Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. In: Ecological Economics 99, S. 29-39. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2013.12.010.

Broadbent, Clare (2016): Steel's recyclability: demonstrating the benefits of recycling steel to achieve a circular economy. In: International Journal of Life Cycle Assessment 21 (11), S. 1658-1665. DOI: 10.1007/s11367-016-1081-1.

Brooks, Cristina (2021): EU ETS and EU ETS 2 timelines post-Fit for 55. Online verfügbar unter https://ihsmarkit.com/research-analysis/infographic-eu-ets-fit-for-55-timeline-for-power-chemicals-tra.html, zuletzt aktualisiert am 27.07.2021, zuletzt geprüft am 10.11.2021.

Burchart-Korol, Dorota; Fugiel, Agata; Czaplicka-Kolarz, Krystyna; Turek, Marian (2016): Model of environmental life cycle assessment for coal mining operations. In: The Science of the total environment 562, S. 61-72. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.03.202.

Cavaliere, Pasquale (2019): Clean Ironmaking and Steelmaking Processes. Cham: Springer International Publishing.

Damuth, Robert J. (2011): Estimating the Price Elasticity of Ferrous Scrap Supply. Online verfügbar unter https://www.isri.org/docs/default-source/recycling-analysis-(reports-studies)/estimating-the-price-of-elasticity-of-ferrous-scrap-supply.pdf, zuletzt geprüft am 22.10.2021.

DEHSt (2019): Treibhausgasemissionen 2018. Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland. VET-Bericht 2018. Berlin: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt.

DEHSt (2021a): Berücksichtigung Elektrostahlwerke im EU ETS. Persönliche Kommunikation vom 4.2.2021. Unter Mitarbeit von Frank Pothen.

DEHSt (2021b): Treibhausgasemissionen 2020. Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland. VET-Bericht 2020. Berlin: Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt.

Dufour, Manon (2021): Fit for 55 Package. Briefing Ahead of the July 14 Release. E3G. Online verfügbar unter https://www.e3g.org/wp-content/uploads/E3G_Press-Briefing_Fit_for_55-July-2021.pdf, zuletzt geprüft am 24.10.2021.

Europäische Kommission (2003): System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten. Richtlinie 2003/87/EG.

Europäische Kommission (2009): Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten. Richtlinie 2009/29/EG.

Europäische Kommission (2012): Energieeffizienz. Richtlinie 2012/27/EU.

Europäische Kommission (2018): Unterstützung kosteneffizienter Emissionsreduktionen und zur Förderung von Investitionen mit geringem CO2-Ausstoß. Richtlinie (EU) 2018/410.

Europäische Kommission (2019a): Festlegung der Sektoren und Teilsektoren, bei denen davon ausgegangen wird, dass für sie im Zeitraum 2021-2030 ein Risiko der Verlagerung von CO2-Emissionen besteht. C/2019/930.

Europäische Kommission (2019b): Festlegung von CO2-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge. Verordnung (EU) 2019/1242.

Europäische Kommission (2019c): The European Green Deal. COM(2019) 640 final.

Europäische Kommission (2020): Änderung des Anhangs I der Verordnung (EWG) Nr. 2658/87 des Rates über die zolltarifliche und statistische Nomenklatur sowie den Gemeinsamen Zolltarif. Durchführungsverordnung (EU) 2020/1577.

Europäische Kommission (2021a): Carbon border adjustment mechanism. COM(2021) 564 final.

Europäische Kommission (2021b): Commission staff working document Impact Assessment Report accompanying the document proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism. SWD(2021) 643 final.

Europäische Kommission (2021c): Europäisches Klimagesetz. Verordnung (EU) 2021/1119.

Europäische Kommission (2021d): »Fit für 55«: auf dem Weg zur Klimaneutralität – Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030. COM(2021) 550 final.

Europäische Kommission (2021e): Revision of the EU Emission Trading System. 2021/0211 (COD).

Europäische Kommission (2021f): Revision of the EU Emission Trading System for Aviation. COM/2021/552 final.

Europäische Kommission (2021g): Revision of the Market Stability Reserve. COM/2021/571 final.

Europäische Kommission (2021h): Union Registry. List of operators in the EU ETS. 04/2021. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/document/download/ab2c1214-decb-40bc-bb0d-d37f080bdebd_en, zuletzt geprüft am 20.10.2020.

European Environment Agency (2021): EEA greenhouse gases data viewer. DAS-270-en. Online verfügbar unter https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer, zuletzt aktualisiert am 13.4.2021, zuletzt geprüft am 22.10.2021.

European Innovation Partnership on Raw Materials (2018): Raw materials scoreboard 2018. Luxemburg: Publications Office of the European Union.

Eurostat (2021): EU Handel nach HS2,4,6 und CN8 seit 1988. [DS-645593]. Online verfügbar unter https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=DS-645593&lang=en, zuletzt aktualisiert am 15.6.2021, zuletzt geprüft am 17.6.2021.

Fan, Zhiyuan; Friedmann, S. Julio (2021): Low-carbon production of iron and steel: Technology options, economic assessment, and policy. In: Joule 5 (4), S. 829-862. DOI: 10.1016/j.joule.2021.02.018.

Farjana, Shahjadi Hisan; Huda, Nazmul; Parvez Mahmud, M. A.; Saidur, R. (2019): A review on the impact of mining and mineral processing industries through life cycle assessment. In: Journal of Cleaner Production 231, S. 1200-1217. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.264.

Ferreira, Hélio; Leite, Mariangela Garcia Praça (2015): A Life Cycle Assessment study of iron ore mining. In: Journal of Cleaner Production 108, S. 1081-1091. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.05.140.

Fraunhofer IMWS (2019): Schrottbonus. Externe Kosten und fairer Wettbewerb in den globalen Wertschöpfungsketten der Stahlherstellung. Unter Mitarbeit von Frank Pothen, Christian Growitsch, Jan Engelhardt und Christiane Reif. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS. Online verfügbar unter https://www.bdsv.org/unser-service/publikationen/studie-schrottbonus/, zuletzt geprüft am 24.9.2021.

Fraunhofer UMSICHT (2010): Vergleichende CO2-Bilanzierung der Edelstahlverwertungsprozesse der Oryx Stainless Gruppe. Unter Mitarbeit von Markus Hiebel, Hartmut Pflaum und Boris Dresen. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Oberhausen.

Fraunhofer UMSICHT (2016): Zukunft Stahlschrott. Technische, ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Faktoren von Stahlschrott. Unter Mitarbeit von Markus Hiebel, Nühlen und Jochen. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Oberhausen. Online verfügbar unter https://www.bdsv.org/fileadmin/service/publikationen/Studie_Fraunhofer_Umsicht.pdf, zuletzt geprüft am 29.9.2021.

Gan, Yu; Griffin, W. Michael (2018): Analysis of life-cycle GHG emissions for iron ore mining and processing in China—Uncertainty and trends. In: Resources Policy 58, S. 90–96. DOI: 10.1016/j.resourpol.2018.03.015.

Gasik, Michael M. (2013): Handbook of Ferroalloys: Elsevier.
GVM (2020): Recycling-Bilanz für Verpackungen. Berichtsjahr 2019.
Haque, N.; Norgate, T. (2015): Life Cycle Assessment of Iron Ore Mining and Processing, S. 615–630. DOI: 10.1016/B978-1-78242-156-6.00020-4.

Haque, Nawshad; Norgate, Terry (2013): Estimation of greenhouse gas emissions from ferroalloy production using life cycle assessment with particular reference to Australia. In: Journal of Cleaner Production 39, S. 220-230. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.08.010.

Helmus, Manfred; Randel, Anne (2015): Sachstandsbericht zum Stahlrecycling im Bauwesen.

Holzer, Kateryna (2014): Carbon-related Border Adjustment and WTO Law: Elgar.
ICAP (2021): EU Emissions Trading System (EU ETS). Online verfügbar unter https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=43, zuletzt aktualisiert am 9.8.2021, zuletzt geprüft am 20.10.2021.

Ismer, Roland; Neuhoff, Karsten (2007): Border tax adjustment: a feasible way to support stringent emission trading. In: European Journal of Law and Economics 24 (2), S. 137-164. DOI: 10.1007/s10657-007-9032-8.

ISSF (2021): Stainless steel meltshop production 2014 - 2020. Online verfügbar unter https://www.worldstainless.org/statistics/stainless-steel-meltshop-production/stainless-steel-meltshop-production-2014-2020/, zuletzt geprüft am 20.10.2021.

Johnson, Jeremiah; Reck, B. K.; Wang, T.; Graedel, T. E. (2008): The energy benefit of stainless steel recycling. In: Energy Policy 36 (1), S. 181-192. DOI: 10.1016/j.enpol.2007.08.028.

Kuik, Onno; Hofkes, Marjan (2010): Border adjustment for European emissions trading: Competitiveness and carbon leakage. In: Energy Policy 38 (4), S. 1741-1748. DOI: 10.1016/j.enpol.2009.11.048.

Matsueda, Norimichi; Nagase, Yoko (2012): An economic analysis of the Packaging waste Recovery Note System in the UK. In: Resource and Energy Economics 34 (4), S. 669-679. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2012.06.001.

Monjon, Stéphanie; Quirion, Philippe (2010): How to design a border adjustment for the European Union Emissions Trading System? In: Energy Policy 38 (9), S. 5199-5207. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.05.005.

Monjon, Stéphanie; Quirion, Philippe (2011): A Border Adjustment for the EU ETS: Reconciling WTO Rules and Capacity to Tackle Carbon Leakage. In: Climate Policy 11 (5), S. 1212-1225. DOI: 10.1080/14693062.2011.601907.

Nickel Institute (2020): Ferronickel. Life Cycle Data. Online verfügbar unter https://nickelinstitute.org/media/4861/lca-ferronickel-final.pdf, zuletzt geprüft am 29.9.2021.

Nickel Institute (2021): First use of nickel, zuletzt aktualisiert am https://nickelinstitute.org/about-nickel/#04-first-use-nickel, zuletzt geprüft am 22.10.2021.

Nordhaus, William (2015): Climate Clubs: Overcoming Free-riding in International Climate Policy. In: American Economic Review 105 (4), S. 1339-1370. DOI: 10.1257/aer.15000001.

OECD (2021): Effective Carbon Rates 2021. Pricing Carbon Emissions through taxes and emissions trading. Hg. v. OECD Publishing, zuletzt geprüft am 8.10.2021.

Pothen, Frank; Goeschl, Timo; Löschel, Andreas (2013): Strategic Trade Policy and Critical Strategic Trade Policy and Critical Raw Materials in Stainless Steel Production.
USGS (2020a): Mineral Commodity Summaries Chromium. January 2020. Online verfügbar unter https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-chromium.pdf, zuletzt geprüft am 21.10.2021.

USGS (2020b): Mineral Commodity Summaries Iron Ore. January 2020. Online verfügbar unter https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-iron-ore.pdf, zuletzt geprüft am 21.10.2021.

USGS (2020c): Mineral Commodity Summaries Nickel. January 2020. Online verfügbar unter https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-nickel.pdf, zuletzt geprüft am 21.10.2021.

VDEh (2015): Stahlfibel. [völlig neu bearb. Ausg.]. Düsseldorf: Verl. Stahleisen.
Vivid Economics (2020): Market stability measures. Design, operation and implications for the linking of emissions trading systems.

World Steel Association (2019): World Steel in Figures 2019. Hg. v. World Steel Association. Brussels, Belgium, zuletzt geprüft am 24.9.2021.

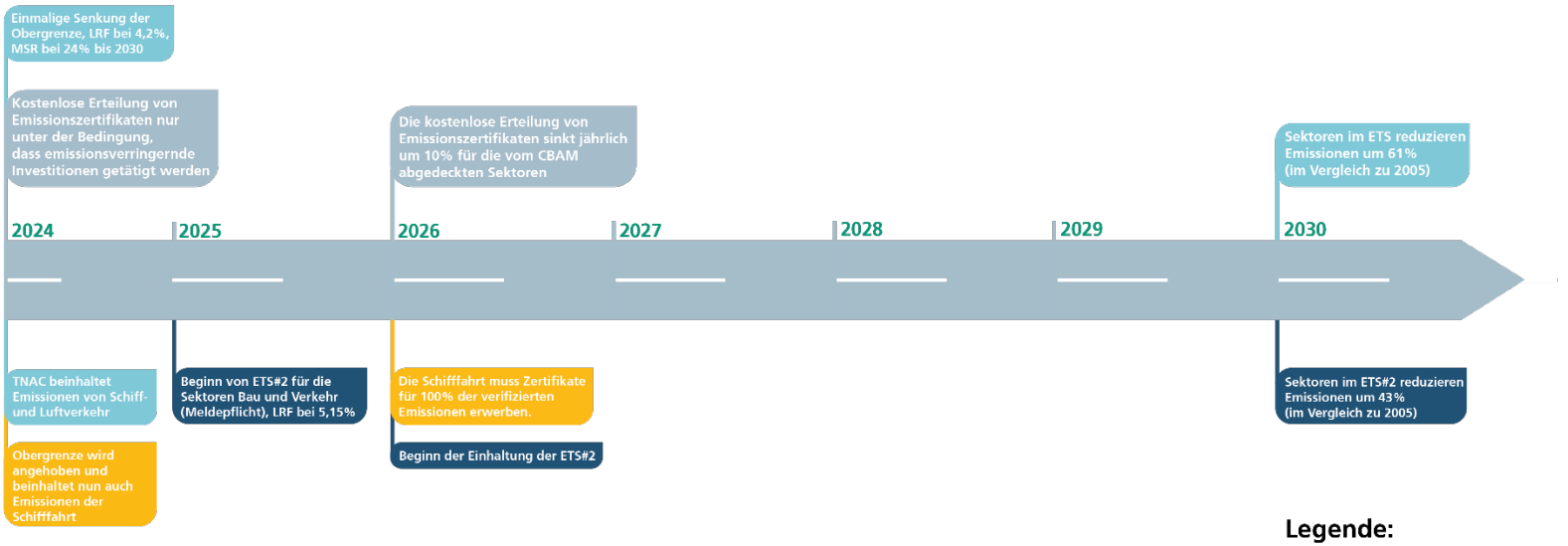
World Steel Association (2021): 2021 World Steel in Figures. Hg. v. World Steel Association. Brussels, Belgium. Online verfügbar unter https://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2021/world-steel-in-figures-2021.html, zuletzt geprüft am 24.9.2021.

WV Stahl (2021): Rohstahlproduktion in Deutschland. Online verfügbar unter https://www.stahl-online.de/startseite/stahl-in-deutschland/zahlen-und-fakten/, zuletzt geprüft am 20.10.2021.

Zeitplan der vorgeschlagenen Änderungen für das ETS und den neuen Kohlenstoffmarkt für die Sektoren Bau und Verkehr (ETS#2)

Im Zuge des schnelleren Absinkens der Obergrenze wird die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten für die unter CBAM fallenden Industriesektoren ab 2026 allmählich zurückgehen, von Dekarbonisierungsanstrengungen abhängig gemacht und 2025 enden. Die Industrieanlagen im ETS werden zunehmend die Kosten ihrer Emissionen tragen.

- **Der Geltungsbereich im Seeverkehr umfasst 100% der EU-Häfen und 50% der Nicht-EU-Häfen**
- **Allmähliche Reduktion der Ausgabe kostenloser Emissionszertifikate zwischen 2026 und 2036**
- **Ab 2026 kostenlose Erteilung von Emissionszertifikaten nur bei Dekarbonisierungsanstrengungen**



Anmerkung: Es wird angenommen, dass die Richtlinie bis Ende 2023 angenommen und veröffentlicht und ab 2024 umgesetzt wird.
LRF: Linearer Reduktionsfaktor, MSR: Marktstabilitätsreserve, CBAM: Carbon Boarder Adjustment Mechanism
Quelle: IHS Markit, Europäische Kommission

Abb. 09: Möglicher Zeitplan für die Umsetzung des Fit-for-55-Pakets. Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Brooks (2021)

Die Fakten. Ein langer Verhandlungsprozess

E3G

Bis zum 14. Juli
Bis zum Tag der Veröffentlichung werden weiterhin wichtige politische Entscheidungen getroffen.

Ab Juli 2021
- Jeder Legislativvorschlag wird parallel verhandelt, in der Regel ~ 2 Jahre pro Vorschlag
- Parallele Verhandlungen im Rat der EU (nationale Regierungen) und im Europäischen Parlament; dann zwischen Rat der EU, Parlament und Kommission.
- Endgültige Frist für alle Vorschläge: Wahlen zum Europäischen Parlament im Mai 2024

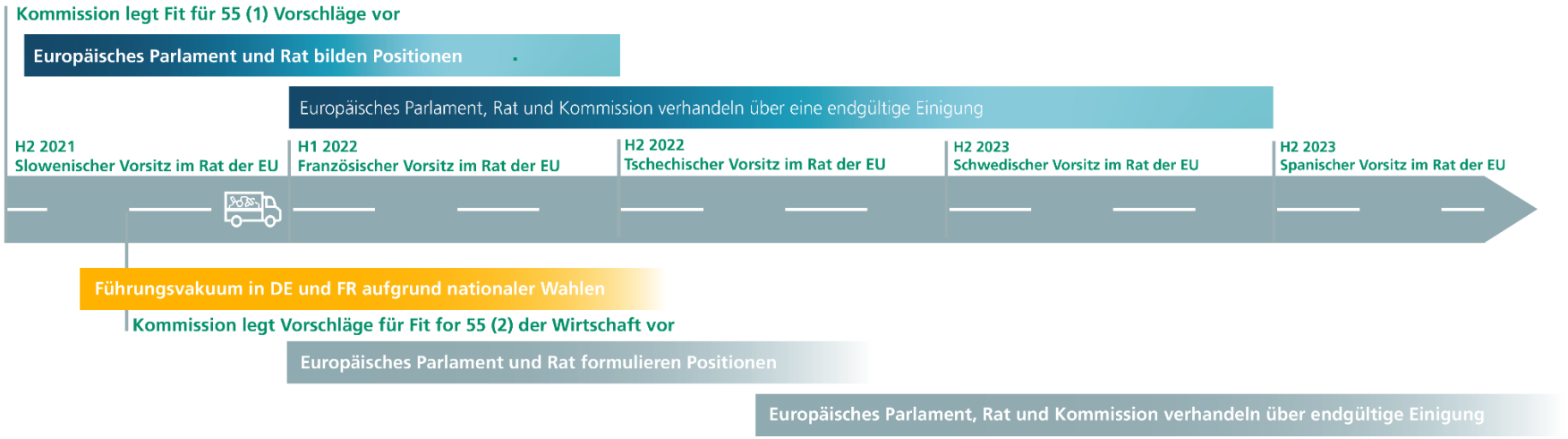


Abb. 10: Möglicher Zeitplan für die Verhandlungen des Fit-for-55-Pakets.
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dufour (2021)

Kontakt

Dr. Frank Pothen

Center for Economics of Materials CEM
(Außenstelle des Fraunhofer IMW)
Leipziger Straße 70/71
06108 Halle (Saale)

Fraunhofer-Zentrum für Internationales
Management und Wissensökonomie IMW
Neumarkt 9-19
04109 Leipzig

Telefon +49 345 131886-131
Fax +49 345 131886-9131
frank.pothen@imw.fraunhofer.de

www.imw.fraunhofer.de