

Prof. Dr. Georg Hirte

Einführung in die Verkehrswirtschaft

8 Öffentliche Güter und externe Effekte

8.1 Öffentliche Güter

Verschiedene Typen von Gütern

		Rivalität?	
		Ja	Nein
Ausschließbarkeit?	Ja	Private Güter	Mautgüter
	Nein	Allmendegüter	Öffentliche Güter

Beispiele im Verkehr

Allmendegüter: Infrastruktur jenseits der Kapazitätsgrenze, wenn auf Ausschluss verzichtet wird. Oder Ausschluss nicht möglich: städtisches Straßennetz.

Mautgüter: Infrastruktur unterhalb der Kapazitätsgrenze (keine Rivalität), wenn Ausschluss möglich ist

Öffentliche Güter: Gesetze, Justiz den Verkehr betreffend

Öffentliche Güter: Das Trittbrettfahrerproblem

Wenn Ausschluss von der Nutzung eines Gutes oder einer Leistung nicht möglich (oder nicht erlaubt) ist, dann können Nutzer die Zahlung verweigern in der Hoffnung, dass andere die Kosten übernehmen

Das Trittbrettfahrerproblem verhindert, dass private Märkte öffentliche Güter im effizienten Umfang anbieten

Lösungsmöglichkeiten

- Der Staat bietet diese Leistung an über Auftrag an private oder öffentliche Unternehmen oder Institutionen
 - TÜV
- Der Staat subventioniert das Angebot solcher Leistungen
 - Z.B. Subvention an private Flughäfen für Infrastruktur, Subvention an NGOs
 - Z.B. Vergabe von Konzessionen an private Betreiber von Straßen mit Grundfinanzierung durch den Staat

Infrastruktur

Verkehrsinfrastruktur hat den Charakter eines öffentlichen Gutes (Maut- oder Allmendegut)

- Bis zur Kapazitätsgrenze gibt es keine Rivalität im Konsum
Bis dahin ist ein Ausschluss ineffizient aber möglich (Mautgut)
- Daher zahlt die Gesellschaft Erweiterungsinvestitionen
- Die Nutzung führt zur Abnutzung. Kosten des Erhalts sollten daher durch Verursacher der Abnutzung aufgebracht werden
Z.B. durch Mautgebühr in Höhe der Grenzkosten der Abnutzung durch den Nutzer (zur Finanzierung der Erhaltungsinvestitionen)

Infrastruktur

Straßeninfrastruktur

- LKW-Maut auf Bundesfernstraßen
 - Abnutzung ist abhängig von Achslast, daher LKW Maut
 - Abnutzung durch PKW ist vernachlässigbar klein

Schieneinfrastruktur?

- Bund finanziert Netz
- DB Netz ist zuständig für Erhalt des Netzes (Abnutzung). Erhebt dafür Trassenpreise

8.2 Externe Effekte

Externe Effekte: Problem und allgemeine Internalisierungsansätze

Externe Effekte im Straßenverkehr

Externe Effekte im Schienenverkehr

Externe Effekte im Schiffverkehr

Externe Effekte im Luftverkehr

Externe Effekte

Eine **technologische Externalität** oder ein externer Effekt sind Kosten oder Nutzen der Entscheidung einer Person, die die Wohlfahrt unbeteiligter Dritter beeinflussen

Die privat optimale Entscheidung führt nicht mehr zum gesamtgesellschaftlichen Optimum.

Negative Externalitäten führen dazu, dass mehr als die volkswirtschaftlich optimale Menge produziert wird

Positive Externalitäten führen dazu, dass weniger als die volkswirtschaftlich optimale Menge produziert wird

Negative externe Effekte

Negative externe Effekte im Verkehr

- Luftverschmutzung
- Emission von CO₂
- Lärmemission
- Unfälle
- Staus
- Zerschneidungseffekte
- Verlust an Biodiversität

Wirkung von Staus

Bei wenigen Fahrzeugen auf der Straße

- Freier Verkehrsfluss
- Private Grenzkosten der Verkehrsteilnehmer: Kraftstoffausgaben, Zeitkosten

Bei steigender Fahrzeugdichte

- Kapazitätsengpass → kein freier Verkehrsfluss, Durchschnittsgeschwindigkeit sinkt für alle Verkehrsteilnehmer
- Höherer Zeitaufwand erhöht die Opportunitätskosten einer Fahrt
- Anstieg der **privaten Grenzkosten**
- Entstehung **externer Grenzkosten**: Zeitaufwand, der den anderen Verkehrsteilnehmern durch verursachte Stauwirkung aufgebürdet wird
Der Schaden wird nicht vom zusätzlichen Verkehrsteilnehmer getragen → **technologischer externer Effekt** (Folge: Marktversagen)

Abgase

Bereits ab dem ersten Fahrzeug entstehen Abgase, die von Anwohnern und Passanten eingeatmet werden

- Gesundheitliche Beeinträchtigungen reduzieren den Nutzen der betroffenen Individuen
- Dafür erhalten sie in der Regel keine monetäre Kompensation
- Verursacher zahlen nicht für Abgase

Technologischer externer Effekt (Folge: Marktversagen)

Externer Effekt verstärkt sich mit zunehmender Anzahl an Emittenten, hängt aber in seiner (monetären) Höhe davon ab, wie viele Geschädigte es gibt

Treibhausgase, insb. CO₂

Entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger

- Erdöl, Erdgas, Kohle, Torf
- Auch CH₄ (Methan), N₂O (Stickstoffmonoxid-Lachgas) – gemessen in CO₂ Äquivalenten
- Pro Liter Benzin 2,37 kg CO₂; pro Liter Diesel 2,65 kg CO₂ (weniger Treibstoffverbrauch führt zu weniger CO₂-Ausstoß)
- Ausstoß bei Stromerzeugung abhängig von Energiemix

Schäden durch Treibhausgase: Erderwärmung und damit verbundene Folgen (monetäre und nicht-monetäre Kosten)

Fehlende Berücksichtigung dieser Kosten bei individueller Entscheidung

Technologischer externer Effekt (Folge: Marktversagen)

Treibhausgasemissionen in der EU

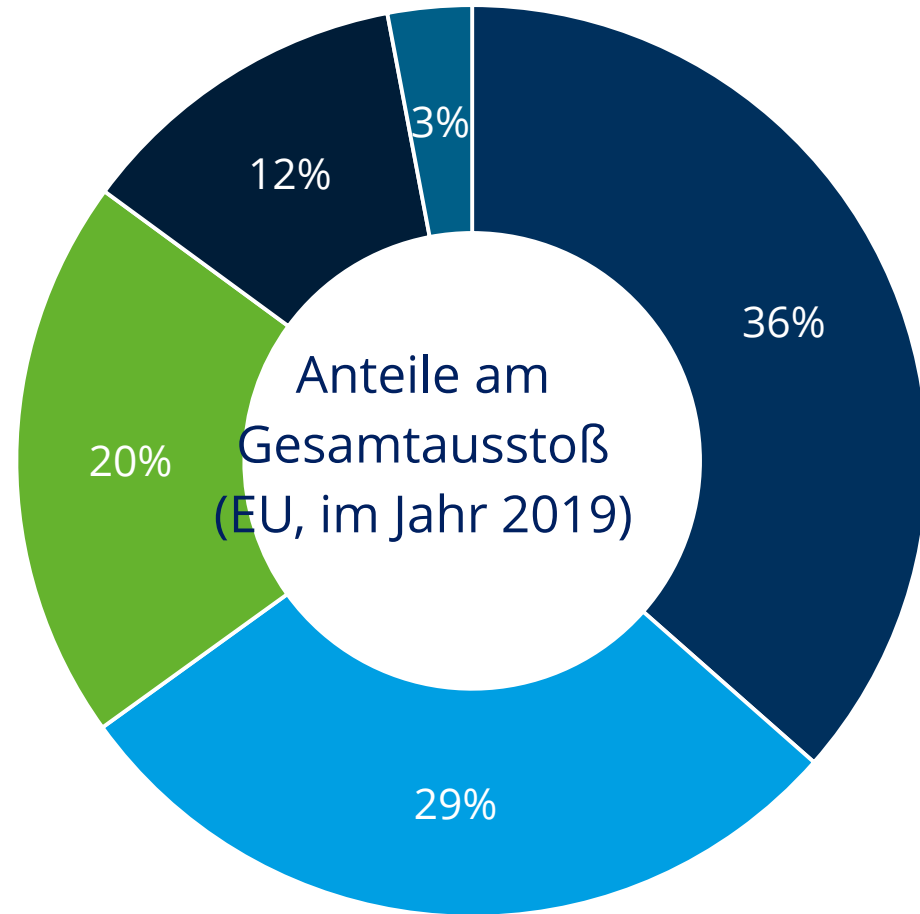
Emissionen im Vergleich (CO₂-Äquivalente):

- EU: 7,8 t/Kopf (2019); 7,5 % der weltweiten Emissionen durch EU-27 (2018)
- Deutschland: 9,8 t/Kopf (2019); 23% der EU-Emissionen (1,8% weltweit)

Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990:

- Reduktion in der EU (alle Sektoren) bis 2021 um ca. 28%
(Ziel 2020: -20%; 2030: - 55%; bis 2050: Treibhausgasneutralität)
- Reduktion in Deutschland (alle Sektoren) bis 2021 um ca. 39 %
(Ziel 2020: -40%; 2030: - 65 %; 2040: - 88 %, 2045: Treibhausgas-neutral)
- Emissionen im Verkehr: EU bis 2021 ca. +15 %;
Deutschland bis 2019 ca. +/-0 %

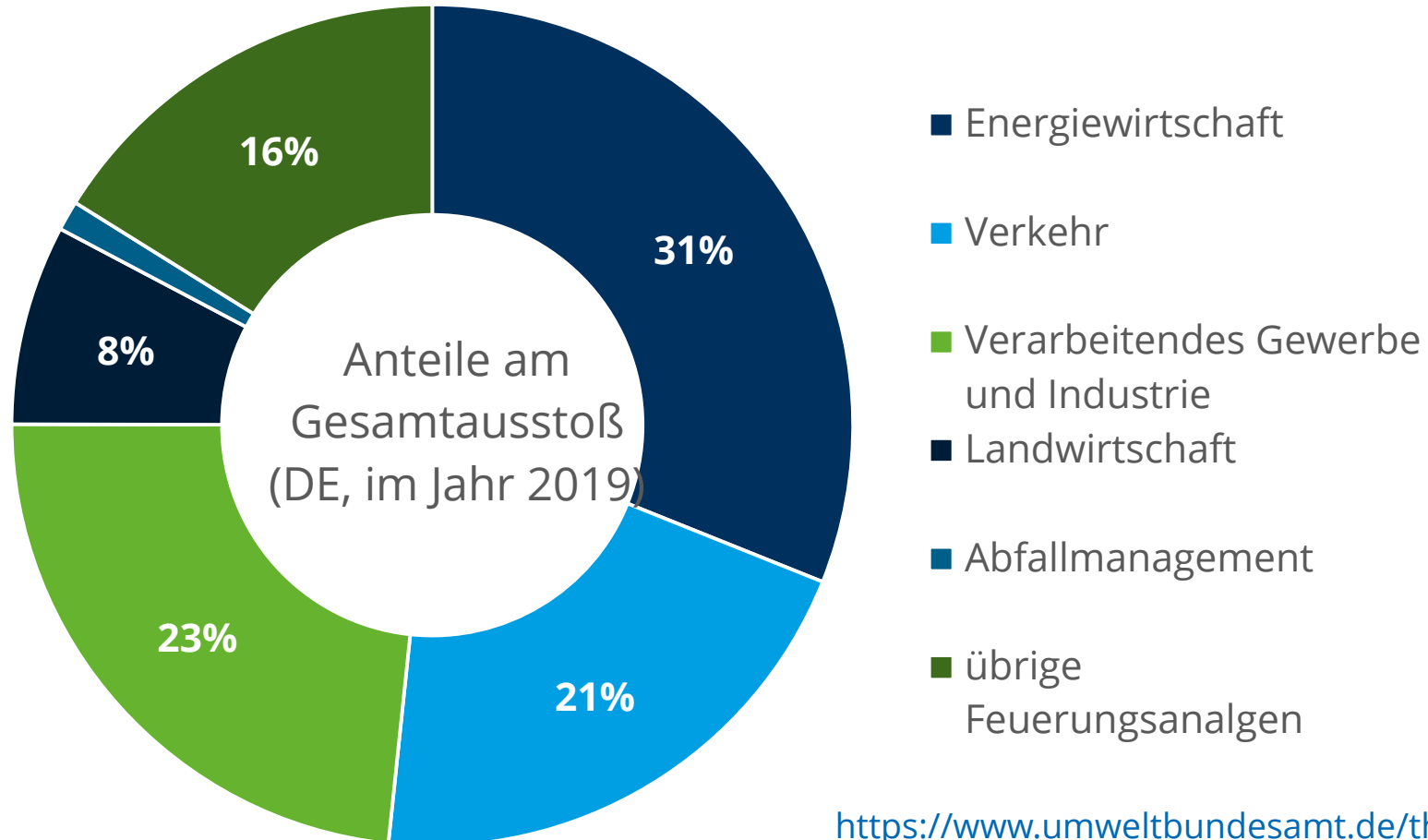
Treibhausgase nach Sektoren -EU



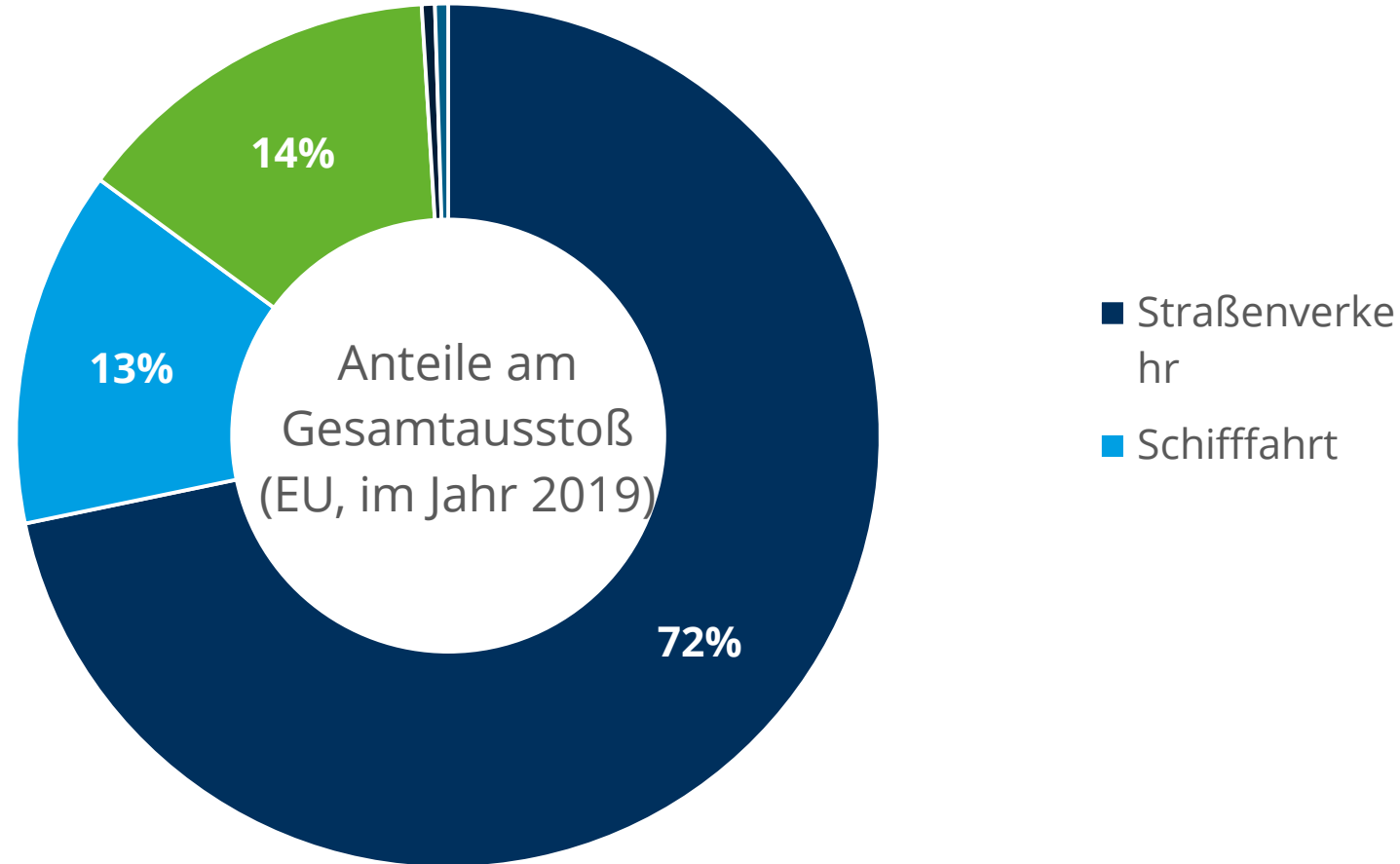
- Energie (Elektrizität und Wärme)
- Verkehr (inkl. internationaler Luftverkehr)
- Industrieprozesse und Produktnutzung
- Landwirtschaft
- Abfallmanagement

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:2020-GHG_statistics_tables_and_figures_update-V2.xlsx&oldid=486722

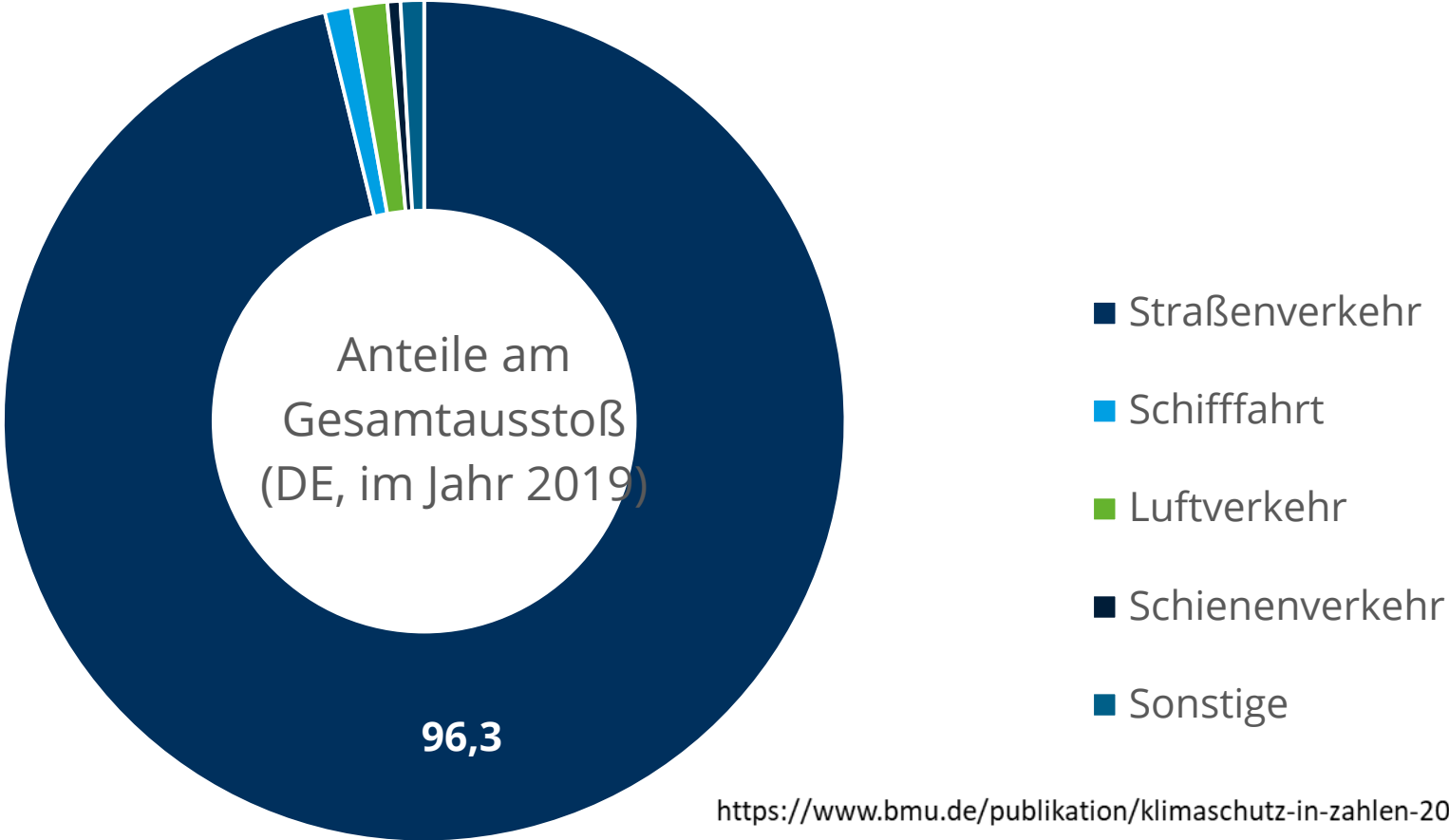
Treibhausgase nach Sektoren - Deutschland



Treibhausgase im Verkehr - EU



Treibhausgase im Verkehr - Deutschland



<https://www.bmu.de/publikation/klimaschutz-in-zahlen-2021>

Negative externe Effekte

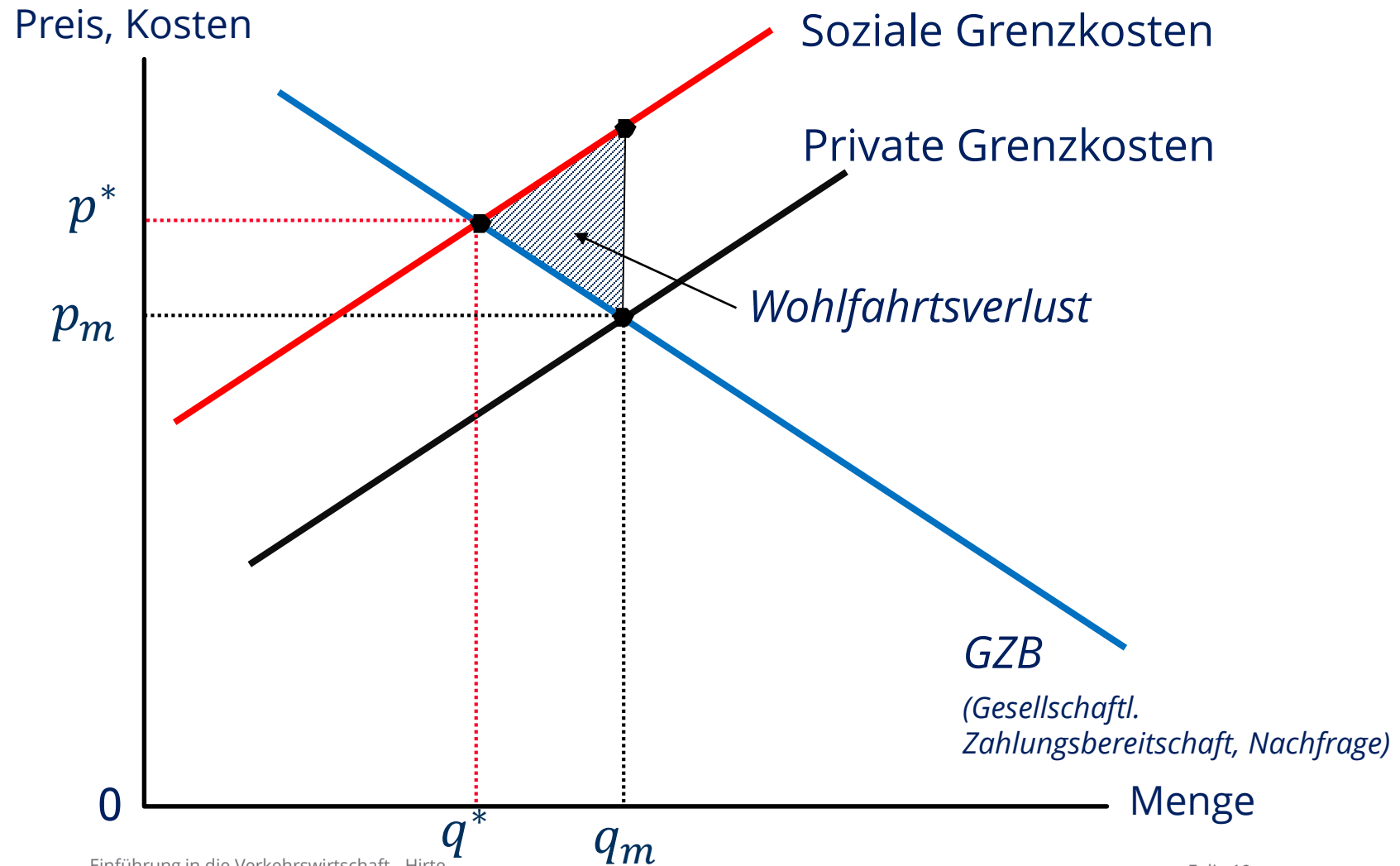


Abb. Negative ext. Effekte

Individuelle oder Firmenentscheidungen führen am Markt zur Menge q_m bei Kosten/Preisen p_m .

Gibt es negative externe Effekte, z.B. Verkehrslärm, werden diese in privaten Entscheidungen über das Angebot an Verkehrsleistungen nicht berücksichtigt, da es für diese keinen Preis gibt (niemand muss für den von ihm verursachten Verkehrslärm bezahlen). Daher ist die Angebotskurve gleich den privaten Grenzkosten.

Angenommen, es gibt negative externe Effekte, z.B. Gesundheitsschäden durch Verkehrslärm. Dann führen diese zu externen Kosten. Die gesamten sozialen Kosten in der Produktion dieses Gutes sind die Summe aus privaten Kosten und den externen Kosten. Hier gezeichnet als soziale Grenzkostenkurve. Die Differenz zwischen privaten und sozialen Grenzkosten sind die externen Kosten.

Die sozial optimale Menge unter Berücksichtigung der gesellschaftlichen Kosten der Produktion des Gutes wäre q^* . Der Effizienzverlust durch die Externalität ist das grau schraffierte Dreieck. Eine zu hohe Menge bei der die sozialen Grenzkosten den sozialen Nutzen übersteigt.

Problem: Wie hoch sind die externen Kosten



Handbook on the external costs of transport

Version 2019

- Handbuch zu externen Kosten des Verkehrs für die EU
- u.a. Werte zu Stau-, Unfall-, Luftverschmutzungs-, Klima- und Lärmkosten
- Sehr feine Differenzierung nach Verkehrsträger, Verkehrsmittel, Verkehrsmittelgröße, Schadstoffklasse, Treibstoffart, Tageszeit, Verkehrsdichte etc.
- Je nach Anwendungsfall Angabe in € je Fahrzeugkilometer, Eurocent je Tonnenkilometer etc.

Lösungen: Politikmaßnahmen

Regulierung

- Verbot von Emissionen: z.B. Emissionsgrenzen für Neufahrzeuge
- Informationsprobleme können groß sein (in Bezug auf Optimum, verfügbare Technologien)

Pigou-Steuern oder Subventionen:

- Steuern auf die verschmutzende Aktivität (z.B: CO₂ Steuer, Staugebühr)
- Subventionen für nicht oder weniger verschmutzende Aktivitäten (z.B: Subventionen, um sparsame Heizungen einzubauen)

Handelbare Zertifikate

- Zuweisung von Eigentumsrechten durch Handel von Emissionszertifikaten: Europäischer Zertifikatshandel (ETS)

Internalisierung und Marktmechanismen

Internalisierung externen Kosten und Nutzung von Marktmechanismen

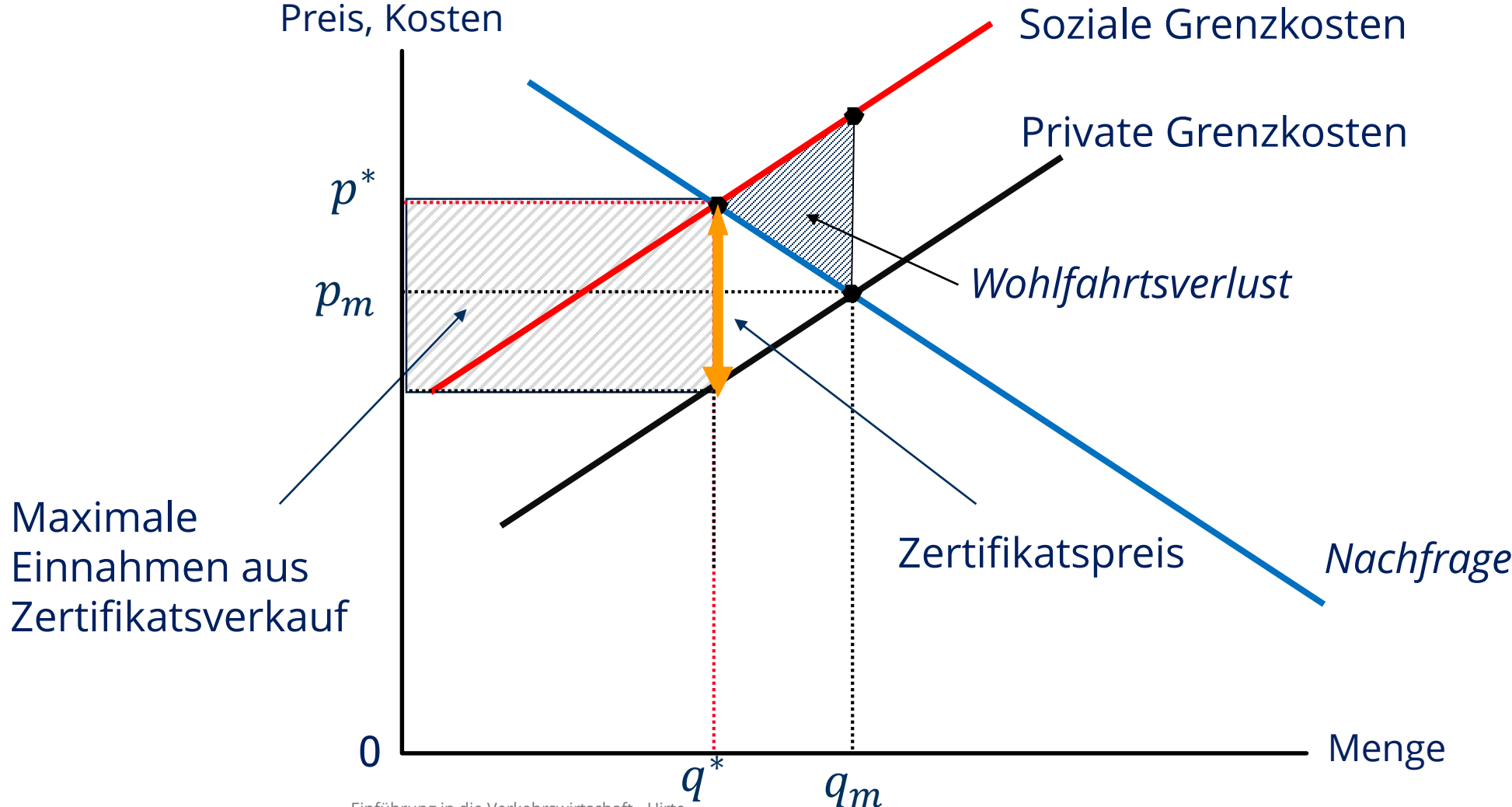
Steuern oder Abgaben

- Internalisierung externer Kosten: Korrigieren des Preises (private Grenzkosten), so dass der Preis die sozialen Grenzkosten widerspiegelt. Damit werden die sozialen Grenzkosten relevant für die privaten Entscheidungen.
- Der Marktmechanismus kann dann eingesetzt werden, um eine effiziente Lösung zu erreichen

Handel von Emissionsrechten

- Rechte (Zertifikate) für die Verursachung externer Effekte werden ausgegeben
- Damit wird ein Markt für Emissionen geschaffen und der Marktmechanismus kann eingesetzt werden, um eine effiziente Lösung zu erreichen.

Negative externe Effekte: Zertifikatshandel (Menge q^*)



Praktische Grenzen der Politik

Fehlende Information der Regierung über Externe Kosten und die optimale Höhe der Steuer etc.

Lobbying: In der Regel entstehen Tradeoffs. Dies kann eine stärkere Berücksichtigung spezifischer Interessen zufolge haben, mit dem Ergebnis, dass die effiziente Lösung nicht erreicht wird.

Ineffiziente Institutionen: Effizienz kann nicht erreicht werden, wenn die notwendigen Maßnahmen durch die politischen und administrativen Institutionen nicht kostenminimal implementiert werden.

Regulierung vs. Preise

Regulierung: Verbote, Gebote und Auflagen

- Nicht erwünschte Verhaltensweise wird unterbunden/eingeschränkt
- Akzeptanz: leicht verständlich; scheinbar „gerecht“ weil „gleich“
- Relativ einfach umzusetzen (politisch, organisatorisch, Transaktionskosten)

Aber: Ist ein komplettes Verbot des den externen Effekt erzeugenden Verhaltens aus gesamtgesellschaftlicher Sicht in jedem Fall die beste Lösung?

- Regulierung hat einen Preis. Sie verursacht Anpassungskosten
- Die Kosten sind nicht transparent
- Um unerwünschte Ausweichreaktionen zu unterbinden sind häufig immer wieder neue Regulierungen notwendig
- Potentiell hohe gesellschaftliche Kosten der Zielerreichung und unerwünschte Verteilungswirkungen

Regulierung vs. Preise

Preisbasierte Maßnahmen (Steuern, Zertifikate)

- Erreichung des gesetzten/optimalen Ausmaßes der Externalität zu gesamtgesellschaftlich minimalen Kosten: Vermeidung erfolgt dort, wo gesellschaftliche Kosten den Nutzen aus der Aktivität übersteigen
- Externer Effekt im gesellschaftlichen Optimum nicht zwangsläufig Null (Wieso? Verteilungswirkungen?)

Aber:

- Akzeptanzprobleme: mangelndes Verständnis der Funktionsweise; „scheinbar“ unsozial/ungerecht
- Trial und Error Prozess, da optimale Preise abseits des Optimums nicht bekannt sind
- Schwierig umzusetzen (politisch, organisatorisch, Transaktionskosten)

Zertifikatshandel vs. Steuer

Einnahmen

- Einnahmen aus Steuer kann verwendet werden, z.B. zur Kompensation an ärmere Haushalte
- Bei Zertifikaten fallen Einnahmen nur an, wenn diese versteigert werden (bisher wird ein Teil der Zertifikate verschenkt)

Effektivität

- Zertifikatshandel hat den Vorteil, dass die gewünschte Menge durch Ausgabe der Emissionsrechte erreicht werden kann. Es entsteht ein Markt für Emissionen, der Preis lenkt die Anpassung an das Gleichgewicht
- Bei Steuer wird der Preis am Markt für die Verkehrsleistung korrigiert. Es entsteht kein Markt für Emissionen. Der Preis wird vorgegeben und die Emissionen passen sich endogen an. Es ist schwierig, die Steuer so zu setzen, dass die gewünscht Menge an Emissionen erreicht wird.

Vermeidungskosten und Emissionen

Ökonomischer Ansatz: Abwägung von Kosten und Nutzen

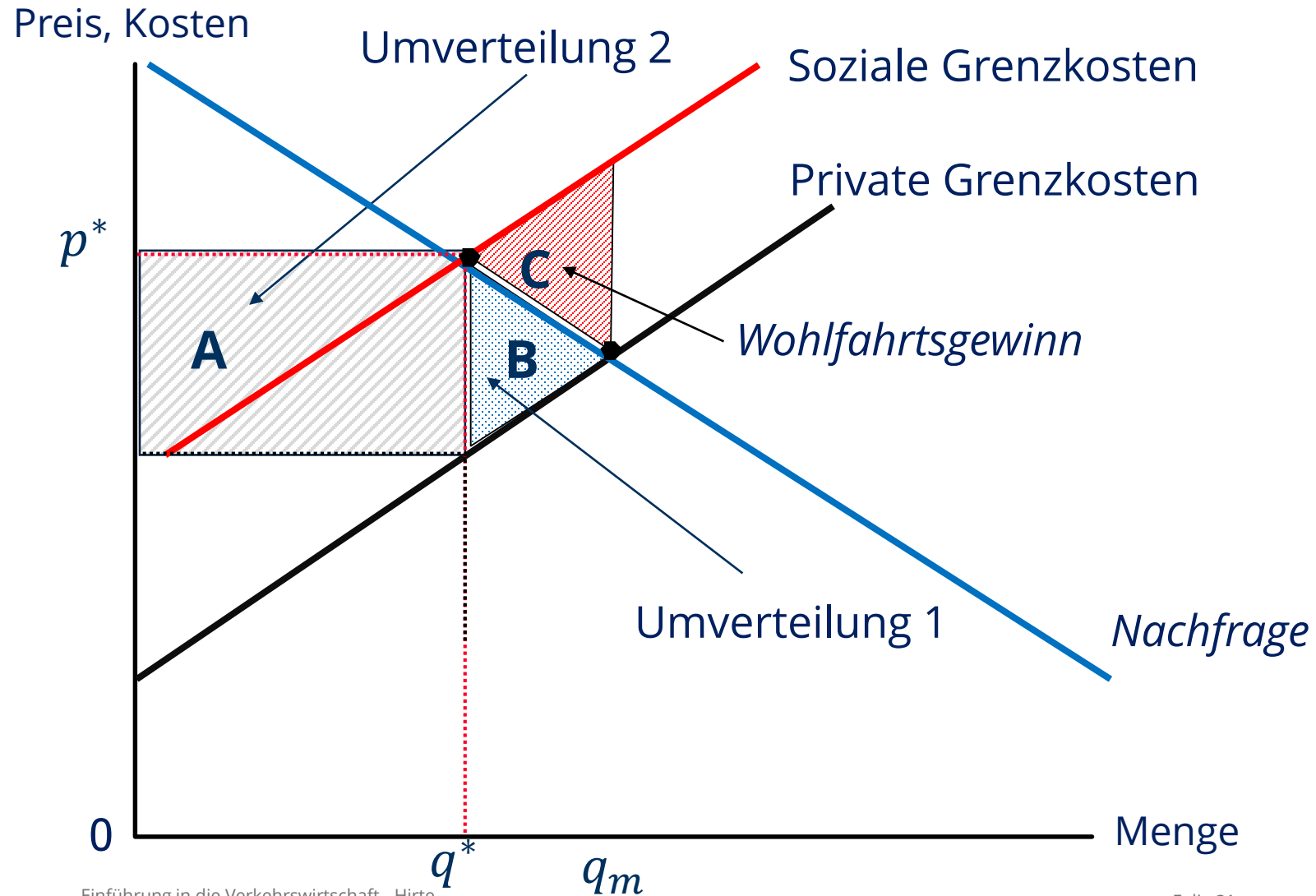
Benefits der Reduktion von Klimagas-Emissionen

- Reduktion von sozialen Kosten des Klimawandels (marginale Kosten!)

Kosten

- Vermeidungskosten / Anpassungskosten (am relevanten Markt)
- Verdrängung aus dem relevanten Markt (Verlust an Konsumenten- und Produzentenrente)
 - Verlagerung „schmutziger“ Produktion
 - Substitution mit anderen Gütern / Leistungen
 - Strukturwandel

Wohlfahrtseffekte der Internalisierung



Wohlfahrtswirkung der Internalisierung

Verlust der Akteure am Markt

- Durch die Steuer wird Aktivität aus dem Markt verdrängt. Damit sinken KR und PR zusammen um B
- Die Akteure am Markt (als Verursacher) zahlen die Steuern, damit **sinken die KR und die PR um A und B**

Sozialer Gewinn außerhalb der Marktaktivität

- Die sozialen Kosten sinken um B und C
- Es entstehen Steuereinnahmen in Höhe von A

Gesamtwohlfahrt

- B sowie A sind Umverteilungen von den Akteuren am Markt zu anderen Personen (aufgrund der Verwendung von Steuern und weniger Schädigung)
- C ist der soziale Gewinn aus der Maßnahme

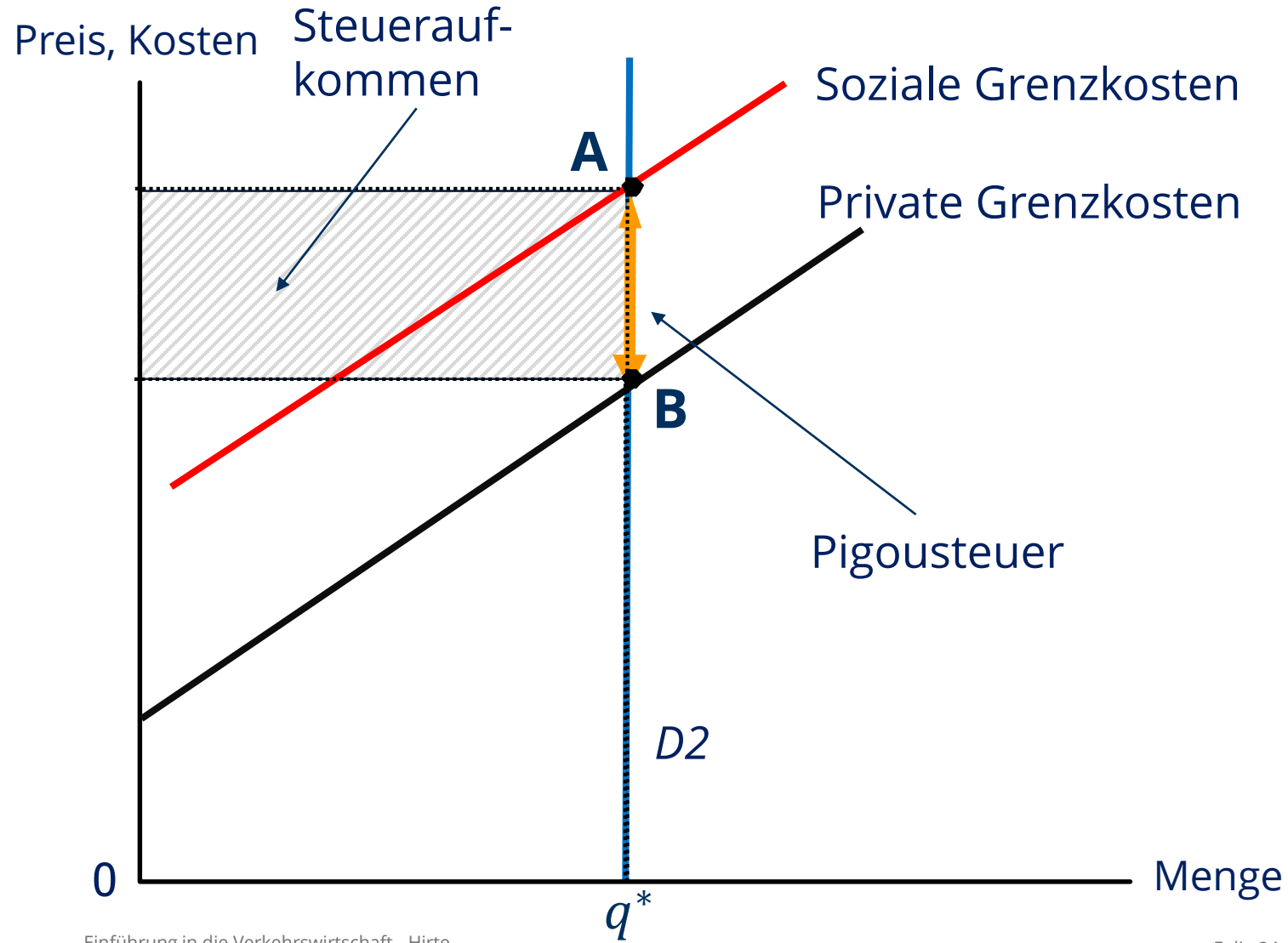
Exkurs: Klimaschutzprogramm

Einführung einer CO₂-Bepreisung in den Sektoren Wärme und Verkehr

- Einrichtung eines nationalen Emissionshandelssystems ([DEHSt](#) beim UBA)
- EU-ETS-Sektoren ausgeschlossen (u.a. Kraftwerke, Industrieanlagen, Luftverkehr)
- Ab 2021 zunächst Festpreissystem (25 €/t in 2021 bis 55 €/t in 2025)
- Ab 2026 Handelssystem (Auktionen, Sekundärmarkt) allerdings Preiskorridor von 55 € bis 65 € (Planungssicherheit!)
- Nutzung der Einnahmen: geplant waren Fördermaßnahmen des Klimaschutzprogramms (u.a. Mehrwertsteuersenkung für Bahntickets), verschiedene Entlastungsmaßnahmen (u.a. EEG-Umlage, Entfernungspauschale)

Siehe: [Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung](#); [CO₂-Preise](#)

Internalisierung und Elastizitäten: unelastische Nachfrage



Nachfrageelastizität und Externe Effekte

- Je höher die Nachfrageelastizität umso geringer ist die Abweichung zwischen effizienter und privater Lösung ohne Internalisierung
- Je höher die Elastizität umso geringer wirkt eine Pigousteuer. Die Pigousteuer ist die Distanz AB. Sie führt dann nur zu einer Umverteilung über die Steuereinnahmen, hat jedoch keine Mengewirkung
- Gibt es das Ziel, weniger externe Kosten zu verursachen, als bei einer ökonomisch effizienten Lösung, haben Preisinstrumente bei sehr geringer Elastizität (in der Grafik vollkommen unelastische Nachfrage) keine Wirkung
- Eine Reduktion der Menge durch Verbote verursacht dann hohe Opportunitätskosten durch den hohen Verlust an Konsumentenrente im Markt für Verkehrsleistungen

Vermeidungskosten und Nullemissionsziel

Vermeidungskosten

- Anpassungskosten durch Reduktion von Emissionen bei Verkehrsleistungen
- Anpassungskosten durch Verdrängung aus dem Markt (Strukturwandel, räumliche Verlagerung)
- Die Grenzkosten der Vermeidung von Emissionen wachsen quadratisch mit dem erreichten Niveau an Emissionen

Was passiert, wenn Emissionen gegen Null gehen sollen?

- Was passiert, wenn die ausgegebenen Zertifikate gegen Null gehen (2039?)?
- Was passiert, wenn Emissionen verboten werden?

Problem sich überlagernder Politikmaßnahmen

Vorteile von **Synergieeffekten**

- Die Reduktion einer Externalität hat i.d.R. auch die Reduktion anderer Externalitäten zur Folge (Staugebühr -> weniger Staus -> weniger Benzinverbrauch -> weniger CO2-Emissionen; weniger Unfälle; weniger lokale Luftverschmutzung)
- Folge: weniger und weniger starke Instrumente sind nötig

Politikmix:

- Viele Instrumente: Flottenziele, CO2-Komponente in KFZ-Steuer, CO2 Gebühr – ETS II, Energiesteuer, CO2-Komponente in der LKW-Maut möglich
- Probleme: nicht gut abgrenzbar, Intervention kaum quantitativ bestimmbar

Soziale Kosten des Straßen- verkehrs

Staukosten

Emissionen

Lärm

Unfälle

Luftverschmutzung

Infrastrukturkosten

Straßen- benutzungs- gebühren

Straßenbenutzungsgebühren (LKW, PKW) als
Finanzierungs- und Lenkungsinstrument

Gebühren für Autobahnen, Einzelbauwerke und
Innenstädte

Lkw-Maut auf Bundesfernstraßen

Zeitabhängige Lkw-Autobahnmaut

- 1995-2004 Eurovignette
- Etwa 450 Mio. Euro Einnahmen pro Jahr

Entfernungsabhängige Lkw-Autobahnmaut

- Seit 2005
- Distanz-, schadstoffklassen- achsanzahl- und gewichtsabhängige (seit 2019) Gebührenstruktur
- Betrieb Erhebungssystem: TollCollect (Eigentümer: Bund; ehemals Deutsche Telekom, Daimler & Cofiroute)

Ziele

- Verursachergerechtere Anlastung der Wegekosten
- Sicherung der Finanzierung des weiteren Ausbaus und der Unterhaltung der Verkehrsinfrastruktur
- Schaffung eines Anreizes zur Verlagerung des Gütertransports auf Schiene und Wasserstraße und zum effizienteren Einsatz der Lkw
- Förderung innovativer Technologien

Wegekosten und externe Kosten

Ermittlung der Wegekosten (Infrastrukturkosten) und externen Kosten mittels Wegekostengutachten (2023-2027)

- Gesetzliche Grundlage:
 - EU-Recht: RL 1999/62/EG (Wegekostenrichtlinie) zuletzt geändert durch RL 2022/362/EU (Folge: Aktualisierung externe Kosten)
 - Nationales Recht: Bundesfernstraßenmautgesetz (BFStrMG)

Vollkostenrechnung → Umlegung der Fixkosten, FDC-Preise

Anlastung externer Kosten ist möglich (RL 2011/76/EU)

- 2015-2018: lediglich Luftverschmutzung
- Seit 2019: Luftverschmutzung & Lärmbelastung
- Änderungen nach RL 2022/362/EU: auch Anlastung CO₂ & Staugebühr möglich; stärkere Berücksichtigung von Luftverschmutzung und Lärm (bereits Auswirkungen auf Maut 2023)

LKW-Maut Tarife

Differenzierung nach

- Schadstoffklasse
- Achs- und Gewichtsklasse
- Infrastrukturkosten: 6,7 bis 15,5 Cent/km (Kostendeckung, VKR)
- Luftverschmutzung: 1,5 bis 18,7 Cent/km (verursachte Kosten)
- Lärmbelastung: 1,2 bis 1,6 Cent/km (verursachte Kosten)
- Mautsatz gesamt: 9,8 bis 35,4 Cent/km
- Deutliche Steigerung bei Anteil Luftverschmutzung und Lärm gegenüber 2022

Prognostizierte Einnahmen 2023-2027: ca. 41,5 Mrd. €

Diskussion zur LKW-Maut

Grundsätzlich sollte Verursacher seine sozialen Grenzkosten tragen (Polluters Pay Principle) → Durch Lkw verursachte soziale Grenzkosten (z.B. pro Fahrt, pro km) sind relevant

Soziale Grenzkosten ergeben sich aus privaten Grenzkosten zuzüglich externer Grenzkosten wie Lärm, Luftverschmutzung, Stau etc.

Was ist mit den Fixkosten der Infrastruktur?

- Vollkostenpreise
- Nachfrageorientierte Preise (z.B. elastizitätsbasiert)
- Finanzierung aus Staatshaushalt (Steueraufkommen)
- Finanzierung aus Einnahmen der Bepreisung externer Effekte (z.B. Stauegebühren)

Maut für Einzelbauwerke

Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz (1994)

- Möglichkeit der Bildung einer öffentlich-privaten Partnerschaft: Private Unternehmen übernehmen Finanzierung, Bau, Betrieb und Erhaltung von Brücken, Tunneln oder Gebirgspässen
- Unternehmen erhalten im Gegenzug das Recht auf Mauterhebung
- Grundidee: Nutzer haben Zahlungsbereitschaft für den Straßenabschnitt (höherer Nutzen z.B. durch Zeitersparnis), Mauterhebung refinanziert die Infrastrukturkosten und generiert eine angemessene unternehmerische Rendite

Beispiele (F-Modelle)

- Warnowtunnel Rostock
- Herrentunnel Lübeck

Innenstadtmaut

Ziele

- Reduktion des innerstädtischen Staus ("Congestion Charge" nach Pigou)
- Reduktion weiterer externer Effekte (Luftverschmutzung, Lärm)
→ Maut vs. Umweltzone/Fahrverbote
- Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturvorhaben
- Generierung kommunaler Einnahmen

Anwendungsfälle (Auswahl)

- Singapur (seit 1975, Staureduktion)
- Bergen (seit 1985, Finanzierungsinstrument)
- Oslo (seit 1990, Finanzierungsinstrument)
- London (seit 2003, Staureduktion)
- Mailand (seit 2006, Reduktion von Staus und Luftverschmutzung)
- Stockholm (seit 2006, Reduktion von Staus und Luftverschmutzung)

Soziale Kosten im Schienen- verkehr

Lärm

Infrastruktur

Emissionen (Diesel, Stromproduktion)

Verspätungskosten

Emissionen in der Schifffahrt

Schweröl und Schwefelemissionen

Treibhausgasemissionen

Integration der Schifffahrt in den
Emissionshandel

Schwefelemissionen

- Seeschiffe werden zum großen Teil mit Schweröl betrieben.
- Schweröl: Rückstandsöl aus Raffinerien, bei Aufbereitung für Schiffe fallen Rückstandsschlämme an (Sludge)
- Schweröl enthält mehr Schwefel und Schadstoffe als auf Land genutzte Kraftstoffe.
- Folge: Hohe Belastung der Luft mit Schwefeloxiden, Stickstoffoxiden, Ruß und Feinstaub
- Einrichtung von Emissionssondergebieten/Schwefelkontrollgebieten (z.B. Nord- und Ostsee): Grenzwert Schwefelgehalt in Kraftstoff (um ein Vielfaches höher als an Land)
- Technische Lösungen: Marinedieselöl, LNG, Entschwefelung von Abgasen

Treibhausgasemissionen und Emissionshandel

Schifffahrt erzeugt ca. 3 % der weltweiten Treibhausgasemissionen

IMO-Resolution: THG-Reduktion im Seeverkehr bis 2050 um mindestens 50 % im Vergleich zu 2008

Schrittweise Integration der Schifffahrt in den EU-Emissionshandel ab 2024 geplant

Schaffung eines Innovationsfonds

- Zweck: Förderung nachhaltiger Schifffahrt, Schutz maritimer Lebensräume
- Finanzierung: Teil der Einnahmen aus Versteigerung der Emissionszertifikate

Integration der Schifffahrt in EU-ETS

- Seit 2018 Meldung von CO₂-Emissionen bei Ziel/Start von EU-Häfen (intra-EU-Handel)
- Emissionen der Schifffahrt bei Integration über ETS-Cap gedeckelt
- Schifffahrtsunternehmen müssen Zertifikate erwerben → Emissionen bekommen einen Preis
- Neben CO₂ u.a. auch Berücksichtigung von Methan und Lachgas
- Anwendung auf große Schiffe (über 5000 GT)
- Emissionen des Schiffverkehrs innerhalb Europas, d.h. Emissionen von Schiffen die EU-Häfen anlaufen und dies unabhängig vom Sitz des Schiffseigentümers (2024 40 %, 2025 75 % und 2026 100 % der Emissionen)
- Verkehr zwischen EU- und Nicht-EU-Häfen: 50 % der Emissionen werden angesetzt
- Prüfung bis 2025: Aufnahme kleinerer Frachtschiffe und Schiffe für Fischfang
- Prüfung bis 2028: Aufnahme internationaler Schiffsverkehr in die EU zu 100 %
- Forderung: Globaler Emissionshandel in der Schifffahrt auf IMO-Ebene

Soziale Kosten des Luftverkehrs

Emission durch Kerosinverbrennung

Lärm

Staus (Verspätung)

Infrastruktur: Flughäfen, Flugsicherung

Europäischer Luftverkehr und FIT-to-55

- Flüge innerhalb der EU sind in das EU-Emissionshandelsystem (ETS) integriert
 - Bis Ende 2023 werden 82% der Zertifikate kostenlos ausgeben
 - Ab 2026 müssen alle Zertifikate erworben werden
- Überprüfung anderer klimaschädigender Emissionen bis 2027 (NO_x, Kondensstreifen, Wasser)
- Für Flüge zwischen EU und EWR gilt das CORSIA Abkommen
- Kerosin für Flüge über EU und EWR Grenzen ist nicht in das ETS integriert
- Förderung von SAF (Sustainable Aviation Fuels) durch reduzierte ETS Integration. Ab 2026 Finanzierung der Entwicklung von SAF durch Erlöse aus den Zertifikatsauktionen
- Bisher keine Besteuerung von gewerblichen Flügen in der EU und internationalen Flügen. Soll ab bis 2033 stufenweise eingeführt werden (Vorschlag EU-Kommission)

Quelle: Scheelhaase, Grimme, Maertens: neue Klimaschutzregeln für den europäischen Luftverkehr, Wirtschaftsdienst 103 (2), 118-122.

Gebühren an Flughäfen

Flughäfen erheben teilweise Gebühren für

- Lärm
 - z.B. Halle-Leipzig zwischen 0 und 2892 EUR pro Landung, mit Nachtzuschlag bis 300%
- Luftverschmutzung (NO_x)
 - I.d.R. über eine Gewichts-Gebühr pro Start und Landung erhoben
- Verspätung
- Zeitabhängige Landengebühren (dienen als Staugebühren)

Literatur

Button K, 2010. *Transport Economics*. 3rd Edition. Cheltenham: Edgar Elgar.

The CoreTeam, *The Economy*. <https://www.core-econ.org/project/core-the-economy/> (wird in der EVWL verwendet, das Buch gibt es auch auf Deutsch; alternativ jedes andere VWL Einführungsbuch)