WIRTSCHAFTSPOLITIK

06 – EXTERNE EFFEKTE UND UMWELTPOLITIK

Julian Hinz

Bielefeld, 14. Mai 2025

MARKTVERSAGEN

HAUPTSÄTZE DER WOHLFAHRTSTHEORIE

- Der Marktmechanismus als Allokationsinstrument: Eigentumsrechte + Handel
- 1. Hauptsatz: Marktgleichgewichte sind Pareto-effizient
- 2. Hauptsatz: Jedes Pareto-Optimum ist als Marktgleichgewicht erreichbar (durch Umverteilung).
  - → starke Rechtfertigung für Marktlösungen?
  - → staatliche Eingriffe (außer Umverteilung) unnötig/schädlich?
- Aber: Gilt nur unter idealisierten Annahmen!

MARKTVERSAGEN: VERLETZUNG DER ANNAHMEN

Marktversagen

Situationen, in denen der Marktmechanismus *nicht* zu einer Pareto-effizienten Allokation führt.

- Wenn Marktversagen vorliegt, können staatliche Eingriffe potenziell die Effizienz verbessern

MARKTVERSAGEN: VERLETZUNG DER ANNAHMEN

- Gründe für Marktversagen (Verletzung der Annahmen der Hauptsätze):
  - Asymmetrische Information: Moral Hazard, Adverse Selection (vor ein paar Wochen)
  - Marktmacht: Monopole, Oligopole
  - Öffentliche Güter (Nächste VL)
  - Externe Effekte (Heute!)

→ Aber Vorsicht: Staatsversagen ist auch möglich!

EXTERNE EFFEKTE

DEFINITION: EXTERNE EFFEKTE

Externer Effekt

Ein externer Effekt (oder eine Externalität) liegt vor, wenn die Handlung eines Wirtschaftsakteurs (Produzent oder Konsument) die Produktionsmöglichkeiten oder den Nutzen eines anderen Akteurs direkt beeinflusst, ohne dass dieser Einfluss über den Preismechanismus kompensiert wird.

DEFINITION EXTERNE EFFEKTE

- “Direkt”: Nicht über Marktpreise, Kosten/Nutzen sind für den Verursacher irrelevant
- Negativer externer Effekt: Handlung schädigt Dritte, Private Kosten < Soziale Kosten

  → z.B. Umweltverschmutzung, Lärm
- Positiver externer Effekt: Handlung nützt Dritten, Privater Nutzen < Sozialer Nutzen

  → z.B. Impfung, Grundlagenforschung, Bienenzucht neben Obstplantage
- Quellen: Produktion (z.B. Fabrik verschmutzt Fluss) oder Konsum (z.B. laute Musik stört Nachbarn)

INEFFIZIENZ DURCH EXTERNALITÄTEN

- Akteure berücksichtigen bei Entscheidungen nur private Kosten und Nutzen

  → Externe Kosten oder Nutzen werden ignoriert

- Bei negativen Externalitäten: Tendenz zu Überproduktion/-konsum der schädigenden Aktivität aus gesellschaftlicher Sicht

  → Marktmenge > Effiziente Menge

- Bei positiven Externalitäten: Tendenz zu Unterproduktion/-konsum der nützlichen Aktivität aus gesellschaftlicher Sicht

  → Marktmenge < Effiziente Menge

- Marktergebnis nicht Pareto-effizient.

BEISPIEL: PAPIERFABRIK UND FISCHZUCHT

- Unternehmen 1: Papierfabrik (Output x_1)
- Unternehmen 2: Fischzucht (Output x_2)
- Annahme: Papierfabrik leitet Schadstoffe in Fluss: ($x_1 \uparrow \Longrightarrow$ Verschmutzung $\uparrow$)

  $\rightarrow$ Externer Effekt: Verschmutzung erhöht Kosten der Fischzucht

BEISPIEL: PAPIERFABRIK UND FISCHZUCHT

- Kostenfunktionen Papierfabrik: $c_1(x_1) = \alpha_1 x_1^2 \implies c_1'(x_1) = 2\alpha_1 x_1$ (mit $\alpha_1 > 0$)
- Kostenfunktionen Fischzucht: $c_2(x_1, x_2) = \alpha_2 x_2^2 + \beta x_1 x_2$ (mit $\alpha_2 > 0, \beta > 0$)
- Grenzkosten Fisch: $\frac{\partial c_2}{\partial x_2} = 2\alpha_2 x_2 + \beta x_1 > 0$

  $\rightarrow$ steigende GK Fisch: $\frac{\partial^2 c_2}{\partial x_2^2} = 2\alpha_2 > 0$
- negativer externer Effekt: $\frac{\partial c_2}{\partial x_1} = \beta x_2 > 0$

  $\rightarrow$ mehr Papierproduktion x_1 erhöht Gesamtkosten für jeden x_2
- Verschmutzung erhöht GK Fischzucht: $\frac{\partial^2 c_2}{\partial x_1 \partial x_2} = \beta > 0$

MARKTLÖSUNG VS. KOOPERATIVE LÖSUNG

- Marktpreise exogen: p_1, p_2
- Ziel: Gewinnmaximierung: $\Pi_i = p_i x_i - c_i$
- Marktlösung: Jedes Unternehmen maximiert eigenen Gewinn
- Unternehmen 1:

$$\max_{x_1} \quad p_1 x_1 - \alpha_1 x_1^2$$

$$\Longrightarrow \quad \frac{\partial \Pi_1}{\partial x_1} = p_1 - 2\alpha_1 x_1 = 0$$

$$\Longrightarrow \quad x_1^M = \frac{p_1}{2\alpha_1}$$

MARKTLÖSUNG VS. KOOPERATIVE LÖSUNG

- Unternehmen 2:

$$\max_{x_2} \quad p_2 x_2 - (\alpha_2 x_2^2 + \beta x_1^M x_2)$$

$$\Longrightarrow \quad \frac{\partial \Pi_2}{\partial x_2} p_2 - 2\alpha_2 x_2 - \beta x_1^M = 0$$

$$\Longrightarrow \quad x_2^M = \frac{p_2 - \beta x_1^M}{2\alpha_2}$$

→ Unternehmen 1 ignoriert den Effekt auf Unternehmen 2

MARKTLÖSUNG VS. KOOPERATIVE LÖSUNG

- Kooperative Lösung: Maximiere Gesamtgewinn $\Pi^K = \Pi_1 + \Pi_2$

$$\Pi^K = p_1 x_1 - \alpha_1 x_1^2 + p_2 x_2 - (\alpha_2 x_2^2 + \beta x_1 x_2)$$

$$x_1 : \Longrightarrow \frac{\partial \Pi^K}{\partial x_1} = p_1 - 2\alpha_1 x_1 - \beta x_2 = 0 \Longrightarrow p_1 = 2\alpha_1 x_1^K + \beta x_2^K$$

$$x_2 : \Longrightarrow \frac{\partial \Pi^K}{\partial x_2} = p_2 - 2\alpha_2 x_2 - \beta x_1 = 0 \Longrightarrow p_2 = 2\alpha_2 x_2^K + \beta x_1^K$$

VERGLEICH

- BEO für x_1 in der Marktlösung: $p_1 = 2\alpha_1 x_1^M$
- BEO für x_1 in der kooperativen Lösung: $p_1 = 2\alpha_1 x_1^K + \beta x_2^K$
  - → $\beta x_2^K > 0$ ist marginaler Externer Schaden
  - → mit $\beta x_2^K > 0$ muss $2\alpha_1 x_1^K < 2\alpha_1 x_1^M$ gelten um die Gleichung zu erfüllen
  - → $x_1^K < x_1^M$ (solange $x_2^K > 0$)

VERGLEICH

- unkoordinierte Marktlösung führt zu *überhöhter* Produktion von Papier (x_1) im Vergleich zum sozialen Optimum
- Gesamtgewinn in kooperativer Lösung höher: $\Pi^K(x_1^K, x_2^K) > \Pi_1(x_1^M) + \Pi_2(x_1^M, x_2^M)$

  $\rightarrow$ Pareto-Verbesserung möglich: Unternehmen 2 könnte Unternehmen 1 für Reduktion von x_1 kompensieren
- Effizienzbedingung (aus kooperativer BEO für x_1): $p_1 - 2\alpha_1 x_1 = \beta x_2$

  $\rightarrow$ GK Papierproduktion (Preis) minus private GK der Papierproduktion = marginaler externer Schaden bei Fischzucht

PRIVATE LÖSUNGEN: DAS COASE-THEOREM

IDEE VON RONALD COASE (1960)

- Argument: Problem bei Externalitäten nicht Effekt selbst, sondern Fehlen von Märkten bzw. klar definierter und handelbarer Eigentumsrechte bezüglich des externen Effekts

  → z.B. Recht auf saubere Luft/Wasser vs. Recht auf Emission

- Wenn solche Rechte existieren und gehandelt werden können, könnten die betroffenen Parteien privat eine effiziente Lösung aushandeln

IDEE VON RONALD COASE (1960): BEISPIEL PAPIER/FISCH

- Fall 1: Fischfarm hat Recht auf sauberes Wasser

  → Papierfabrik muss zahlen, um verschmutzen zu dürfen

- Fall 2: Papierfabrik hat Recht zu verschmutzen

  → Fischfarm muss zahlen, damit Fabrik weniger verschmutzt

- Coase argumentiert: Ergebnis der Verhandlung (das Ausmaß der Verschmutzung x_1) sollte in beiden Fällen effizient sein (x_1^K)

DAS COASE-THEOREM

Coase-Theorem

Wenn Eigentumsrechte klar definiert und durchsetzbar sind und keine Transaktionskosten bei Verhandlungen anfallen, dann werden private Akteure durch Verhandlungen eine Pareto-effiziente Allokation der Ressourcen erreichen, unabhängig davon, wie die Eigentumsrechte ursprünglich verteilt waren.

- ohne Transaktionskosten ist Problem externer Effekte durch private Verhandlungen lösbar

  → staatliche Eingriffe zur Effizienzsteigerung sind unnötig
- Aber: Verteilung des Gewinns aus Verhandlung hängt von initialer Verteilung der Eigentumsrechte ab!
- (Weitere implizite Annahme oft: Vollständige Information über Kosten/Nutzen).

GRENZEN DES COASE-THEOREMS

- Warum funktioniert die Coase-Lösung in der Realität oft nicht?

- Hohe Transaktionskosten:
  - Kosten der Informationsbeschaffung
  - Kosten der Verhandlungsführung (Anwälte, Zeit)
  - Kosten der Vertragsdurchsetzung und Überwachung
- Viele Beteiligte: Verhandlungen werden extrem komplex und teuer
  → z.B. Luftverschmutzung durch Tausende Verursacher und Millionen Betroffene
  → Free-Rider-Probleme bei Verhandlungen

GRENZEN DES COASE-THEOREMS

- Unklare oder nicht durchsetzbare Eigentumsrechte: Wer hat das Recht auf “Ruhe” oder “saubere Luft”?

  → Wie misst/kontrolliert man die Einhaltung?

- Asymmetrische Information: Parteien kennen Kosten/Nutzen der anderen nicht genau

  → vgl. Myerson-Satterthwaite: Effiziente Einigung bei privater Info und freiwilliger Teilnahme oft unmöglich

- In vielen relevanten Fällen (insbes. Umweltprobleme) sind private Verhandlungen keine realistische Lösung

  → staatliches Handeln kann notwendig werden

STAATLICHE UMWELTPOLITISCHE INSTRUMENTE

MOTIVATION FÜR STAATLICHES HANDELN

- Externe Effekte, besonders im Umweltbereich, führen zu Marktversagen

  → Private Verhandlungen nach Coase scheitern oft an Transaktionskosten, vielen Beteiligten oder Informationsproblemen

- Rolle des Staates: Korrektur des Marktversagens durch geeignete Instrumente, um eine effizientere Allokation zu erreichen.

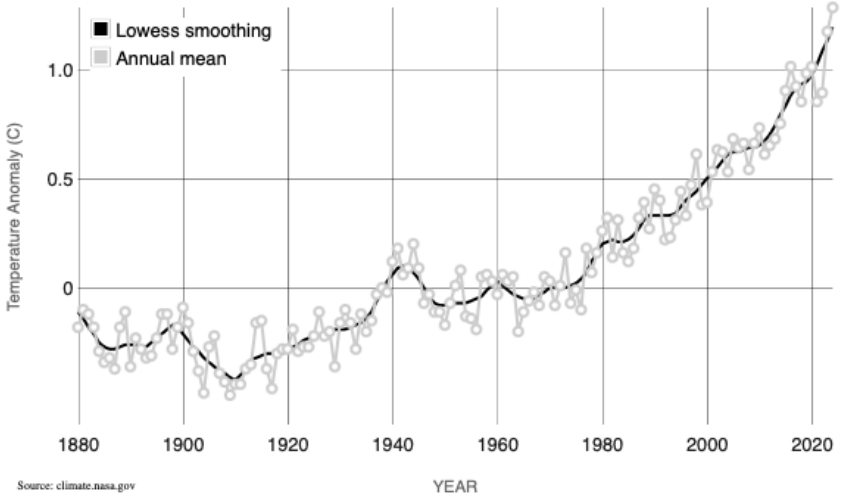
- Fokus hier: Umwelt- bzw. Klimapolitik als Beispiel einer globalen Externalität

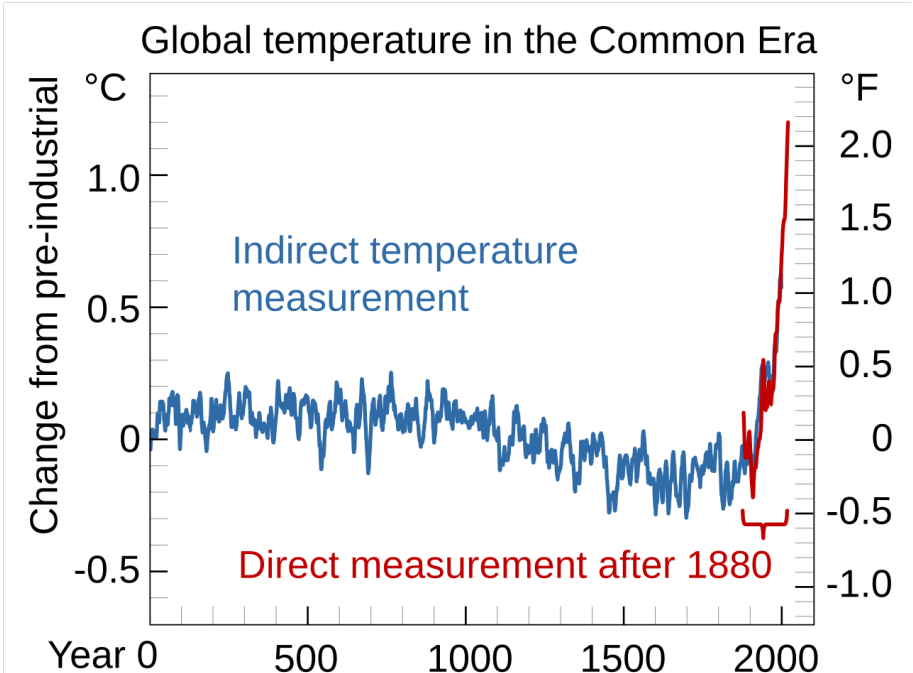
KONTEXT: KLIMAWANDEL ALS GLOBALE EXTERNALITÄT

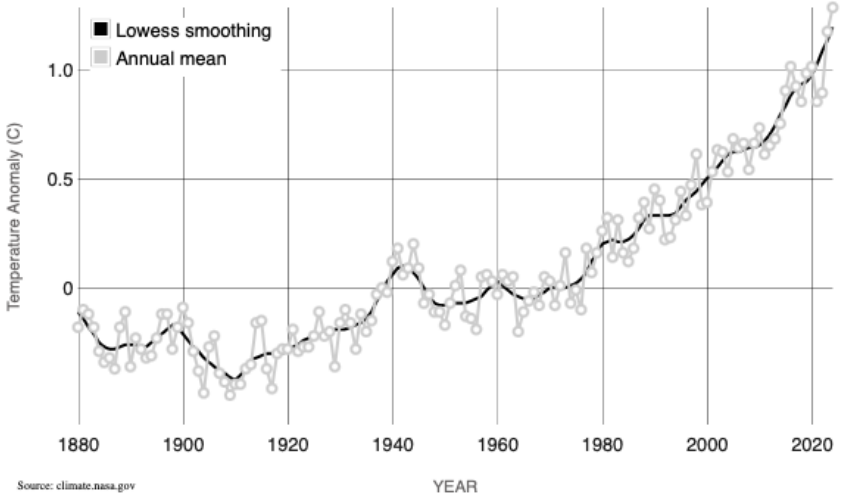
- CO_2-Emissionen eines Akteurs schädigen über den Klimawandel alle anderen (negativer externer Effekt)
- Atmosphäre als globales öffentliches Gut

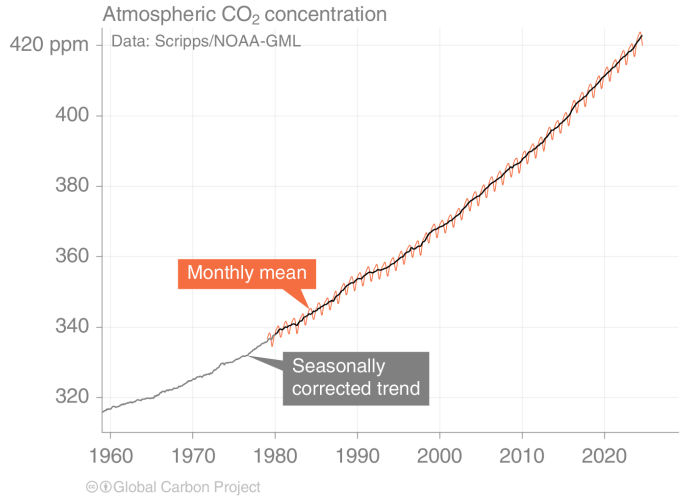
  → Ohne Regulierung: Überemission von CO_2.
- "Climate change … greatest and widest-ranging market failure ever seen" (Stern 2006)
- Internationale Dimension:

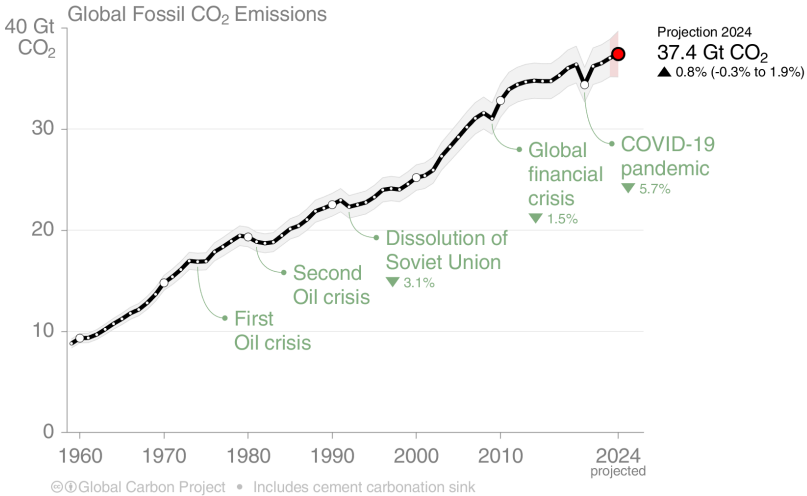
  → Nutzen der Vermeidung global, Kosten national → Anreiz zum *Free-Riding*
- Herausforderung: Verbleibendes CO_2-Budget ist knapp

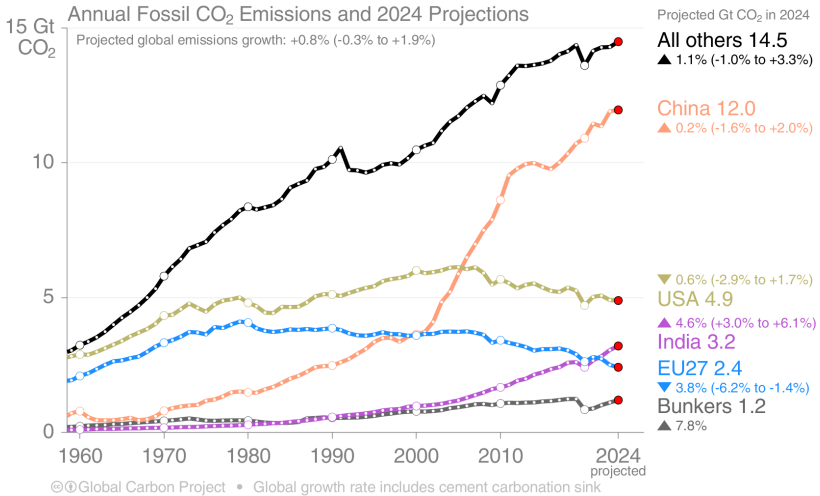

Lowess smoothing
Annual mean
1.0
0.5
0
Temperature Anomaly (C)
1880
1900
1920
1940
1960
1980
2000
2020
YEAR
Source: climate.nasa.gov

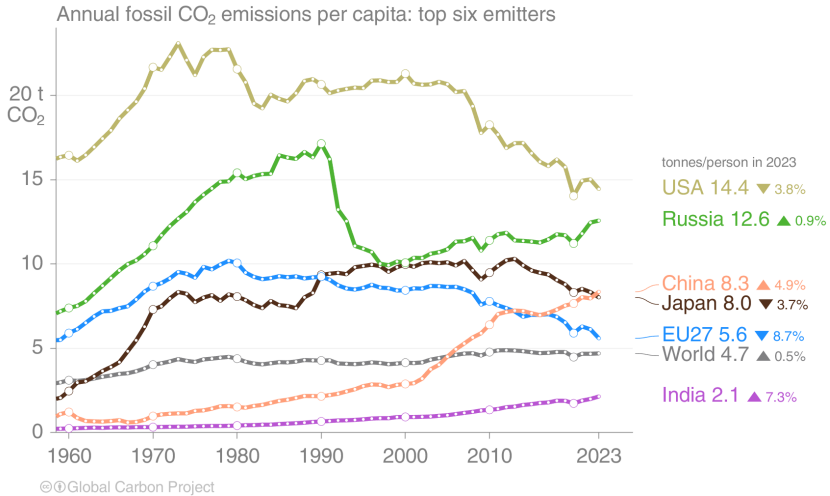

Global temperature in the Common Era
Change from pre-industrial
°C
1.0
0.5
0
-0.5
°F
2.0
1.5
1.0
0.5
0
-0.5
-1.0
Indirect temperature measurement
Direct measurement after 1880
Year 0
500
1000
1500
2000

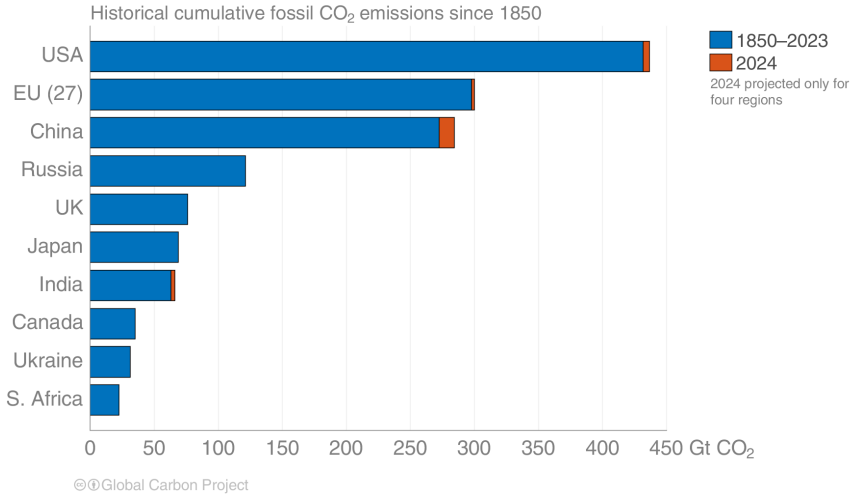

Lowess smoothing
Annual mean
1.0
0.5
0
Temperature Anomaly (C)
1880
1900
1920
1940
1960
1980
2000
2020
YEAR
Source: climate.nasa.gov

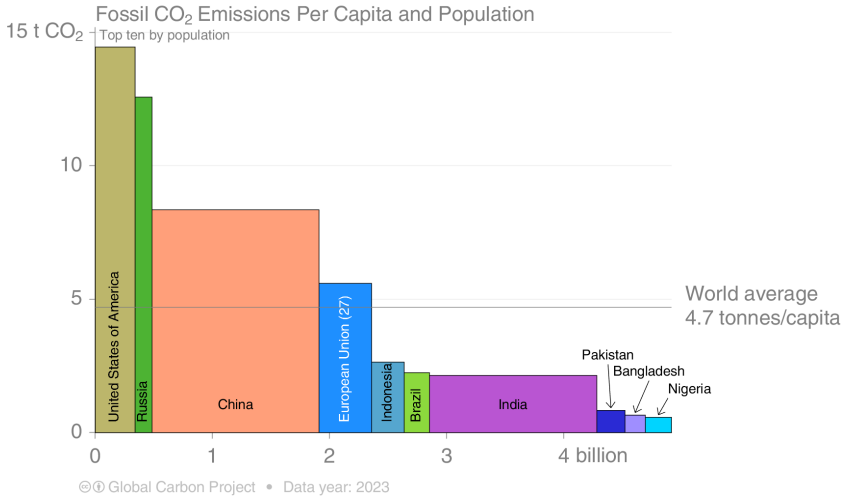

Atmospheric CO_2 concentration
Data: Scripps/NOAA-GML
420 ppm
400
380
360
340
320
Monthly mean
Seasonally corrected trend
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
Global Carbon Project

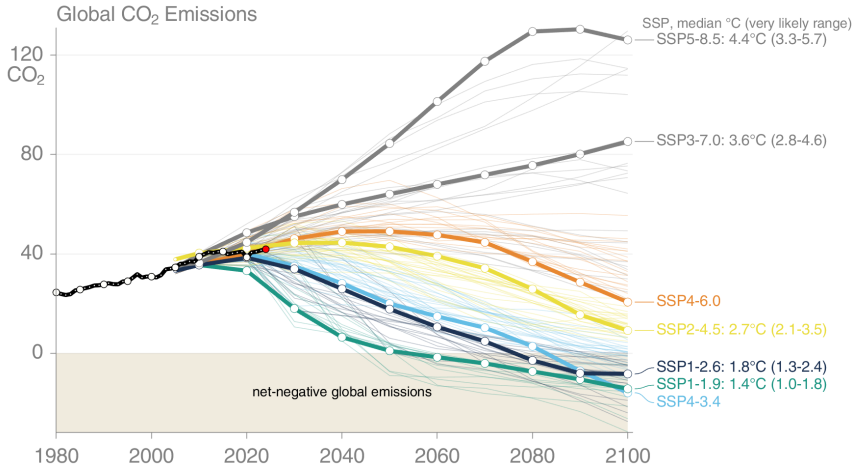

Global Fossil CO_2 Emissions
40 Gt CO_2
30
20
10
0
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2024
projected
Projection 2024
37.4 Gt CO_2
▲ 0.8% (-0.3% to 1.9%)
COVID-19 pandemic
▼ 5.7%
Global financial crisis
▼ 1.5%
Dissolution of Soviet Union
▼ 3.1%
Second Oil crisis
First Oil crisis
Global Carbon Project • Includes cement carbonation sink

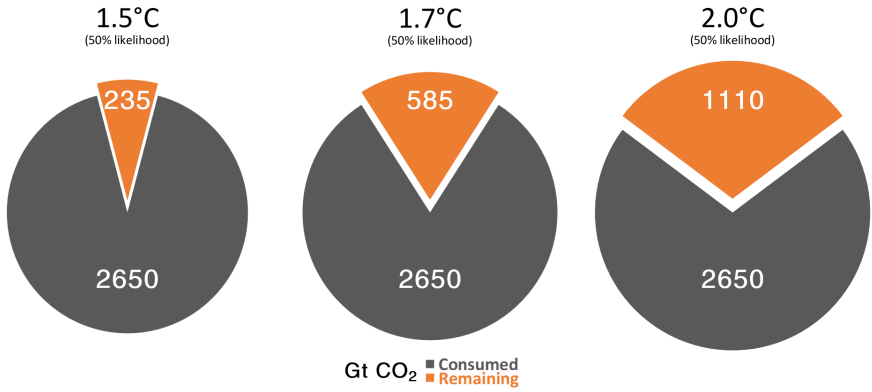

Annual Fossil CO_2 Emissions and 2024 Projections
15 Gt CO_2
Projected global emissions growth: +0.8% (-0.3% to +1.9%)
10
5
0
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2024
projected
Global Carbon Project • Global growth rate includes cement carbonation sink
Projected Gt CO_2 in 2024
All others 14.5
▲ 1.1% (-1.0% to +3.3%)
China 12.0
▲ 0.2% (-1.6% to +2.0%)
▼ 0.6% (-2.9% to +1.7%)
USA 4.9
▲ 4.6% (+3.0% to +6.1%)
India 3.2
EU27 2.4
▼ 3.8% (-6.2% to -1.4%)
Bunkers 1.2
▲ 7.8%


Annual fossil CO_2 emissions per capita: top six emitters
20 t CO_2
15
10
5
0
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2023
tonnes/person in 2023
USA 14.4 ▼ 3.8%
Russia 12.6 ▲ 0.9%
China 8.3 ▲ 4.9%
Japan 8.0 ▼ 3.7%
EU27 5.6 ▼ 8.7%
World 4.7 ▲ 0.5%
India 2.1 ▲ 7.3%
Global Carbon Project


Historical cumulative fossil CO_2 emissions since 1850
USA
EU (27)
China
Russia
UK
Japan
India
Canada
Ukraine
S. Africa
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450 Gt CO_2
1850–2023
2024
2024 projected only for four regions
Global Carbon Project


Fossil CO_2 Emissions Per Capita and Population
Top ten by population
15 t CO_2
10
5
0
United States of America
Russia
China
European Union (27)
Indonesia
Brazil
India
Pakistan
Bangladesh
Nigeria
World average
4.7 tonnes/capita
0
1
2
3
4 billion
Global Carbon Project • Data year: 2023


Global CO_2 Emissions
120
CO_2
80
40
0
net-negative global emissions
1980
2000
2020
2040
2060
2080
2100
SSP, median °C (very likely range)
SSP5-8.5: 4.4°C (3.3-5.7)
SSP3-7.0: 3.6°C (2.8-4.6)
SSP4-6.0
SSP2-4.5: 2.7°C (2.1-3.5)
SSP1-2.6: 1.8°C (1.3-2.4)
SSP1-1.9: 1.4°C (1.0-1.8)
SSP4-3.4
Global Carbon Project • Data: Riahi et al (2017), Rogelj et al (2018), SSP Database (version 2)



Global Carbon Project

BEURTEILUNGSKRITERIEN FÜR INSTRUMENTE

- Statische Effizienz: geringste Gesamtkosten für ein gegebenes Ziel
- Dynamische Effizienz: Anreiz für Innovation und Technologiewechsel
- Treffsicherheit: erreicht das Instrument das Umweltziel zuverlässig
- Weitere Kriterien: Verteilung, politische Akzeptanz, Administration, Flexibilität

ÜBERBLICK: INSTRUMENTE DER UMWELTPOLITIK

- Auflagen (Gebote und Verbote)
- Umweltabgaben (Pigou-Steuer)
- Handelbare Zertifikate (Cap & Trade)
- Haftungsrecht

AUFLAGEN

- Staat legt direktes Verhalten fest
- Beispiele:
  - Emissionsgrenzwerte pro Anlage oder pro Outputeinheit (z.B. g CO_2/kWh)
  - Technologievorschriften (z.B. Einbau bestimmter Filter)
  - Verbot bestimmter Substanzen oder Verfahren

AUFLAGEN: BEWERTUNG

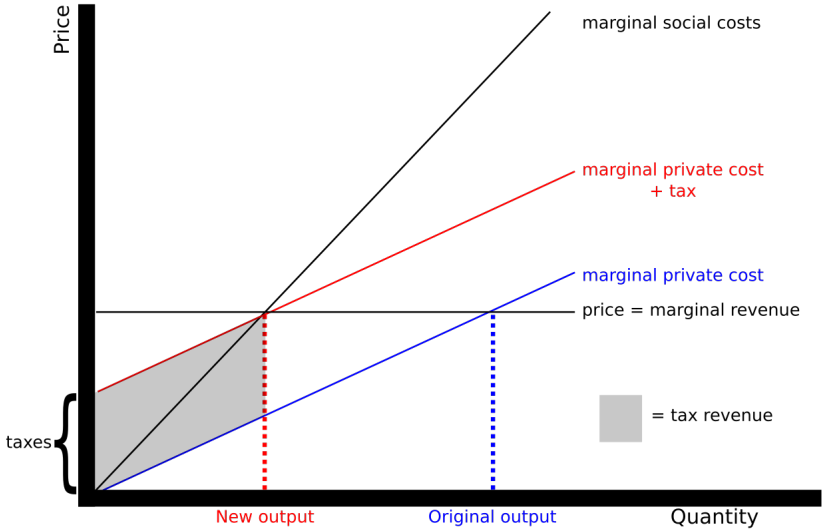
- Statische Effizienz: gering; gleiche Grenzwerte ignorieren heterogene Grenzvermeidungskosten
- Dynamische Effizienz: gering; kaum Anreiz unter den Grenzwert zu gehen
- Treffsicherhei: problematisch bei Grenzwerten pro Outputeinheit (“Rebound-Effekt”)
- Vorteil: einfache Kontrolle bei hochgiftigen Stoffen

PIGOU-STEUER

- Idee (Arthur Pigou, 1920): Mache Externalität zum Teil der privaten Kostenkalkulation
- Instrument: Steuer t pro Einheit der schädigenden Aktivität (z.B. pro Tonne CO_2)
- Optimaler Steuersatz: Höhe der Steuer = Marginaler externer Schaden
- Unternehmen internalisieren die Steuer in ihre Entscheidung

  → Private Grenzkosten + Steuersatz = Soziale Grenzkosten.
- Unternehmen wählen Emissionsniveau so, dass ihre Grenzvermeidungskosten dem Steuersatz entsprechen ($GVK = t$)

  → führt (theoretisch) zur effizienten Emissionsmenge


Price
marginal social costs
marginal private cost
+ tax
marginal private cost
price = marginal revenue
= tax revenue
taxes
New output
Original output
Quantity

PIGOU-STEUER: BEWERTUNG

- Statische Effizienz: hoch; Grenzvermeidungskosten aller Quellen werden angeglichen
- Dynamische Effizienz: hoch; dauerhafter Anreiz, Grenzvermeidungskosten zu senken
- Treffsicherheit: schlecht; erfordert Kenntnis des Schadensverlaufs; falsches t verfehlt Ziel

  → Preis-Standard-Ansatz: Zielmenge vorgeben, Steuer iterativ anpassen

HANDELBARE ZERTIFIKATE: IDEE UND FUNKTIONSWEISE

- Grundidee: Staat legt Gesamtmenge der erlaubten Emissionen fest (“Cap”) und gibt entsprechende Anzahl an Emissionsrechten (“Zertifikaten”) aus
- Zuteilung der Zertifikate:
  - Kostenlos, z.B. “Grandfathering” basierend auf historischen Emissionen
  - Versteigerung
- Handel: Unternehmen können Zertifikate untereinander kaufen und verkaufen

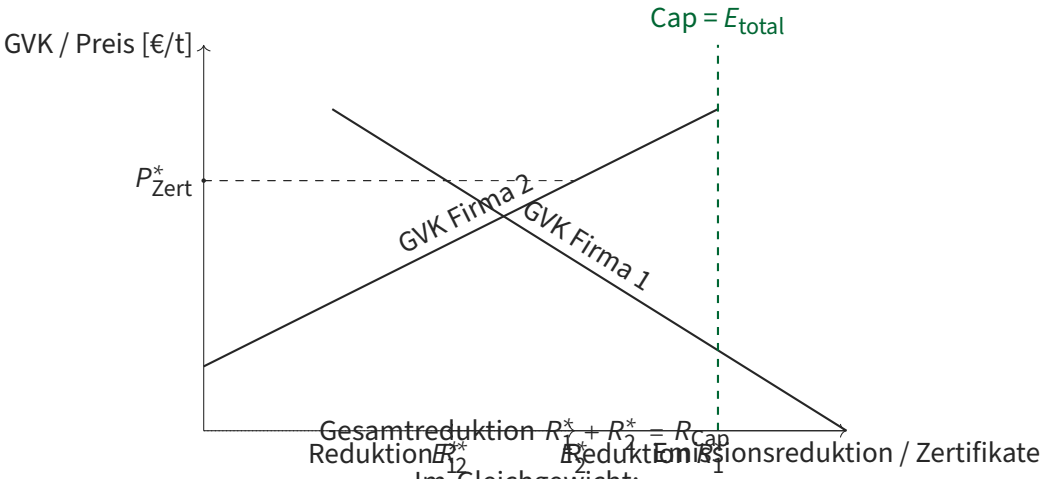
  → Es bildet sich ein Marktpreis für Zertifikate

HANDELBARE ZERTIFIKATE: ANREIZE

- Unternehmen mit hohen GVK kaufen Zertifikate (billiger als vermeiden)
- Unternehmen mit niedrigen GVK vermeiden Emissionen und verkaufen überschüssige Zertifikate (profitabel)

  → im Marktgleichgewicht entspricht der Zertifikatspreis den Grenzvermeidungskosten aller Unternehmen, die noch Emissionen ausstoßen

GRAFIK: HANDELBARE ZERTIFIKATE



Im Gleichgewicht:

$$GVK_1 = GVK_2 = P^*_{Zert}$$

CAP & TRADE: BEWERTUNG

- Statische Effizienz: hoch; Ziel zu minimalen Kosten
- Dynamische Effizienz: gemischt; Anreiz vorhanden, aber Preisunsicherheit
- Treffsicherheit: Menge fix, Preis schwankt
- Zusätzliche Punkte: Verteilung hängt von Erstzuteilung; Marktvolatilität möglich

EU EMISSIONSHANDELSSYSTEM (ETS) ALS BEISPIEL FÜR CAP & TRADE

- Seit 2005, größtes Cap & Trade System weltweit.
- Aktuell in Phase IV (2021-2030).
- ETS 1: Umfasst ca. 10.000 Anlagen in Energiewirtschaft, Industrie und Luftverkehr (ca. 40% der EU-Emissionen). Cap sinkt jährlich. Zunehmend Versteigerung statt kostenloser Zuteilung.
- ETS 2: Geplant ab 2027 für Gebäude und Straßenverkehr. Separates System.
- Herausforderungen & Anpassungen:**
  - Anfangs oft Überschuss an Zertifikaten $\Longrightarrow$ Preisverfall (Phase I/II).
  - Reformen: Backloading, Marktstabilitätsreserve (MSR) seit 2019 zur Mengensteuerung und Preisstabilisierung.
  - Verschärfung des Caps ("Fit for 55").

CO2-PREIS IM EU ETS 1

Quelle: Felbermayr (2024), Daten: Macrobond, EEX.

- Der Preis hat nach Einführung der MSR und Verschärfung der Ziele deutlich angezogen.
- ETS setzt einen (variablen) Preis für CO_2-Emissionen in den abgedeckten Sektoren.

HAFTUNGSRECHT ALS INSTRUMENT

- Idee: Verursacher von Umweltschäden zur Kompensation der Geschädigten verpflichtet

  → internalisiert (potenziell) die externen Kosten in die Kalkulation des Verursachers

- Arten der Haftung:
  - Gefährdungshaftung: Haftung unabhängig vom Verschulden, allein Verursachung

  → Starke Anreize zur Vorsorge
  - Verschuldenshaftung: Haftung nur bei Nachweis von Vorsatz oder Fahrlässigkeit

  → Geringere Anreize, wenn Verschulden schwer nachweisbar
- Anwendbarkeit: Gut bei klar zurechenbaren Schäden, schwierig bei diffusen/ kumulativen Schäden

  → z.B. Chemieunfall, Öltankerunglück vs. allgemeine Luftverschmutzung, Klimawandel

HAFTUNGSRECHT: BEWERTUNG

- Effizienz: potenziell hoch bei Gefährdungshaftung, solange Zahlungspflicht erwartet wird
- Treffsicherheit: abhängig von Beweisbarkeit und Durchsetzung
- Probleme: Kausalitätsnachweis, Insolvenzrisiko, lange Verfahren
- Rolle: wichtiges Ergänzungsinstrument, keine Lösung für globale Externalitäten

INSTRUMENTE IM VERGLEICH

Kriterium	Auflagen	Pigou-Steuer	Zertifikate
Statische Effizienz	–	++	++
Dynamische Effizienz	–	++	+ / o
Treffsicherheit	o / –	–	++
Hauptproblem	Ineffizienz	Schadensinformation	Preisvolatilität
Fokus	Verhalten	Preis	Menge

- Mengensicherheit wichtig: Zertifikate
- Preissicherheit wichtig: Steuer
- Schadenskosten gut bekannt: Steuer

  → Policy-Mix oft sinnvoll

ZUSAMMENFASSUNG

ZUSAMMENFASSUNG

- Externe Effekte verursachen Marktversagen.
- Coase zeigt theoretisch private Lösungen; Praxis scheitert oft an Transaktionskosten.
- Staatliche Instrumente: Vergleich von Instrumenten
- Kein Instrument perfekt: Wahl kontextabhängig, Mix häufig optimal