

Carbon Taxes and CO₂ Emissions: Sweden as a case study

Beispielpräsentation Empirische Studien mit R (M)

Gliederung

- 1 Motivation
- 2 Einführung in Andersson (2019)
- 3 Daten
- 4 Deskriptive Statistik
- 5 Differenzen in Differenzen Ansatz
- 6 Synthetische Kontroll Methode
- 7 Zusammenfassung

1 Motivation

- Mit dem Ziel, die globale Erwärmung auf max. 2°C zu begrenzen, wurde 2015 das „Paris Agreement“ von 195 Staaten ratifiziert¹
- EU: Green Deal 2019 → Vorantreiben der Dekarbonisierung.
Wichtiges Instrument: Bepreisung von CO₂ Emissionen:
 - Zertifikatehandel, z.B. EU ETS
 - CO₂ Steuern²
- **Kernfrage:** Wie effektiv sind Preismechanismen um CO₂ Emissionen zu reduzieren?
- Empirische Evidenz in Andersson, J. (2019): “Carbon Taxes and CO₂ Emissions: Sweden as a Case Study”, American Economic Journal: Economic Policy, 11(4): 1-30.

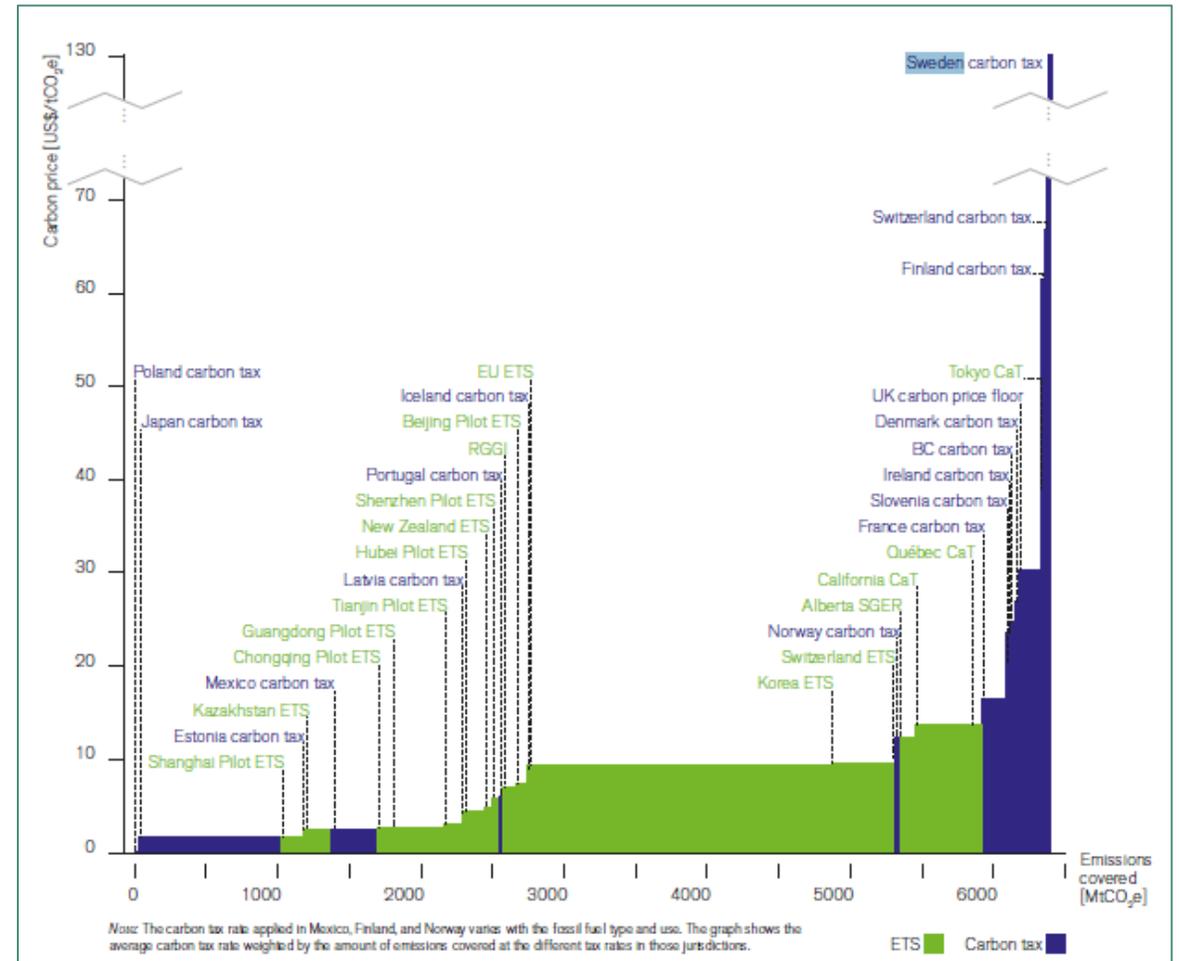
¹ cf. Erbach (2016)

² cf. Remeur (2020)

2 Einführung in Andersson (2019)

Politischer Kontext:

- 1991: Einführung einer CO₂-Steuer in Schweden im Rahmen einer Energiesteuer-Reform in 1990/1991
- Heute: Höchste weltweite CO₂-Steuer mit einem Preis von etwa 130 USD/t CO₂³



CO₂ Steuern und ETS weltweit, entnommen aus Kossoy (2015)

³ cf. Kossoy (2015).

2 Einführung in Andersson (2019)

- Forschungsfrage: Untersuchung der Auswirkungen der CO₂-Steuer auf Emissionen im Transportsektor
 - Effekte auf den Verbrauch von Diesel und Benzin in Schweden
 - Auswirkungen auf gesamte CO₂ Emissionen aus dem Transportsektor
 - Zusammenhang mit ökonomischer Entwicklung
 - Darstellung von Steuerelastizität
- Zeitraum der Beobachtung: 1960 bis 2005
- Energiesteuerreform in den Jahren 1990/1991

3 Daten

Daten	Schweden	14 OECD Länder
Höhe der Steuersätze	x	
Benzinpreise	x	
Pro Kopf Verbrauch Benzin	x	
CO ₂ Emissionen aus dem Transport (pro Kopf)	x	x
BIP	x	x
Ökonomische Daten wie Arbeitslosenquote	x	x
Gesellschaftliche Daten wie Anzahl Fahrzeuge, Urbanisierungsgrad,...	x	x

3 Daten

Der Autor stellt mehrere Datensätze zur Verfügung.

Für die grafischen Analysen: „descr_Sweden.Rds“

Für die Regression: „carbontax_data.dta“

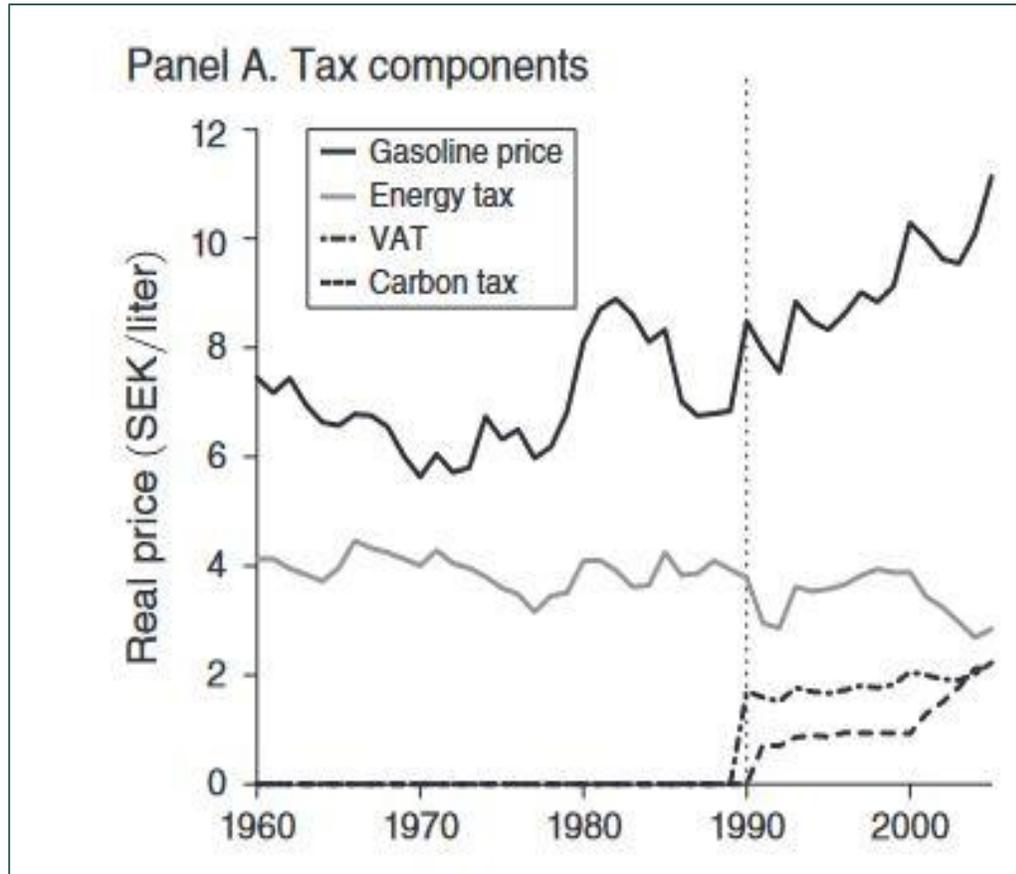
Die ersten sechs Zeilen des bearbeiteten Datensatzes „descr_Sweden.Rds“ sehen folgendermaßen aus:

	year <int>	p_real <dbl>	total_tax <dbl>	pr_real <dbl>	CO2_Sweden <dbl>
1	1960	7.451586	4.128581	11.58017	1.020755
2	1961	7.170499	4.125493	11.29599	1.093085
3	1962	7.440332	3.955619	11.39595	1.125425
4	1963	6.953279	3.842602	10.79588	1.196687
5	1964	6.634326	3.715223	10.34955	1.310473
6	1965	6.572871	3.960576	10.53345	1.358960

6 rows

Bearbeiteter Datensatz `descr_Sweden.Rds`, eigene Darstellung.

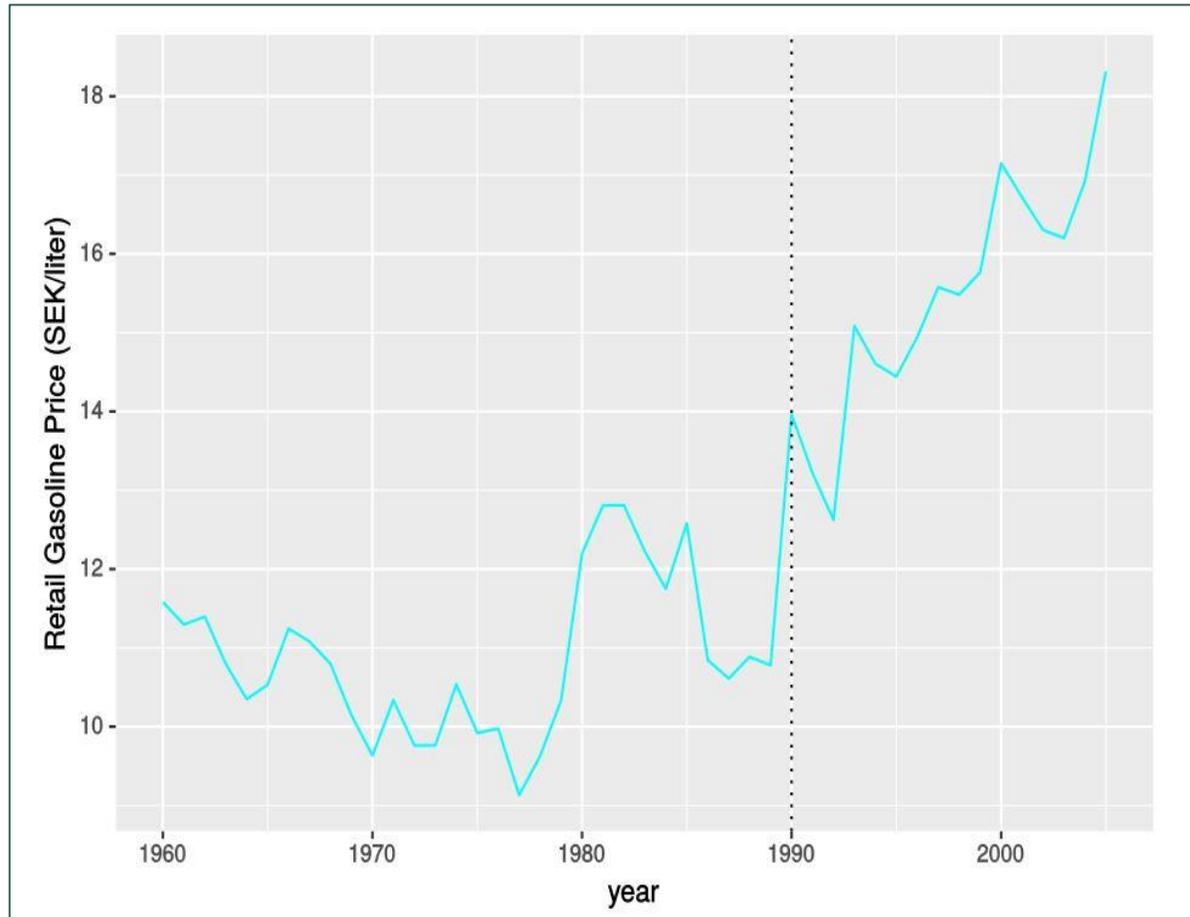
4 Deskriptive Statistik: Benzinpreis und Steuern seit 1960



- Benzinpreis unterliegt Schwankungen, jedoch: Aufwärtstrend
- Außerdem beeinflussen drei Steuern realen Benzinpreis:
 - Energiesteuer über den gesamten Zeitraum
 - Mehrwertsteuer seit 1990
 - CO₂ Steuer seit 1991

Benzinpreiskomponenten in Schweden, entnommen aus Andersson (2019).

4 Deskriptive Statistik: Steigender Benzinpreis 1960-2005

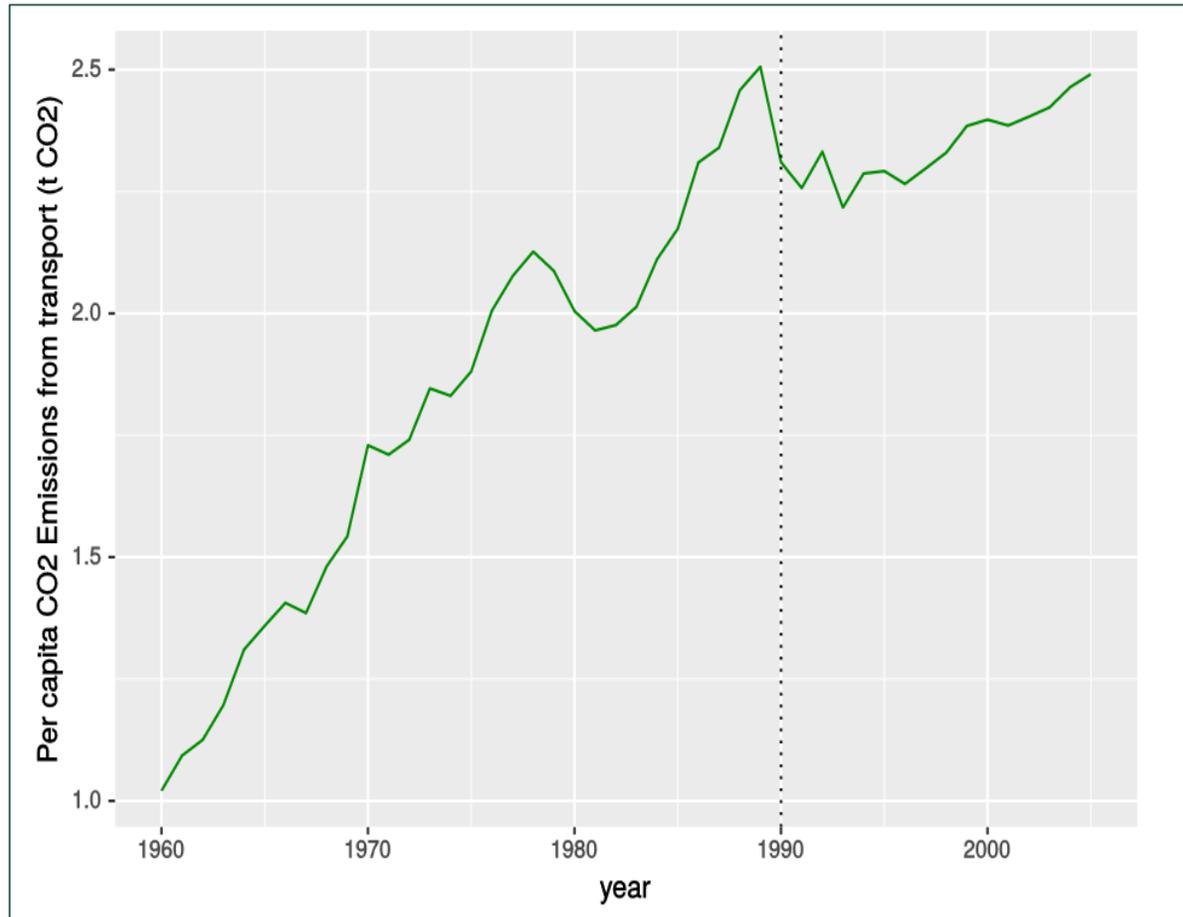


Benzinpreis gesamt 1960-2005, eigene Darstellung.

Benzinpreis steigt zwischen 1960
und 2005

Nach 1990: schnellerer Anstieg

4 Deskriptive Statistik: CO₂-Emissionen Transportsektor



Emissionen aus dem Transport wachsen nach Einführung der CO₂-Steuer langsamer

Pro Kopf CO₂ Emissionen aus dem Transport, eigene Darstellung.

5 Differenzen in Differenzen: Methodik

- Deskriptive Statistik suggeriert:
Höhere Benzinpreise und niedrigerer Anstieg der CO₂ Emissionen seit Einführung der CO₂-Steuer
- → Aber: Ist der Zusammenhang **kausal**?
 - Sind die Benzinpreise aufgrund der Einführung der CO₂ Steuer gestiegen?
 - Hat die Einführung der CO₂ Steuer zu einem langsameren Anstieg der CO₂ Emissionen im Transportsektor geführt?
- → Andersson (2019) verwenden folgende Methodik um kausalen Effekt, sog. „**Treatment effect**“ zu schätzen:
 - Differenzen in Differenzen (DID)
 - Synthetische Kontroll Methode

5 Differenzen in Differenzen: Methodik

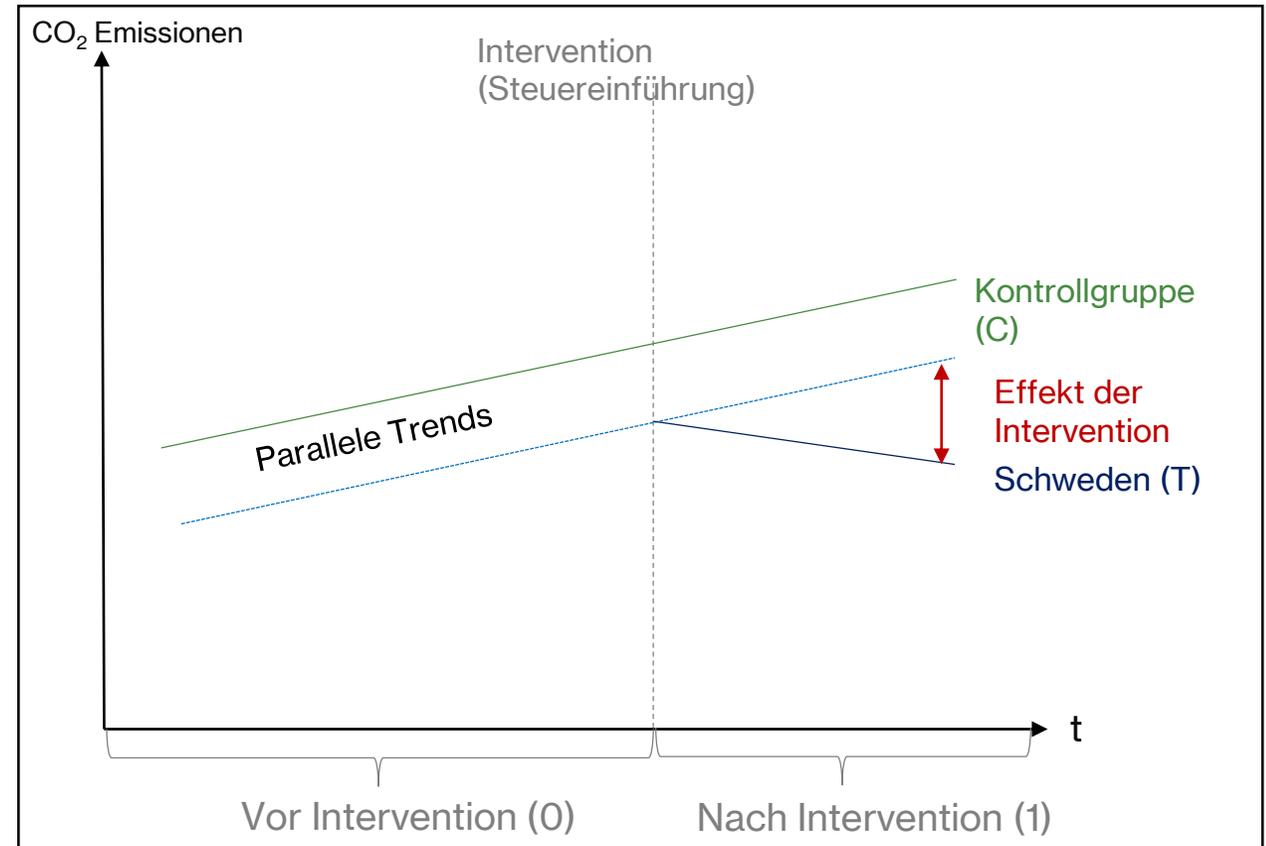
- Kernidee: Vergleich von zwei Gruppen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten
 - Gruppen:
 - Schweden (T): „Treated“
 - 14 andere OECD Länder (C): „Control“
 - Zeitpunkte:
 - Vor (0) und nach Einführung der CO₂ Steuer (1)

- Annahme: Paralleler Trend in Abwesenheit des Treatments, sog. „Parallel Trend Assumption“

- DID-Schätzer:

$$\hat{\tau}_S = \Delta\Delta Y_T = \Delta\bar{Y}_T - \Delta\bar{Y}_C = (\bar{Y}_T^{(1)} - \bar{Y}_T^{(0)}) - (\bar{Y}_C^{(1)} - \bar{Y}_C^{(0)})$$

→ Treatment Effect ⁴



Prinzip DID, eigene Darstellung in Anlehnung an Bertrand, Duflo, und Mullainathan (2003).

⁴ cf. Wooldridge (2013)

5 Differenzen in Differenzen: Ergebnisse

Dependent variable:		
	CO2_transport_capita	
	OLS (1)	fe1m (2)
treated	-0.016 (0.244)	-0.016 (0.352)
post	0.766*** (0.107)	0.766*** (0.082)
Sweden_post	-0.214 (0.413)	-0.214*** (0.082)
Constant	1.810*** (0.063)	1.810*** (0.352)
Observations	690	690
R2	0.073	0.073
Adjusted R2	0.069	0.069
Residual Std. Error (df = 686)	1.289	1.289
F Statistic	17.909*** (df = 3; 686)	
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	
DID DID clustered		

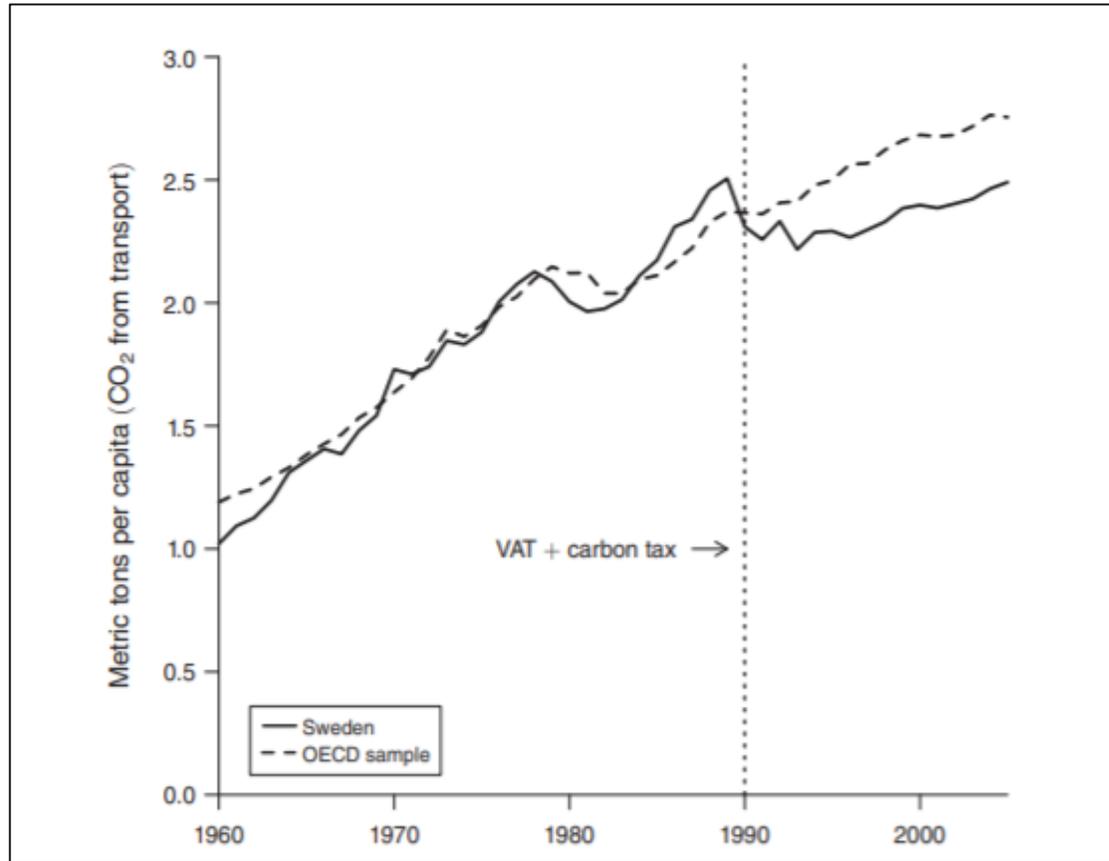
- Differenzen in Differenzen
 - Reduktion der pro Kopf CO₂ Emissionen um **-0.2137** Tonnen in Schweden im Vergleich zur Kontrollgruppe
 - Emissionsreduktion von 8,3% in einem durchschnittlichen Jahr im Vergleich zur Kontrollgruppe.
- Aber: DID-Schätzer evtl. verzerrt, da Parallel Trend Assumption möglicherweise verletzt

Ergebnisse DID-Schätzung, eigene Darstellung.

6 Synthetische Kontroll Methode: Methodik

- Kernidee: Ähnlich wie Differenzen in Differenzen, aber
 - Die 14 OECD Länder in der Kontrollgruppe (C) erhalten nun Gewichte aufgrund ihrer Vorhersagbarkeit für Schweden
 - Die Variablen die zur Vorhersagbarkeit verwendet werden, z. B. Fahrzeuge pro 1000 Einwohner erhalten auch Gewichte ⁵
- So erhält im Paper z. B. Dänemark das höchste Gewicht in der Kontrollgruppe (38,4%), andere Länder erhalten sehr kleine Gewichte (<1%)
- Vergleich zu DID:
 - DID: gleiche Gewichtung aller Länder in der Kontrollgruppe
 - Synthetische Kontroll Methode ist weniger intuitiv
 - Jedoch: Möglichkeit von Robustheits-Tests macht Ergebnisse glaubwürdiger

6 Synthetische Kontroll Methode: Ergebnisse



CO₂ Emissionen in Schweden und Kontrollgruppe, entnommen aus Andersson (2019).

- Validität der Parallel Trend Assumption:
 - Besonders zwischen 1980 und 1990 verlaufen die Trends eher nicht parallel
- Synthetische Kontroll Methode
 - Ergebnis: Treatment effect: -10,9% in einem durchschnittlichen post-treatment Jahr
- Emissionsreduktion von 10.9% in einem durchschnittlichen Jahr im Vergleich zur Kontrollgruppe

7 Zusammenfassung

- Andersson (2019) untersucht kausalen Effekt der Einführung einer CO₂ Steuer in Schweden auf die CO₂ Emissionen im Transportsektor
- Basierend auf DID findet er einen Effekt von -8,3%, allerdings Plausibilität der Parallel Trend Assumption fraglich
- Basierend auf der Synthetischen Kontroll Methode findet er einen Effekt von -10.9%.
- Dieses Ergebnis ist plausibler; zudem viele Robustheits-Checks im Paper, welche Validität stützen
- In weiteren Analysen zeigt Anderson außerdem, dass die Reduktion nicht durch ökonomische Faktoren, wie eine schwächelnde Wirtschaftsleistung oder eine hohe Arbeitslosenquote erklärbar sind

7 Zusammenfassung

Schlussfolgerung:

- Basierend auf der Schätzung mit der Synthetischen Kontroll Methode findet Andersson, dass die CO₂-Steuer zwischen 1990 und 2005 zu einer durchschnittlichen jährlichen Emissionsreduktion von -10.9% geführt hat. Kumuliert bis 2005 ergibt dies eine Reduktion von 3.2 Millionen Tonnen CO₂.
- Insgesamt sind die CO₂ Emissionen in Schweden zwischen 1995 und 2017 um 25% gesunken. In der gleichen Zeit wuchs die Wirtschaftsleistung um 75%.
- Immer mehr Länder fangen an, CO₂ zu bepreisen, um die Emissionen zu senken. In Schweden scheint die Steuer eine effektive Methode gewesen zu sein.



Vielen Dank.

Diskussionsfrage

- Wie würde ein möglicher Gegner eine CO₂ Steuer argumentieren. Welche Hypothesen würde er / sie aufstellen und wie könnten diese getestet werden?

Literaturverzeichnis

- Abadie, A.; Diamond, D. und Hainmueller, J. (2010): “Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program”, Journal of the American Statistical Association, Vol.105, No. 490, S.493-505.
- Andersson, J. (2019): “Carbon Taxes and CO2 Emissions: Sweden as a Case Study”, American Economic Journal: Economic Policy, 11(4): 1-30.
- Bertrand, M.; Duflo, E. und Mullainathan, S. (2003): “How much should we trust Differences-in-Differences estimates?”, The Quarterly Journal of Economics, MIT Press, 119 (1): S. 249-275.
- Erbach, G. (2016): „The Paris Agreement: A new framework for global climate action“, EPRS, European Parliament.
- Kossoy, A.; Peszko, G.; Opperman, K. et al. (2015): “State and Trends of Carbon Pricing”, The World Bank, Washington.
- Remeur, C. (2020): „Carbon Emission pricing. Some points of reference“, EPRS, European Parliament.
- Wooldridge, J. (2013): “Introductory Econometrics. A Modern Approach 5th Edition”, South-Western CENGAGE Learning, Mason.