

## Überblick zur Berücksichtigung klimarelevanter Aspekte in ökonomischen Modellen

Philip Schuster  
Büro des Fiskalrates

FISK Workshop „Fiskalische Dimensionen  
des Klimawandels und Klimaschutz“

Wien  
13. März 2024

## Rolle des Fiskalrates

- Relevanz für Fiskalrat
- Was machen andere Fiskalräte?

Warum relevant für Fiskalrat?



Budgetrisiko speziell in mittlerer und langer Frist  
(Thema im nächsten FISK-Nachhaltigkeitsbericht)

## Staatseinnahmen

CO<sub>2</sub>-abhängige Abgaben

## Staatsausgaben

Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion  
(Förderungen, Investitionen)

Beseitigung physischer Schäden

Zertifikatszukäufe („effort-sharing“-Bereich)

Folgekosten Gesundheitsschäden

Schadenverringervorsorge

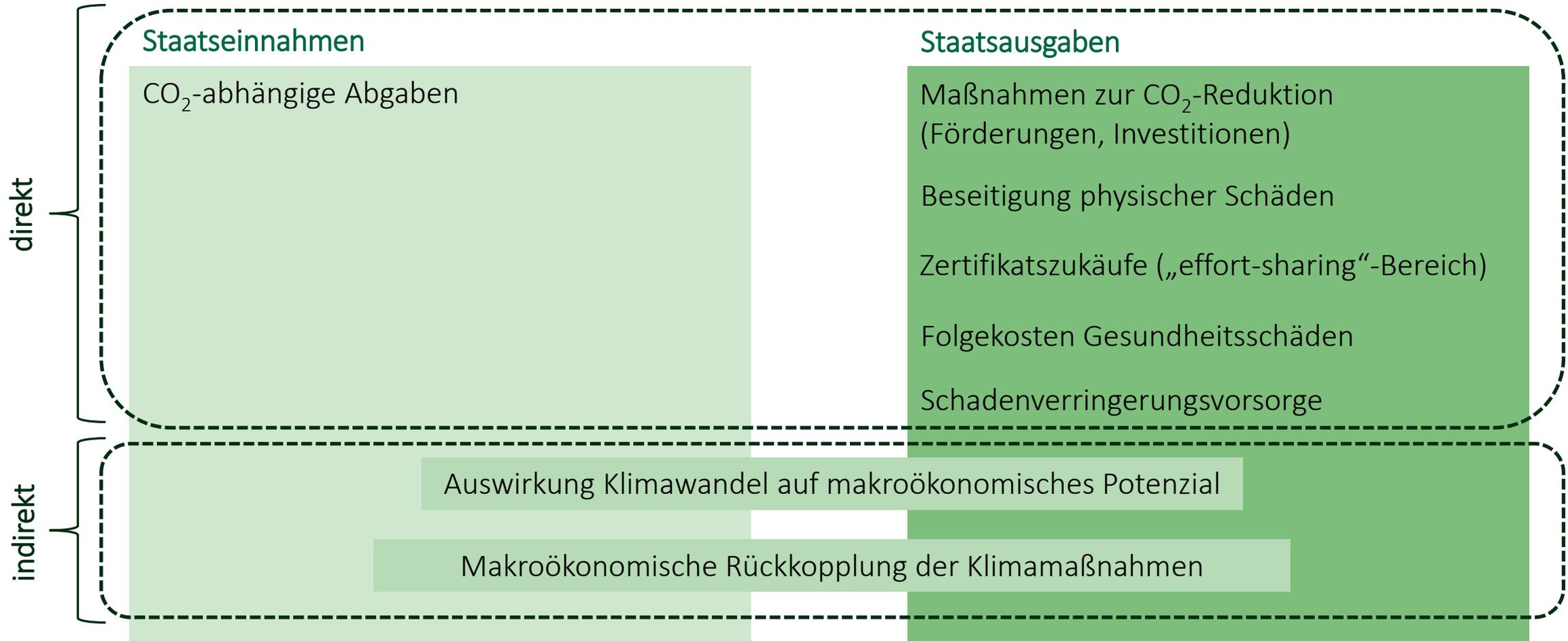
Auswirkung Klimawandel auf makroökonomisches Potenzial

Makroökonomische Rückkopplung der Klimamaßnahmen

Warum relevant für Fiskalrat?



Budgetrisiko speziell in mittlerer und langer Frist  
(Thema im nächsten FISK-Nachhaltigkeitsbericht)



## Schaden („damage“)

Beseitigung physischer Schäden

Folgekosten Gesundheitsschäden

Auswirkung Klimawandel auf  
makroökonomisches Potenzial

## Vermeidung („mitigation“)

Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-  
Reduktion (Förderungen,  
Investitionen)

CO<sub>2</sub>-abhängige Abgaben

Zertifikatszukäufe („effort-sharing“-Bereich)

Makroökonomische Rückkopplung  
der Klimamaßnahmen

## Anpassung („adaptation“)

Schadenverringervorsorge

3 „best practice“ Beispiele aus Europa:

- **Großbritannien** (OBR) – „Fiscal Risk Report“ seit 2021: Schätzung des öffentlichen Anteils aus gesamtstaatlichen Ergebnissen vom Climate Change Committee (CCC)
- **Irland** (Irish Fiscal Council) – „Long-term Sustainability Report“ seit 2023 (in Koop. mit University College Cork): Steuerausfälle, Kosten für Schäden, Klimamaßnahmen und Zertifikatszukäufe
- **Niederlande** (CPB) – Studie September 2023: Kosten für Schäden, Klimamaßnahmen und Zertifikatszukäufe (aus verschiedenen Quellen)

 Fokus auf direkte Budgeteffekte, meist auf Basis Berechnung anderer

# Überblick Modellierung

- Klimamodelle
- „Integrated Assessment Models“ (IAMs)
- IAMs für Österreich

Modellierung zweier relevanter Komponenten des Erdsystems:

- **Kohlenstoffkreislauf** („carbon cycle“): Zu- und Abflüsse in Atmosphäre, Biosphäre und Ozeane  
[*CO<sub>2</sub> Emissionen -> CO<sub>2</sub> Konzentration in Atmosphäre*]
- **Klimasystem**: [*CO<sub>2</sub> Konzentration in Atmosphäre -> Temperatur*]
  
- Zentraler Parameter für Klimasystem: „**Klimasensitivität**“ = Temperaturanstieg bei Verdoppelung der CO<sub>2</sub> Konzentration
  - ECS („equilibrium climate sensitivity“) langfristig: +3 C°\*)
  - TCR („transient climate response“) über 70 Jahre: +1,8 C°\*)
  
- Alternativ: direkter (linearer) Zusammenhang von CO<sub>2</sub> Emissionsstock und Temperatur
  - TCRE („transient climate response to cumulative carbon emissions“): +1,4-2,2 °C / 1000 GtC\*)

---

\*) laut Weltklimarat (IPCC) 6. Sachstandsbericht (AR6) mit großen Konfidenzintervallen

- Stark reduzierte Repräsentation der Klimazusammenhänge (abgeleitet aus Klimamodellen), dafür integriert ...  
... in **ökonomischem Modell**
- Zwei Aspekte der **Externalität** von CO<sub>2</sub> Emissionen
  - ▣ Schäden sind nicht im Marktpreis
  - ▣ Schwacher geografischer Zusammenhang zwischen Erzeugung und Schaden (internationales „Trittbrettfahrer“-Problem)
- Unterscheidung nach Ziel: **Kosten-Nutzen** versus **Kosteneffizienz**
- Unterscheidung nach **Modellart**: semi-strukturell, Gleichgewichtsmodell, ...

## Kosten-Nutzen Modelle („cost-benefit“)

- Bestimmung des **optimalen CO<sub>2</sub> Emissionspfads**
- Sozialer Planer optimiert soziale Wohlfahrtsfunktion: wichtige Rolle der **Diskontrate** (Verteilung über Generationen)
- Meist „Welt-Modelle“
- Benötigt eine Art von Schadensfunktion, um Externalität zu quantifizieren -> z.B. Ableitung **optimaler CO<sub>2</sub> Preise**

## Kosteneffizienz Modelle („cost-effectiveness“)

- Implementierung eines **vorgegebenen CO<sub>2</sub> Emissionspfads** (ohne Quantifizierung der Externalität)
- Erlaubt höhere Komplexität
  - Mehrere Energieträger
  - Mehrere Sektoren
  - Multiregionen, aber auch Fokus auf einzelne Regionen/Länder möglich
  - Etc.

- Verknüpfung: **Energiesysteme** mit **Produktion**
  - „Saubere“ vs. „schmutzige“ Energie als Produktionsfaktoren mit Substitutionsmöglichkeiten basierend auf relativen Unterschieden in Preisen und Produktivität
  - Detailliertere Aufschlüsselung möglich („verschachtelte“ CES Produktionsfunktionen)
  - Wahl der **Substitutionselastizitäten** zentral
- Alternativ (oder ergänzend) **Vermeidungstechnologie** („abatement cost function“): variabler Teil an sauberer Produktion kann zu konvexen Kosten erhöht werden
- Verknüpfung: **Energieverbrauch** und **CO<sub>2</sub> Emissionen/Konzentration** (vergleichsweise einfach)
- Verknüpfung: **CO<sub>2</sub> Emissionen/Konzentration** und **ökonomische Entwicklung** (via Temperatur)
  - Schadensfunktion („damage function“): (konvexe) Auswirkung auf BIP
  - Expliziter Schaden an Produktionsfaktoren: z.B. Auswirkung auf Faktor Arbeit (Gesundheit)
  - Diskussion: Niveau- vs. Wachstumseffekt (d.h. Auswirkung auf technischen Fortschritt selbst)

	Kosten- Nutzen	Mikro- fundierung	Regionen	Sektoren	Stochast.
DICE (Nordhaus)	ja	nein	1 (Welt)	1	nein
FUND (Tol)	ja	nein	16	14	(ja)
PAGE (Hope)	ja	nein	8	3	ja
E3ME (CamEcon)	nein	nein	53	69	nein
REMIND (für NGFS)	ja	ja	12	5	nein
GEM-E3 (EK)	nein	ja	38	31	(ja)
Golosov et al. (2014)	ja	ja	1 (Welt)	3	nein
E-Quest (EK)	nein	ja	2 (EU + Rest)	7	ja

In bestehenden Modellen: **wenig zur Rolle des Staats** bei Investitionen: typischerweise wird nur ein gesamtwirtschaftlicher Investitionsbedarf abgeleitet

 dafür wären **zusätzliche Marktversagen** (F&E, natürliche Monopole und Netzwerkeffekte, ...) in den Modellen nötig

**Österreich:** Kleine offene Volkswirtschaft mit vernachlässigbarem Einfluss auf das Weltklima

## Gemeinsamkeiten der Modelle:

- Keine Kosten-Nutzen Modelle
- Multisektorale 1-Regionen Modelle
- **Ziel:** Simulation der makroökonomischen Effekte von Klimamaßnahmen (Abweichung von Baseline)
  
- **MIO-ES (UBA):**
  - Satellitenansatz: separate Module für Verkehr, Gebäude, Industrie, etc. mit sektorspezifischer/n Expertise/Annahmen
  - Sektorale Verflechtung volkswirtschaftlicher Ströme (Input-Output-Tabellen) und Energieströme (Energiebilanzen)
  - Schäden an Kapitalstock, exogene Annahmen zu Produktivitätssteigerungen je Inputfaktor
  - Preisabhängige Faktorsubstitution dämpft keynesianische Multiplikatoreffekte
  - Exporte ohne „Terms-of-Trade“ Effekte

- **WEGDYN.AT** (Wegener Center):
  - Multisektor CGE Modell (Bachner, 2017 und Mayer et al., 2021)
  - Neoklassischer Kern mit 4 Einkommensquartilen und Mindestlohn-Arbeitslosigkeit
  - Gefüttert mit separaten Teilanalysen zum Klimawandel in verschiedenen Wirkungsfeldern
  
- **IHS Multisektor DSGE Modell:**
  - Input-Outputstruktur (88 Sektoren) erweitert um Energiesatellitenkonto und Emissionen
  - Neu-Keynesianische Komponenten: Preisrigiditäten, finanzierungsbeschränkte Haushalte
  - fallende Exportnachfragekurven
  - Fokus auf Auswirkung von Energiepreisänderungen
  
- **E-PuMA** (eco Austria):
  - Gleichgewichtsmodell mit Fokus auf Arbeitsmarkt und öffentlichen Haushalt...
  - ... erweitert um verschiedene Energiearten (ähnlich wie E-Quest)
  - Vermeidungstechnologie für Nicht-Energiesektoren

- Im Kern der Modellierungsansätze steht die **Internalisierung der Emissionseffekte** (Fokus auf Auswirkung von CO<sub>2</sub> Steuern/Zertifikaten)
- **Investitionen** – wenig zur Rolle des Staates
- Wahl der **zentralen Parameter** entscheidend:
  - Diskontrate (v.a. für Kosten-Nutzen Modelle)
  - Klimasensitivität
  - Parametrisierung Schadensfunktion
  - Substitutionselastizitäten der Energieinputs (bzw. Parametrisierung Vermeidungstechnologie)
- „Kleine offene Volkswirtschaft“-Annahme
  - CO<sub>2</sub> Konzentration, Energie- und Zertifikatspreise, etc. vom **Ausland determiniert**
  - Braucht explizite Annahmen u.a. zu Klimapolitik des Auslands (auch in Szenarienrechnungen)

**FISKALRAT**

*Office* 

**DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!**

office@fiskalrat.at www.fiskalrat.at +43-1-40420/7473

