

# **The Calculus of Climate Policy: Carbon Pricing and Technology Policies for Climate Change Mitigation**

**Matthias Kalkuhl**

## **Abstract**

This thesis examines the role of carbon pricing and low-carbon technology policies for reducing CO<sub>2</sub> emissions from burning fossil fuels. Policies are evaluated according to their impact on welfare, emissions, fossil resource rents and energy prices. For the economic analysis, small analytical partial equilibrium models and, most importantly, the elaborate numerical intertemporal general equilibrium model PRIDE (Policy and Regulatory Instruments in a Decentralized Economy) are developed and studied. A major focus of these models lies on the intertemporal incentive effects of policies on fossil resource extraction and investments into new low-carbon technologies. An innovative strength of the PRIDE model is to calculate the welfare-maximizing potential of policies like carbon taxes and emissions trading schemes as well as subsidies, feed-in-tariffs or portfolio standards for renewable energy and carbon capture and sequestration (CCS). The results indicate that a price on carbon emissions – established through a carbon tax or an emissions trading scheme – is the most important climate policy in the long run; reducing emissions permanently with subsidies on ‘clean’ technologies becomes very expensive. Technology policies, however, may have an important role in the short to medium run: First, technology policies addressing innovation market failures can increase welfare and reduce mitigation costs substantially even under a ‘perfect’ emissions trading scheme. Second, technology policies can serve as a temporary ‘second-best’ policy to reduce emissions when an ‘optimal’ carbon price cannot be established due to political economy reasons. Finally, technology policies may help to reduce the distributional conflict concerning fossil resource rents and the social conflict regarding increasing energy prices. The analytical and numerical results further highlight the relevance and the need of creating a global public institution that manages the use of the atmosphere and the associated ‘climate rent’ and fosters investments into low-carbon technologies.

## **Zusammenfassung**

Diese Arbeit untersucht die Bedeutung von Kohlenstoffpreisen und Technologiepolitiken zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger anfallen. Die Politikinstrumente werden hierbei nach ihrer Wirkung auf Wohlfahrt, Emissionen, Energiepreise und Knappheitsrenten für fossile Rohstoffe ausgewertet. Für die ökonomische Analyse werden kleine analytische, partielle Gleichgewichtsmodelle und vor allem das numerische, intertemporale allgemeine Gleichgewichtsmodell PRIDE (Politik- und Regulierungsinstrumente in einer dezentralen Ökonomie) entwickelt und untersucht. Ein besonderer Schwerpunkt dieser Modelle liegt auf der intertemporalen Anreizwirkung von Politikinstrumenten bezüglich der Förderung fossiler Rohstoffe und der Investitionen in neue, kohlenstoffarme Technologien. Eine innovative Stärke des PRIDE-Modells liegt in der Berechnung des wohlfahrtsmaximierenden Potenzials von CO<sub>2</sub>-Steuern und Emissionshandelssystemen sowie Subventionen, Einspeisetarifen oder Portfolio Standards für Erneuerbare Energien und Kohlenstoffabscheidung und -speicherung

(CCS). Die Ergebnisse legen nahe, dass ein Preis für CO<sub>2</sub> (festgesetzt durch eine Steuer oder ein Emissionshandelssystem) das wichtigste Klimaschutzinstrument auf lange Sicht ist – Emissionen auf Dauer mit Subventionen auf ‘saubere’ Technologien reduzieren zu wollen, ist äußerst kostspielig. Technologiepolitik kann jedoch kurz- und mittelfristig eine bedeutende Rolle spielen: Erstens kann sie die Wohlfahrt erhöhen und die Kosten des Klimaschutzes senken, wenn sie auf gezieltes Marktversagen bei Innovationen gerichtet ist. Zweitens stellt sie eine pragmatische, zeitlich begrenzte Alternative zum CO<sub>2</sub>-Preis dar, wenn dieser wegen politökonomischer Gründe überhaupt nicht oder nur in abgeschwächter Form eingeführt werden kann. Drittens können technologiepolitische Maßnahmen den Verteilungskonflikt um fossile Rohstoffrenten und soziale Konflikte um steigende Energiepreise entschärfen. Die analytischen wie auch die numerischen Modellergebnisse zeigen die Bedeutung und die Notwendigkeit einer zu schaffenden globalen, öffentlichen Institution auf, die die Knappheit der Atmosphäre und die damit verbundene Knappheitsrente (‘Klimarente’) verwaltet und Investitionen in emissionsarme Technologien fördert.