

Diss. ETH No. 18464

# **Corporate Responses to the Emerging Global Carbon Market**

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

MALTE SCHNEIDER

Dipl. Masch. Ing ETH

born 09.07.1979

citizen of Germany

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Volker H. Hoffmann, examiner

Prof. Dr. Renate Schubert, co-examiner

Prof. Dr. Eberhard Jochem, co-examiner

2009

## **Abstract**

Global climate change has been identified as one of the most pressing environmental problems of our time. Whilst humans' role in climate change was debated for a long time, it is nowadays widely agreed that global warming is indeed human-induced. It is also widely acknowledged that the "business-as-usual" rate and direction of technical change is not sufficient to solve the global climate change problem and that, hence, action needs to be taken. Currently, the main global climate policy effort is represented by the Kyoto Protocol. However, negotiations under the United Framework Convention on Climate Change and other multi-, bi- and unilateral policy-making initiatives are going on in order to accelerate mitigation efforts.

The dissertation's main objective is to contribute to the debate about future global climate policy by investigating whether and how firms develop and/or diffuse low-carbon technologies in response to the emerging global carbon market created by the main current international climate policies EU ETS and CDM. In doing so, the dissertation employs three pivotal perspectives. First, it takes a corporate perspective that goes beyond aggregated analyses which are often based on simplifying assumptions about firm behaviour. Instead analyses in detail how heterogeneous firms are impacted by climate policy and consequently respond to it. This allows for feeding back recommendations to policy-makers based on actual, empirically observed firm behaviour. Second, the dissertation focuses on the role of technology. By investigating how various technologies are impacted differently and how firms therefore decide to adopt, develop or abandon a certain technology the dissertation shows whether different technological solutions are sufficiently incentivized by current policy. Third, the dissertation analyzes various levels of climate and interacting policies. By focusing on the EU ETS, the CDM and their interactions, this research investigates effects on both developed and developing countries. It furthermore examines the interplay between international and domestic climate policies in order to discover which type of policy is suited best to address different problems.

The dissertation consists of six individual studies that employ a diverse set of methodologies in order to analyze corporate responses to the emerging global carbon market. Each individual paper as well as the concluding section of the dissertation derives policy recommendations on how to improve the current climate policy framework and/or complement it wherever other mechanisms are better suited. Among others, the dissertation quantitatively shows that different renewable energy technologies are impacted very differently by climate policy; it further shows by how much most technologies such as wind are underfinanced, and by how much a few technologies such as landfill gas-to-power are actually pushed towards (or well into) profitability. Based on this analysis, the dissertation develops recommendations regarding the relative interaction of domestic climate and/or energy policies with the incentives generated by the emerging global carbon market in order to support certain technologies. By analysing the determinants of firms' activities in the CDM, the dissertation is also

able to derive policy recommendations on how to tailor existing policy proposals to developing countries' industries in order to increase their mitigation efforts. Furthermore, the dissertation contributes to research by developing frameworks for the assessment of climate policy and outlining avenues for future research. For example, it combines insights from environmental economics and evolutionary approaches to develop a framework for the assessment of market-based environmental policies' effects on technological change. This framework is exemplarily applied to the EU ETS and shown to be instrumental in understanding the effects of this policy and deriving policy recommendations. Finally, the thesis is of value for business as well since it explores the structures and dynamics of different business models as well as the impacts on technologies and markets.

## Zusammenfassung

Der globale Klimawandel ist eines der dringendsten Probleme unserer Zeit. Nachdem der menschliche Einfluss auf das Klima über lange Zeit unklar war, ist sich die Wissenschaft heute einig, dass der Klimawandel vom Menschen hervorgerufen wird. Des Weiteren besteht Konsens, dass die gegenwärtige Geschwindigkeit des technischen Wandels hin zu kohlenstoffärmeren Technologien nicht ausreichend ist und daher Handlungsbedarf besteht. Der momentan grösste Versuch die Emission von Treibhausgasen zu bekämpfen ist das Kyoto-Protokoll. Es laufen jedoch bereits Verhandlungen im Rahmen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und weiterer multi-, bi- und unilateraler Foren, um die Anstrengungen zur Vermeidung des und Anpassung an den Klimawandel zu beschleunigen.

Das Hauptziel der vorliegenden Dissertation ist die Untersuchung, ob und wie Firmen bedingt durch den vom EU Emissionshandel (EU EH) und dem Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM) geschaffenen weltweiten CO<sub>2</sub>-Markt saubere Technologien entwickeln oder verstärkt einsetzen, um darauf aufbauend Politikempfehlungen zu geben. Zu diesem Zweck fokussiert die Dissertation auf drei verschiedene Perspektiven. Erstens nimmt die Arbeit eine Firmenperspektive ein, die über übliche aggregierte Analysen basierend auf simplifizierenden Annahmen bezüglich des Verhaltens von Firmen hinausgeht. Durch die detaillierte Analyse von Firmenunterschieden und daraus resultierenden unterschiedlichen Einflüssen der marktbasierter Klimapolitik auf Firmen und Ihre Antwortstrategien ist die Dissertation in der Lage, empirisch fundierte Empfehlungen an die Politik zu geben. Zweitens untersucht die Dissertation die Rolle von Technologie. Durch die Analyse der unterschiedlichen Wirkung von Klimapolitik auf verschiedene Technologien und den sich daraus ergebenden Entscheidungen von Firmen bezüglich der Entwicklung oder Verbreitung dieser Technologien zeigt die Dissertation auf, welche technologischen Lösungen ausreichend gefördert werden und welche nicht. Drittens untersucht die Arbeit verschiedene Ebenen von Klima- und anderen relevanten Politiken. Durch Ihren Fokus auf den EU EH, den CDM und die Interaktion der beiden Instrumente zeigt die Arbeit die unterschiedlichen Effekte von marktbasierter Klimapolitik in Industrie- und Entwicklungsländern auf. Des Weiteren wird die Beziehung zwischen nationalen und internationalen Politikinstrumenten untersucht, um Ihre relative Eignung für verschiedene Problemstellungen herauszuarbeiten.

Die Dissertation besteht aus sechs individuellen Studien, die mit verschiedenen Methoden Firmen bezüglich Ihrer Strategien im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Marktes untersuchen. Jedes einzelne Papier als auch die abschliessende Zusammenfassung gibt Empfehlungen ab bezüglich der Verbesserung bestehender Klimapolitikinstrumente sowie bezüglich Ihrer Ergänzung durch andere Mechanismen. Unter anderem zeigt die Dissertation quantitativ, dass verschiedene Erneuerbare-Energie-Technologien in verschiedenen Ländern durch den CO<sub>2</sub>-Preis unterschiedlich beeinflusst werden; die Arbeit

---

quantifiziert wie stark die meisten Technologien, z. B. Wind, unterfinanziert werden während andere Technologien wie z. B. Deponiegasverstromung, überfinanziert werden. Basierend auf dieser Analyse werden Politikempfehlungen zur Optimierung des Zusammenspiels zwischen nationaler Energie- und internationaler Klimapolitik gegeben, wodurch gewünschte Technologien besser unterstützt werden könnten. Durch die Analyse der entscheidenden Einflussfaktoren für eine Beteiligung am CDM werden ausserdem Vorschläge erarbeitet, wie man verschiedene diskutierte Politikinstrumente kombinieren könnte, um ein stärkeres Engagement von Industrien in Entwicklungsländern zu erreichen. Des Weiteren trägt die Dissertation zur Theorieentwicklung bei, indem sie Modelle zur besseren Untersuchung von Klimapolitik entwickelt. Zum Beispiel kombiniert die Dissertation umweltökonomische und evolutorische Ansätze, um die Effekte von marktbasierter Klimapolitik auf technologischen Wandel zu untersuchen. Dieses theoretische Modell wird beispielhaft auf den EU EH angewandt und seine Vorteile demonstriert. Neben Ihren Beiträgen in Form von Politikempfehlungen und Theorieentwicklung liefert die Dissertation auch für Firmen wichtige Einblicke; durch die Analyse der Marktstrukturen und der Marktdynamik sowie den unterschiedlichen Einflüssen auf Technologien und Länder können Firmen sich besser positionieren.