

Umweltzertifikate und Wirtschaftlichkeitsrechnung

Vortrag

im Rahmen des Projekts

BWL in OWL

am

17. Mai 2006

Gliederung

A. Einleitung: Emissionsrechte und Handel von Umweltzertifikaten

B. Kauf von Emissionsrechten als Problem der Wirtschaftlichkeitsrechnung

I. Herkömmliche Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung

1) Die Kapitalwertmethode

2) Risikoangepasster Kalkulationszinsfuß

3) Szenario-Techniken

II. Preisrisiko bei Emissionszertifikaten

1) Optionswert bei Investitionen in Umwelt-Technologie

2) Flexible Investitionsplanung

C. Schlussbemerkungen

Emissionsrechte und Handel mit Umweltzertifikaten

Strompreiserhöhung in letzten Monaten:

Emissionsrechte und Umweltzertifikate in Blickpunkt der politischen Diskussion gerückt

Strompreiserhöhungen mit Kosten der Umweltzertifikate begründet

Trittin: „Wir haben den Unternehmen die Zertifikate geschenkt“

Ökonomische Begründung der Preiserhöhungen:

- Zusätzliche Emissionsrechte mussten an Strombörse gekauft werden: \Rightarrow Pagatorische Kosten
- Statt Nutzung könnten Emissionsrechte an Strombörse verkauft werden \Rightarrow Opportunitätskosten

Entsprechende Preiserhöhung

- aus Sicht der Unternehmen rational
- volkswirtschaftlich erwünschter Effekt der Umweltzertifikate: Preiserhöhung sollen zur Einschränkung des Energieverbrauchs und damit der Emissionen führen

Theoretische Grundlagen der Umweltzertifikate

Ziel: Internalisierung von externen Effekten von Emissionen

- Administrativ: Genehmigung von Emissionen gegen Gebühren
- Marktwirtschaftliche Lösung:
 - Versteigerung von Emissionsrechten oder Zuteilung in vorherigen oder modifizierten Umfang (Grandfathering)
 - Verbriefung in (elektronischen) Zertifikaten
 - Handel von Zertifikaten an Börsen
 - ⇒ Bildung von Marktpreisen

Kurzfristige Wirkungen:

- Effektive Allokation von Emissionsrechten
- Umweltbelastungen gehen in Preisbildung der Produzenten ein:
 - ⇒ Erhöhung der Grenzkosten
 - ⇒ Erhöhung der Preise
 - ⇒ Einschränkung des Verbrauchs umweltbelastender Produkte

Probleme des Grandfathering:

- Windfall Gains bei erstmaliger Zuteilung von Emissionsrechten verletzen „Gerechtigkeitsgefühl“
- Entzug von administrativ eingeräumten Emissionsrechten verletzt eigentumsähnliche Rechte: „Recht am eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetrieb“

Theoretische Grundlagen der Umweltzertifikate

Langfristige Wirkungen: Anregung des technischen Fortschritts

Annahme: Zuteilung orientiert sich am durchschnittlichen Stand der Technologie

Betriebe mit unterdurchschnittlicher Technologie:

- Ausstattung mit Emissionsrechten reicht nicht aus
- Notwendigkeit des Zukaufs von Emissionsrechten
- Erhöhung der Grenzkosten: \Rightarrow Konkurrenz Nachteile
- Anreiz in emissionsenkende Technologien zu investieren um Konkurrenz Nachteile abzubauen

Betriebe mit überdurchschnittlicher Technologie

- Emissionsrechte nicht in vollem Umfang genutzt
- Möglichkeit des Verkaufs von Emissionsrechten
- Erlöse senken Grenzkosten: \Rightarrow Konkurrenz Vorteile
- Anreiz in emissionsenkende Technologie zu investieren, um Konkurrenz Vorteile zu sichern

\Rightarrow Tendenz zur Verbesserung des durchschnittlichen Stands der Technologie

\Rightarrow Senkung des Umfangs der verteilten Emissionsrechte

\Rightarrow Anregung zur Erhöhung des bestmöglichen Stands der Technologie

Umsetzung des Emissionsrechtshandels

Einführung in einigen Staaten der USA:

Regionale Begrenzung der Emissionen von CO₂ und SO₂ für Kalifornien und New York

Kyoto-Protokoll:

- Verpflichtung der Industrieländer bis 2012 Ausstoß von Treibhausgasen bis 2012 um 5,2% gegenüber 1990 zu reduzieren
- Weitergehende Verpflichtung Europas, Emissionen um 8% bzw. 0.35 Mrd. Tonnen zu verringern
- Hauptlast trägt Deutschland: Reduktion des Ausstoßes Fluorkohlenwasserstoff und Kohlenwasserstoffen von 21% gegenüber 1995

EU-Emissionshandel:

- EU-ETS: Emissions- Trading Scheme: 1.1.2005
- Erfasst zunächst nur CO₂, ab 2008 können Einzelstaaten auch andere Treibhausgase einbeziehen
- Zwei Handelszeiträume: 2005 – 2007 und 2008 – 2012
- Nationale Allokationspläne regeln Verteilung und Gesamtmenge der Berechtigungen
- Zusätzliche Emissionsrechte aufgrund von Entwicklungsgutschriften bei bestimmten Investitionen in Entwicklungsländern

Umsetzung des Emissionsrechtshandels

Umsetzung in Deutschland: Nationaler Allokationsplan

Betroffene Unternehmen:

- Energieintensive Industrieanlage
- Große Energieanlagen mit Feuerungswärmeleistung über 20 Megawatt

CO₂ Emissionsziele:

- 503 Mio. Tonne für 2005-2007
- 495 Mio. Tonne für 2008-2012

Verteilung:

- Grandfathering
- Keine Übertragung von Zertifikaten in nächste Jahr
- Schlüssel: Durchschnittliche Emissionen 2002-2005
- Zuteilung weitere Emissionszertifikate an Neuanlagen

Durchsetzung:

Jeweils zum 1.4. des Folgejahres müssen Betriebe Zertifikate im Umfang der CO₂ Emissionen des vergangenen Jahres abliefern

Quelle:

- Zuteilung
- Zukäufe an Energiebörse

Organisation des Handels

- Strombörse Leipzig
- Keine Verbriefung in effektiven Stücken, lediglich elektronische Erfassung der Zertifikate und deren Handel

Kauf von Emissionsrechten oder Investitionen

Betriebswirtschaftliches Problem:

Entscheidung zwischen den Alternativen

- Kauf von Emissionsrechten
- Investitionen zur Reduktion von Emissionen
 - End-of-the-pipe Technologien: Filteranlagen
 - Integrierte Technologien
- Zeitpunkt von Investitionen

Auswirkungen erstrecken sich über mehrere Perioden

Entscheidung löst Zahlungsströme in Gegenwart und Zukunft aus

- ⇒ Problem der Investitionstheorie
- ⇒ Anwendung der herkömmlichen Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung
- ⇒ Kapitalwertmethode und deren Modifikationen

Annahmen:

- Für beide Alternativen gleiche Emissionspolitik nach 2012
- Konstante Preise der Zertifikate: p
- Gegenwärtige Technologie unzulässig:
 - Fehlende Zertifikate im Umfang von x_1 in der ersten zwei Jahren (2006-2008) und von $x_2 > x_1$ in den folgenden fünf Jahren
- Installationskosten der End-of-the-pipe Technologie: A
- Laufende Kosten/Jahr der End-of-the-pipe Technologie c

Kapitalwert der Kosten bis zum Ende der Phase 2

Sofort-Investition

End-of-the-pipe Technologie

$$C_o^I = A + \sum_{t=0}^6 c \cdot q^{-t}$$

Zukauf von Emissionsrechten

$$C_o^E = \sum_{t=0}^2 x_1 p \cdot q^{-t} + \sum_{t=3}^6 x_2 p \cdot q^{-t}$$

Investition, falls

$$C_o^I < C_o^E \quad \text{bzw.} \quad A + \sum_{t=0}^6 c q^{-t} < \sum_{t=0}^6 x \cdot p \cdot q^{-t}$$

Notwendige Bedingung für Investition:

$$c_I < p \cdot x \quad (\text{wegen Installationskosten})$$

Verschieben der Investition um eine Periode:

Bedingung für Aufschieb: Gleicher Bedarf an Emissionsrechten x

$$A + p \cdot x + \sum_{t=1}^6 c \cdot q^{-t} < A_i + \sum_{t=0}^6 c \cdot q^{-t} \quad \text{bzw.} \quad p \cdot x < q$$

Dann wird aber wegen Installationskosten überhaupt nicht investiert, sondern immer für Kauf von Emissionsrechten optiert.

Verringerung des Umfangs der Emissionsrechte 2008:

- ⇒ Voraussichtlich Erhöhung der Preise für Zertifikate
- ⇒ Erhöhter Bedarf des Unternehmens an Zertifikaten $x_2 > x_1$
- ⇒ Investition in End-of-the-Pipe Technologie kann sinnvoll werden falls $p \cdot x_2 > q$

Integrierte Technologien

- Überwiegende Zahl der Investitionen zur Emissionsreduktion erfolgt in integrierte Technologien
- Anwendung der Kapitalwertmethode in analoger Weise; Zahlungsströme allerdings komplexer
- Durch Kyoto-Protokoll vorgegebener Planungshorizont von ursprünglich acht, jetzt noch sieben Jahre zu kurz
 - ⇒ Lange Entwicklungs- und Planungsphase
 - ⇒ Unangemessen lange Genehmigungsverfahren
 - ⇒ Lange Lebensdauer
- Aus Sicht der unternehmerischen Planung sind langfristige Perspektiven der Emissionspolitik erforderlich
 - ⇒ Fortsetzung des Zertifikathandels
 - ⇒ Einbeziehung weiterer Schadstoffe
 - ⇒ Umfang der vergebenen Zertifikate

Kalkulationszinsfuß

Höhe des Kalkulationszinsfußes

- (1) Praxis: Unternehmensspezifische Mindestrendite

Wiederanlagehypothese:

Dem Unternehmen bieten sich immer wieder Anlagemöglichkeiten mit der entsprechende Verzinsung

Problematisch wenn Renditeanforderungen an gesetzlich notwendige Maßnahmengestellt werden

- (1) Sicherheitäquivalente für ausgelöste Zahlungen:

Zu- bzw. Abschläge, die von Varianz oder Standard-Abweichung der Zahlungen abhängen

- (3) Kapitalmarktzinsfuß plus einem Risikozuschlag zur Abdeckung des unternehmensspezifischen Risikos

Begründung. Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Zu diesem Zinssatz kann sich Unternehmen bestenfalls refinanzieren

Capital Asset Pricing Modell: CAPM:

Einperiodisches Kapitalmarktmodell

- vollkommener Markt
- risikoaversen Investoren
- Erwarteter Nutzen: Funktion des Erwartungswerts und der Varianz von Portfolio-Renditen
- Gleiche Nutzenfunktion aller Investoren

Erwartete Rendite eines Wertpapiers:

$$\mu_i = r + (\mu_M - r)\beta_i$$

wobei

r_i - risikoloser Zins

μ_M - Marktrendite

μ_i - Rendite des Wertpapiers

β_i - relatives Risiko des Wertpapiers

Risikoangepasster Kalkulationszinsfuß

Übertragung auf Problem des Kalkulationszinsfußes

- Ersetzen des Unternehmens durch Wertpapier: twin security
- Ersetzen einer einzelnen Investition durch twin security

$(\mu_M - r)$ - Marktpreis für übernommenes Risiko
 β - Unternehmensrisiko bzw. Risiko der Einzelinvestition

Problematik:

- β -Werte für börsennotierte Unternehmen verfügbar
- Ermittlung auf der Basis von Vergangenheitswerten
- Einperiodisches Modell
- Gleichsetzen von Rendite und Kalkulationszinsfuß

Scenario-Techniken

Besondere Unsicherheit bei Beurteilung von Emissions-Zertifikaten

Dreistufige Regelung:

2005 - 2007: Gegebener Umfang und gegebene Verteilung der Zertifikate

2008 - 2012: Zielgröße für Umfang der Zertifikate für CO₂ bekannt

Einbeziehung weiterer Schadstoffe möglich

Umsetzung zur Zeit in Mühlen des Gesetzgebungsverfahrens

ab 2012: Keine Aussagen möglich

Lebensdauer heutiger Investitionen in Umwelt-Technologien geht über den überschaubaren Zeitraum bis 2012 hinaus

Notwendigkeit Zahlungsströme nach 2012 in Wirtschaftlichkeitsrechnung einzubeziehen

Vorgehensweise:

- (1) Enumeration der als möglich erscheinenden Situationen nach 2012
 - Zertifikathandel wird ausgesetzt
 - Beibehaltung des Emissionswerts von 2008
 - Reduktion der Emissionen um 10%
 - Reduktion der Emissionen um 20%
 - Orientierung an Werten des Kyoto-Protokolls
 - Beibehaltung des Zertifikatshandels im Umfang von 2008
 - Reduktion des Umfangs des Zertifikats: Fälle siehe Aussetzung des Zertifikatshandels
- (2) Schätzung der Preisentwicklung für Zertifikate für einzelne Situationen
- (3) Enumeration von Investitionsvorhaben und Bestimmung der Kapitalwerte für jede der als möglich angesehenen Szenarien
- (4) Investitionsentscheidung:
 - Orientiert an Kapitalwert, Risiko und Stabilität bezüglich der Szenarien

Preisrisiko für Emissionsrechte

Preisrisiken:

- (1) Preisbildung des Markts für Zertifikate innerhalb der Phasen des Kyoto-Prozesses:

Keine Erfahrungen mit ähnlichen Märkten
Prognosen schwanken

- Engpässe mit steigenden Preisen
- Überangebot mit Preisverfall

- (2) Reaktion des Marktes auf Absenkung des Umfangs der vergebenen Zertifikate in den Jahren 2008 und 2013

- Unternehmen antizipieren Knappheiten und investieren rechtzeitig
- Unternehmen verlassen sich auf hinreichende Verfügbarkeit von Zertifikaten

Optionswert und Investition in Umwelt-Technologie

Vereinfachtes Modell:

Fälle:

- (1) Mehrzahl der Unternehmer passt sich in erster Periode an verringerte Emissionsrechte an und benötigt keine zusätzliche Zertifikate
- (2) Mehrzahl der Unternehmer passt sich zu Beginn der zweiten Phase an erwartete Reduktion der Emissionsrechte an und benötigt keine Zertifikate

⇒ Preis der Zertifikate sinkt

Problem: Irreversibilität der Investition in Umwelt-Technologie

Annahmen:

Bekannter Preis p_o der Zertifikate erster Periode

In zweiter Periode fällt Preis mit Wahrscheinlichkeit π auf

$p_1 = p_1^- < p_o$ und steigt mit Wahrscheinlichkeit $1 - \pi$ auf

$p_1 = p_1^+ \geq p_o$

In Folgeperioden bleibt Preis gleich p_2

Nur für $p_2 = p_2^+$ sei Investition in Umwelt-Technologie wirtschaftlich

Entscheidung in Periode $t=1$: Auf der Grundlage des Preises p_o

Investition falls

$$A + \sum_{t=0}^T c \cdot q^{-t} \leq \sum_{t=0}^T x \cdot p_o \cdot q^{-t}$$

Falls Preis für Zertifikate genügend sinkt:

- Investition erweist sich als Fehlinvestition
- Irreversibilität der Investition

Optionswert und Investition in Umwelt-Technologie

Alternative: Abwarten bis zum Zeitpunkt des Preissprungs

Kapitalwert der Kosten bei Abwarten:

$$C_o^A = xp_o + \pi \sum_{t=1}^T x \cdot p_1^- \cdot q^{-t} + (1 - \pi) \left[A \cdot q^{-1} + \sum_{t=1}^T c \cdot q^{-t} \right]$$

Kapitalwert der Kosten bei Sofort-Investition:

$$C_o^I = A + \sum_{t=1}^T c \cdot q^{-t}$$

Optionswert der Investition:

$$\Omega = C_o^I - C_o^A$$

Flexible Investitionsplanung

Problem:

Zeitpunkt der Investition in Umwelt-Technologie bei Preisschwankungen

Annahmen:

- Planungshorizont von T Perioden:
Begründung: Es wird erwartet, dass nach Ablauf der Phase 2 des Kyoto-Protokolls, dh. ab 2013, es auf jeden Fall wirtschaftlich ist, mit Umwelt-Technologie zu arbeiten
- In jeder Periode begünstigt Preis für Zertifikate entweder Einsatz der Umwelt-Technologie oder den Kauf von Zertifikaten
- Wahrscheinlichkeit des niedrigen Zertifikatspreises ist π

Lösungsansatz:

Dynamische Programmierung

Definitionen:

Zustand des Systems: $z = 1$ - Umwelt-Technologie verfügbar
 $z = 0$ - Nicht verfügbar

Steuergröße: $y = 0$ - Investieren
 $y = 1$ - Nicht investieren

Störgröße: Preis

Bellman-Gleichung $F_t(z)$

Kosten der optimalen Politik in den Perioden $t, t+1, \dots, T$

$$F_t(z) = \begin{cases} \sum_{\tau=t}^T c \cdot q^{-\tau} & \text{falls } z = 1 \\ \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} A \cdot q^{-t} + \sum_{\tau=t}^T c \cdot q^{-\tau} \\ p \cdot x \cdot q^{-t} + F_{t+1}(0) \end{array} \right\} & \text{falls } z = 0 \end{cases}$$

Lösung:

- (1) Rückwärtsrekursion: Bestimmung einer Politik $y_t = \eta_t(z)$
- (2) Vorwärtsrekursion: Investition im günstigsten Zeitpunkt

Schlussbemerkungen

- (1) Es wurde gezeigt, dass betriebswirtschaftliche Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung auch auf Entscheidungen im Zusammenhang mit dem Kauf von Emissionszertifikaten oder Investitionen in Umwelttechnologien eingesetzt werden können
- (2) Es hat sich erneut gezeigt, dass Instrumente der Betriebswirtschaftslehre auf Entscheidungen im Zusammenhang mit Umweltfragen eingesetzt werden können
⇒ „Umweltorientierte“ Betriebswirtschaftslehre nicht erforderlich
- (3) Es handelt sich allerdings um eine rein betriebswirtschaftliche Analyse. Rückwirkungen gleichgerichteter Entscheidungen der Unternehmen auf Preise für Emissionszertifikate wurden nicht berücksichtigt.
- (4) Um verständlich zu bleiben, wurden Probleme auf den Kern reduziert und teilweise drastisch vereinfacht

Mit entsprechendem Schreibaufwand und komplexeren Formeln lassen sich die Lösungsansätze soweit modifizieren, dass sie genauer an die Gegebenheiten des Kyoto-Protokolls und dessen Umsetzung in europäisches und deutsches Recht angepasst werden.

Vgl. hierzu Diplomarbeit von Silke Düttmann