

Verpackungsverordnung und duales Entsorgungssystem: eine spieltheoretische Analyse

Tina Emslander, Karl Morasch

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Emslander, Tina, and Karl Morasch. 1995. "Verpackungsverordnung und duales Entsorgungssystem: eine spieltheoretische Analyse." Augsburg: Volkswirtschaftliches Institut, Universität Augsburg.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



INSTITUT FÜR VOLKSWIRTSCHAFTSLEHRE

der

UNIVERSITÄT AUGSBURG



Verpackungsverordnung und Duales Entsorgungssystem
Eine spieltheoretische Analyse

von

Tina Emslander und Karl Morasch

Beitrag Nr. 131

März 1995

01

QC
072
V922
-131

Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe

**Verpackungsverordnung und Duales Entsorgungssystem
Eine spieltheoretische Analyse**

von

Tina Emslander und Karl Morasch

Beitrag Nr. 131

März 1995

Verpackungsverordnung und Duales Entsorgungssystem

Eine spieltheoretische Analyse

von

Tina Emslander und Karl Morasch
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät
Universität Augsburg
D-86135 Augsburg

Februar 1995

Zusammenfassung:

Verpackungsverordnung und Duales Entsorgungssystem werden mit Hilfe spieltheoretischer Methoden analysiert. Dabei wird der private Sektor zunächst als *ein* Spieler betrachtet. In einem zweistufigen Spiel mit unvollkommener Information wird dann die Verpackungsverordnung mit alternativen Lösungen verglichen. Der Gesetzgeber muß zwischen verschiedenen Quellen der Ineffizienz abwägen: Die Verpackungsverordnung gewährleistet zwar keine vollständige Internalisierung, der private Sektor verfügt jedoch eher über alle entscheidungsrelevanten Informationen. Zur Untersuchung der Funktionsfähigkeit des Dualen Systems werden zusätzlich die strategischen Interaktionen innerhalb des privaten Sektors berücksichtigt: Im Rahmen eines dynamischen Spiels wird gezeigt, daß Trittbrettfahrerverhalten der Handelsunternehmen auch ohne verpflichtende Teilnahme am Dualen System wirksam unterbunden werden kann.

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit zwei Fragestellungen, wobei die erste methodischer und die zweite inhaltlicher Art ist:

- Unter *methodischen* Gesichtspunkten geht es um die Frage, wie sich wirtschaftspolitische Entscheidungen mit Hilfe spieltheoretischer Methoden analysieren lassen und welche zusätzlichen Erkenntnisse durch diese Analysemethode zu gewinnen sind ¹.
- Unter *inhaltlichen* Gesichtspunkten werden Effizienz und Funktionsfähigkeit der Verpackungsverordnung thematisiert. Dabei wird zunächst der Ansatz der Kreislaufwirtschaft in der Abfallgesetzgebung aus informationsökonomischer Perspektive mit alternativen Maßnahmen verglichen. Anschließend wird die Funktionsfähigkeit des Dualen Systems analysiert, das sich als Reaktion auf die Verpackungsverordnung gebildet hat.

Ein entscheidender Vorteil der Spieltheorie bei der Analyse wirtschaftspolitischer Fragestellungen besteht darin, daß sich nahezu alle wesentlichen Aspekte eines Problems in einem einheitlichen Analyserahmen darstellen lassen: Bei der Darstellung als Spiel in extensiver Form wird die strategische Situation (welche Auszahlungen ergeben sich für die Akteure in Abhängigkeit der gewählten Strategien), die zeitliche Struktur (Anzahl und Reihenfolge der Spielzüge) und die Informationsstruktur (Informationen über Eigenschaften und bisherige Handlungen der Mitspieler) berücksichtigt. Die vorliegende Untersuchung unterscheidet sich von den bisherigen ökonomischen Analysen zur Verpackungsverordnung und zum Dualen System² somit insbesondere durch eine Integration verschiedener Argumentationsstränge in einen einheitlichen formalen Rahmen.

Wie läßt sich nun die Regulierung im Bereich Verpackungsabfall in einem spieltheoretischen Kontext formulieren? Als inhaltliche Grundlage werden dafür zunächst Informationen über die Ziele und die alternativen Politikstrategien des Gesetzgebers benötigt. Der Gesetzgeber verfolgt mit dem *Abfallgesetz* und der darauf basierenden *Verpackungsverordnung* im Prinzip *zwei Ziele*³!

- Aufgrund der zunehmenden Verknappung des Deponieraums soll (Verpackungs-) Abfall soweit möglich vermieden werden.

¹ Vgl. Laflbnt (1994) für eine Arbeit mit ähnlicher Zielrichtung.

² In diesem Zusammenhang sind insbesondere Ahlheim (1993), Holm-Müller (1993) und Klepper/Michaelis (1992) zu nennen.

³ Vgl. dazu Ahlheim (1993).

- Die Kosten der Entsorgung und Verwertung sollen bei der Verpackungswahl berücksichtigt werden. Diese Kosten waren bisher für die verpackende Industrie externe Kosten. Da zudem für die Konsumenten kein (ausreichender) Anreiz bestand, bei der Wahl eines bestimmten Gutes die Entsorgungskosten der Verpackung zu berücksichtigen (im allgemeinen waren die Entsorgungskosten von der tatsächlichen Abfallmenge praktisch unabhängig), ergab sich ein zu geringer Anreiz, Verpackungen zu vermeiden und bei notwendigen Verpackungen eine möglichst leicht entsorgbare zu verwenden.⁴

Die Realisierung des ersten Ziels verlangt eine Erhöhung der Recyclingquote und eine Reduzierung der Verpackungen (Verzicht auf "unnötige" Verpackungen). Das zweite Problem läßt sich dadurch lösen, daß die externen Kosten auf geeignete Art internalisiert werden.

Im Rahmen der *"traditionellen" Instrumente und des gegebenen Institutionenrahmens* hätten sich zunächst zwei Politikalternativen angeboten: (1) Eine Festlegung der jeweils zulässigen Verpackungslösung durch den Gesetzgeber (z.B. bei Getränken nur Mehrwegverpackungen mit Pfand). (2) Eine Abfallabgabe zur Internalisierung der externen Kosten und als Anreiz zur Verminderung des Verpackungseinsatzes. Die Entsorgung des Verpackungsabfalls würde in beiden Fällen wie bisher über die kommunalen Entsorgungseinrichtungen erfolgen, wobei im Rahmen einer Verordnung zur Erreichung des ersten Ziels zusätzlich eine Sammel- und Recyclingpflicht für verwertbaren Verpackungsabfall festgelegt werden müßte.

Stattdessen hat sich der Umweltminister für eine *alternative Lösung* entschieden: Mit der Verpackungsverordnung wird dem privaten Sektor die Verantwortung für die Entsorgung der Verpackungsabfälle übertragen (diese Aufgabe wurde bisher von den Kommunen wahrgenommen). Zentrale Elemente der Verpackungsverordnung sind in diesem Zusammenhang die Rücknahmepflicht und die Pflicht zur stofflichen Verwertung (Recycling) der Abfälle. Damit werden die Kosten der Entsorgung prinzipiell zu internen Kosten der Unternehmen des privaten Sektors - konkret erfolgt dies im Rahmen des Dualen Systems über die Gebühren für den "Grünen Punkt".

Die *inhaltliche Fragestellung* lautet dann: Welche der institutionellen Regelungen ist aus Sicht des Gesetzgebers vorzuziehen? Dabei wird unterstellt, daß der Gesetzgeber an einer möglichst hohen Effizienz interessiert ist.

Unter *methodischen Gesichtspunkten* liegt damit ein Problem des Mechanismusdesign vor, d.h. der Gesetzgeber legt einen institutionellen Rahmen (die "Spielregeln") fest: Die Zielfunktionen von Unternehmen und Gesetzgeber unterscheiden sich. Zusätzlich liegt asymmetrische Information vor (der Gesetzgeber kennt die privaten Nutzen und Kosten nicht). In diesem Kontext

⁴ Vgl. dazu auch Holm-Müller (1993, S. 481 f.).

wird nun nach einer institutionellen Regelung (einem "Mechanismus") gesucht, der ein (möglichst) effizientes Ergebnis aus Sicht des Gesetzgebers gewährleistet. Im Prinzip geht es darum, die Anreizstruktur für den privaten Sektor so zu verändern, daß sich die Akteure möglichst entsprechend den Zielvorstellungen des Gesetzgebers verhalten.

In einem ersten Schritt wird dieses Problem unter der vereinfachenden Annahme betrachtet, daß der private Sektor ein einzelner Spieler mit gegebener Zielfunktion ist, der sich optimal an die gesetzlichen Vorgaben anpaßt. Die drei Maßnahmen hätten in diesem Kontext dann die gleichen Auswirkungen, wenn das Umweltministerium über die gleiche Information bezüglich Produktionstechnologie im Verpackungsbereich und Verpackungsnutzen verfügen würde wie die Industrie und durch die Rücknahmepflicht die externen Effekte der Verpackungen tatsächlich vollständig internalisiert werden. Beide Annahmen sind jedoch unrealistisch und der Gesetzgeber muß sich dann zwischen verschiedenen Formen der Regulierung mit spezifischen Ineffizienzen entscheiden. Solche Ineffizienzen ergeben sich im Prinzip aus zwei Gründen: (1) Trotz Rücknahmepflicht unterscheiden sich die Zielfunktionen der Privaten von der Zielfunktion des Gesetzgebers. (2) Der Gesetzgeber verfügt nicht über alle entscheidungsrelevanten Informationen, um die Verpackungsform optimal festzulegen bzw. die Verpackungsabgabe optimal zu bestimmen. Die Entscheidung für die Verpackungsverordnung kann dann auf Grundlage einer Abwägung zwischen diesen beiden Formen der Ineffizienz erklärt werden: Zwar gelingt es durch die Verpackungsverordnung nicht, eine vollständige Übereinstimmung der Zielfunktionen des Gesetzgebers und des privaten Sektors zu realisieren, der private Sektor verfügt jedoch eher als eine Regulierungsbehörde über alle entscheidungsrelevanten Informationen für eine optimale Gestaltung und Entsorgung der Verpackungen.

In einem zweiten Schritt soll zusätzlich berücksichtigt werden, daß der private Sektor keinen einheitlichen Entscheidungsträger darstellt, sondern die einzelnen Unternehmen und privaten Haushalte eigene Ziele verfolgen. Diese Überlegung spielt insbesondere bei der Entscheidung des Gesetzgebers für die Verpackungsverordnung eine Rolle: Es stellt sich die Frage, ob das Duale System aufgrund der unterschiedlichen Anreize der beteiligten Akteure funktionieren kann. Die strategischen Interaktionen innerhalb des privaten Sektors werden am Beispiel des kollektiven Dilemmas im Handel verdeutlicht: Der Handel ist am Funktionieren des Dualen Systems interessiert, jedes einzelne Unternehmen hat jedoch einen Anreiz, sich als Trittbrettfahrer zu verhalten. Im Rahmen einer spieltheoretischen Analyse läßt sich untersuchen, ob die Handelsunternehmen diese soziale Dilemmasituation überwinden können und somit die Funktionsfähigkeit des Dualen Systems sichergestellt ist.

2. Grundmodell mit privatem Sektor als einem Spieler

Das Grundproblem läßt sich im Prinzip als "Spiel" mit den beiden Spielern G (Gesetzgeber) und P (privater Sektor, Produzenten) modellieren. Dabei legt G im ersten Zug die Art der

staatlichen Regulierung fest - dieser Zug determiniert die "Spielregeln" für den privaten Sektor. P paßt sich dann im zweiten Zug dieser gegebenen Regulierung optimal an - dabei wird der private Sektor zunächst als *ein* Spieler betrachtet, in Abschnitt 3 werden dann auch die strategischen Interaktionen innerhalb des privaten Sektors mitberücksichtigt.

2.1 Allgemeine Analyse

Welche Möglichkeiten der Regulierung bestehen für den Gesetzgeber? Im Prinzip lassen sich vier Strategien unterscheiden: Neben einer Beibehaltung der bisherigen Situation ohne regulierende Eingriffe (Strategie s_1) kommen die Alternativen Rücknahme- und Recyclingpflichten für den privaten Sektor⁵, wie sie in der Verpackungsverordnung festgelegt werden (Strategie s_2), Erhebung einer Verpackungsabgabe zur Internalisierung der Entsorgungskosten (Strategie s_3) und schließlich direkte Festlegung von Verpackungsart und -menge⁶ (Strategie s_4) in Frage. Diese vier Strategien bilden den Strategieraum des Gesetzgebers G, von denen er genau eine auswählen kann (gemischte Strategien, d.h. eine Zufallsverteilung über die reinen Strategien, sind im vorliegenden Kontext nicht plausibel - dies schließt jedoch nicht eine Kombination der Strategien aus, z.B. die Ergänzung der Verpackungsverordnung durch eine Verpackungsabgabe). Wie kann nun der private Sektor P auf die Vorgaben des Gesetzgebers reagieren? Außer im Fall von s_4 bestimmt P im Rahmen seiner Strategiewahl einen Vektor $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$, der die bei der Verpackungsherstellung eingesetzte Menge der einzelnen Verpackungsmaterialien festlegt.

Der Gesetzgeber hat wie bereits in der Einleitung aufgeführt zwei Zielsetzungen: Zum einen sollen Verpackungsabfälle möglichst vermieden werden (wegen Deponieknappheit und Ressourcenschonung), und zum anderen sollen alle Kosten der Verpackungen bei der Verpackungsentscheidung Berücksichtigung finden (Internalisierung der bisher für die Unternehmen externen Entsorgungs-, Verwertungs- und Deponierungskosten). Wenn in den Deponierungskosten d die Knappheitskosten (vollständig) enthalten sind, können beide Ziele in folgender Zielfunktion zusammengefaßt werden:

$$W(\mathbf{x}) = u(\mathbf{x}) - c(\mathbf{x}) - e(\mathbf{x}) - v(\mathbf{x}) - d(\mathbf{x})$$

Dabei gibt $u(\mathbf{x})$ den "Verpackungsnutzen", $c(\mathbf{x})$ die Herstellungskosten der Verpackung, $e(\mathbf{x})$ die Entsorgungskosten (Sammeln und Sortieren), $v(\mathbf{x})$ die Verwertungskosten (können auch Erträge sein, d.h. $-v(\mathbf{x}) > 0$, wenn für die Recyclingmaterialien (Sekundärrohstoffe) ein entsprechend hoher Preis erzielt wird) und $d(\mathbf{x})$ die Deponierungskosten (incl. Knappheitskosten) an.

⁵ Nach Holm-Müller (1993) kann dies als eine Neudefinition von Eigentumsrechten interpretiert werden.

⁶ Eine solche Strategie wird z.B. von Lennartz (1993) vertreten.

Je nachdem welche Regulierungsstrategie G wählt, ergeben sich unterschiedliche Auszahlungsfunktionen für P:

- Ohne staatliche Regulierung lautet die Zielfunktion der Produzenten $\pi^s(\mathbf{x}) = u(\mathbf{x}) - c(\mathbf{x})$.
- Durch die im Rahmen der Verpackungsverordnung vorgeschriebene Rücknahme- und Recyclingpflicht wird den Produzenten der Anteil $\gamma \leq 1$ der (volkswirtschaftlichen) Entsorgungs- und Verwertungskosten angelastet. Die Zielfunktion lautet dann $\pi^{s_2}(\mathbf{x}) = u(\mathbf{x}) - c(\mathbf{x}) - \gamma[e(\mathbf{x}) + v(\mathbf{x})]$.
- Wird eine Verpackungsabgabe in Höhe von $a(\mathbf{x})$ eingeführt, so ergibt sich $\pi^{s_3}(\mathbf{x}) = u(\mathbf{x}) - c(\mathbf{x}) - a(\mathbf{x})$ als Zielfunktion.
- Wird die Verpackung schließlich direkt vom Gesetzgeber vorgeschrieben (s_4), so besteht für den privaten Sektor keine Handlungsoption bezüglich der Wahl der Verpackung.

Entsprechend der Zielfunktion des Gesetzgebers sollen bei der Wahl der Verpackung alle relevanten Kosten berücksichtigt werden. Bei optimaler (first-best) Regulierung müssten also entweder Recyclingquoten von 100% ($\gamma = 1$) oder $a(\mathbf{x}) = e(\mathbf{x}) + v(\mathbf{x}) + d(\mathbf{x})$ gelten bzw. im Falle von s_4 die Verpackungswahl unter Berücksichtigung aller Kostenbestandteile festgelegt werden.

Diese optimale Regulierung ist jedoch unter realistischen Umständen nicht möglich: Recyclingquoten von 100% sind nicht erreichbar, ja wären bei Berücksichtigung der Sammlungskosten nicht einmal vorteilhaft - somit ist eine vollständige Übereinstimmung der Zielfunktionen von Gesetzgeber und privatem Sektor über die Verpackungsverordnung nicht realisierbar. Bei den anderen beiden Strategien läßt sich das Optimum aufgrund von Informationsmängeln des Gesetzgebers nicht realisieren: Zum ersten hat der Gesetzgeber über die Verpackungsnutzenfunktion $u(\mathbf{x})$ und die (private) Kostenfunktion $c(\mathbf{x})$ nur unvollständige Informationen - Strategie s_4 ist somit wenig erfolgversprechend. Zum zweiten lassen sich die Verwertungskosten $v(\mathbf{x})$ und insbesondere die Knappheitskosten in $d(\mathbf{x})$ nur sehr grob abschätzen - die Bestimmung der Abgabe im Sinne einer pareto-optimalen Pigou-Steuer ist somit ebenfalls unrealistisch.

Insgesamt können in Bezug auf eine Bewertung der Strategiealternativen folgende Aussagen getroffen werden:

- Eine direkte Regulierung scheitert an der fehlenden Information über die Kosten-/Nutzenstruktur der Privaten - insbesondere der Verpackungsnutzen kann wohl kaum ermittelt werden. Bei einer Befragung der Unternehmen haben diese einen Anreiz, den Verpackungsnutzen der bisher verwendeten Verpackungen zu hoch und den Nutzen der Alternativverpackung zu niedrig anzusetzen, um einen Wechsel auf das alternative Ver-

packungsmaterial möglichst zu verhindern. Dieses Problem kann durch die Festlegung einer Verpackungsabgabe umgangen werden: Hierbei werden keine expliziten Informationen über Verpackungsnutzen und -kosten benötigt.

- Eine Entscheidung zwischen s_2 und s_3 kann ohne genauere Spezifizierung der Situation nicht getroffen werden: Ineffizienzen ergeben sich bei s_2 wegen unvollständiger Übereinstimmung der Zielfunktionen von G und P und bei s_3 wegen Informationsmängeln des Gesetzgebers, die eine (pareto-)optimale Gestaltung der Verpackungsabgabe unmöglich machen - z.B. hat der Gesetzgeber möglicherweise Schwierigkeiten, eine geeignete Bemessungsgrundlage für die Verpackungsabgabe festzulegen. Falls man realistischere von $\gamma < 1$ und $a(\mathbf{x}) \neq e(\mathbf{x}) + v(\mathbf{x}) + d(\mathbf{x})$ ausgeht, muß der Gesetzgeber bei der Entscheidung diese beiden Ineffizienzen gegeneinander abwägen.

2.2 Vergleich von Verpackungsabgabe und Rücknahmepflicht anhand eines Beispiels

Zur genaueren Analyse dieses Problems wird nun ein Beispiel mit explizit spezifizierten Funktionen analysiert. Es wird im folgenden davon ausgegangen, daß es nur zwei Arten von Verpackungsmaterialien - x_1 und x_2 - gibt (z.B. Kunststoff und Pappe), die alternativ zur Herstellung von Verpackungen eingesetzt werden können. Der Verpackungsnutzen wird durch $\alpha_i \sqrt{x_i}$ mit $\alpha_1 > \alpha_2$ beschrieben. Die Herstellungskosten sind für beide Materialien identisch und betragen x_i .

Bei beiden Verpackungsmaterialien ist Recycling aus volkswirtschaftlicher Sicht sinnvoll, d.h. die Kosten einer alternativen Entsorgung (Deponie bzw. Verbrennung) sind höher als die Recyclingkosten. Demgegenüber ist Recycling aus einzelwirtschaftlicher Sicht unattraktiv, d.h. die Recyclingkosten übersteigen den Marktpreis der Primärrohstoffe. Die Netcorecyclingkosten - die Differenz zwischen den Recyclingkosten und dem Marktpreis der Primärrohstoffe - betragen für das erste Material $\beta_1 x_1$ und für das zweite $\beta_2 x_2$ mit $\beta_1 > \beta_2$.

In der Ausgangssituation ohne Regulierung (Strategie s_1) wird vom privaten Sektor wegen $\alpha_1 > \alpha_2$ nur das erste Verpackungsmaterial verwendet und im Rahmen der Abfallentsorgung wird das Material durch den öffentlichen Sektor recycelt. Dadurch sind dem Gesetzgeber die Recyclingkosten für das erste Verpackungsmaterial bekannt.

Zur Vereinfachung der Analyse wird angenommen, daß die Sammlungs- und die Deponierungskosten für beide Materialien identisch sind und die Recyclingquoten im Rahmen der Verpackungsverordnung so festgelegt werden, daß sie den Quoten entsprechen, die sich bei Festlegung der Recyclingentscheidung durch den öffentlichen Sektor ergeben. Damit sind für die weiteren Überlegungen beim Vergleich der beiden Materialien nur die Unterschiede im Verpackungsnutzen und den Recyclingkosten relevant und beim Vergleich der Instrumente die Frage, ob ein Wechsel auf das zweite Verpackungsmaterial erfolgt.

Die Informationsasymmetrie zwischen privatem Sektor und Gesetzgeber läßt sich dann folgendermaßen modellieren: Es wird davon ausgegangen, daß dem Gesetzgeber die Einsatzmöglichkeit des alternativen Verpackungsmaterials nicht bekannt ist - da es im bisherigen Gleichgewicht (ohne Regulierung) nicht verwendet wurde, dürfte diese Annahme einigermaßen plausibel sein. In diesem Fall erscheint es aus Sicht von G angemessen, im Rahmen der Strategie s_3 die Höhe der Verpackungsabgabe einfach in Bezug zur Verpackungsmenge festzulegen und dabei von den bisher beobachteten Recyclingkosten auszugehen - d.h. $a(x) = \beta_1 x_i$. Der private Sektor wird darauf mit einer Verringerung der Verpackungsmenge reagieren; da die Verpackungsabgabe nicht zwischen unterschiedlichen Verpackungsmaterialien differenziert, besteht jedoch kein Anreiz, zum alternativen Verpackungsmaterial zu wechseln.

Im Rahmen der Verpackungsverordnung muß der private Sektor die Entsorgung und das Recycling selbst übernehmen. Da jedoch keine 100%igen Recyclingquoten festgelegt sind und beim Recycling selbst möglicherweise externe Kosten entstehen, betragen die entsprechenden Kosten für den privaten Sektor annahmegemäß nur $\gamma\beta_1 x_i$ mit $\gamma < 1$. Wenn weiterhin das erste Verpackungsmaterial verwendet wird, ist das Ergebnis aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ungünstiger als bei der Lösung über die Verpackungsabgabe. Im Unterschied zur Verpackungsabgabe wird jedoch die Verwendung des alternativen Verpackungsmaterials für das Unternehmen jetzt attraktiver.

Die Verpackungsverordnung führt somit dann zu einem besseren Ergebnis als eine Verpackungsabgabe, wenn die folgenden beiden Bedingungen erfüllt sind:

- Es ist für den privaten Sektor attraktiv, zum zweiten Verpackungsmaterial zu wechseln.
- Der Vorteil, der sich durch diesen Wechsel aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ergibt, dominiert den Nachteil, der aus der nur teilweisen Berücksichtigung der Entsorgungs- und Recyclingkosten resultiert.

Das Ergebnis ist im vorliegenden Modell von den Parameterwerten α_i, β_i und γ abhängig. Formal lauten die beiden Bedingungen:

$$(1) \quad \frac{\alpha_2^2}{1 + \gamma\beta_2} > \frac{\alpha_1^2}{1 + \gamma\beta_1}$$

$$(2) \quad \frac{[1 + (2\gamma - 1)\beta_2]\alpha_2^2}{(1 + \gamma\beta_2)^2} > \frac{\alpha_1^2}{1 + \beta_1}$$

Beide Bedingungen sind (für jeweils gegebene Werte der anderen Parameter) umso eher erfüllt je kleiner die Differenz $\alpha_1 - \alpha_2$, je größer die Differenz $\beta_1 - \beta_2$ und je größer γ (für $\alpha_1 > \alpha_2 > 0, \beta_1 > \beta_2 > 0$ und $0 < \gamma < 1$).

Prinzipiell lassen sich drei Fälle unterscheiden, die anhand eines Zahlenbeispiels konkretisiert werden, wobei in allen drei Fällen von $\alpha_1^2 = 1$, $\alpha_2^2 = 0,9$ und $\beta_2 = 1$ ausgegangen wird:

- (a) Bedingung (1) ist nicht erfüllt - dieser Fall ergibt sich z.B. für die Parameterwerte $\beta_1 = 1,2$ und $\gamma = 0,8$. Auch bei Wahl von Strategie s_2 besteht kein Anreiz zum Einsatz des alternativen Verpackungsmaterials, wenn die Unterschiede in den Recyclingkosten relativ gering sind. In diesem Fall ist s_3 vorzuziehen, weil dadurch eine stärkere Reduzierung der Verpackungsmenge erreicht werden kann.
- (b) Bedingungen (1) und (2) sind erfüllt - z.B. falls $\beta_1 = 1,4$ und $\gamma = 0,8$. Hier führt die Wahl von Strategie s_2 zu einer höheren Wohlfahrt als die Wahl von Strategie s_3 .
- (c) Bedingung (1) ist erfüllt, Bedingung (2) jedoch nicht, weil die Übereinstimmung zwischen den Zielfunktionen des privaten Sektors und des Gesetzgebers zu gering ist - dieser Fall ergibt sich z.B. für $\beta_1 = 1,4$ und $\gamma = 0,5$. Es kommt zwar zu einem Wechsel zur Verpackungsalternative, der daraus resultierende positive Effekt wird jedoch von der volkswirtschaftlich ineffizienten Festlegung der Verpackungsmenge dominiert.

Bisher wurde analysiert, welche Strategie zu den höchsten Auszahlungen für den Gesetzgeber führt. Bei der Entscheidung zwischen den Strategien s_2 und s_3 besteht für den Gesetzgeber jedoch zusätzlich das Problem, daß er nicht weiß, inwieweit es aufgrund von Informationsmängeln bei der Festlegung von $a(x)$ zu Ineffizienzen kommt - wenn die entsprechenden Informationen vorliegen würden, könnte er $a(x)$ ja optimal festlegen. Die Wahl zwischen den beiden Strategien muß dann auf Basis von Wahrscheinlichkeitsschätzungen erfolgen - unterschiedliche Ansichten bezüglich der optimalen Politik können sich dabei auch durch das Vorliegen unterschiedlicher Wahrscheinlichkeitsschätzungen bezüglich des Ausmaßes informationsbedingter Ineffizienzen ergeben.

3. Strategische Interaktion im privaten Sektor

Bis jetzt wurde davon ausgegangen, daß der private Sektor als *ein* Spieler agiert. Bei der Strategie "Rücknahme- und Recyclingpflicht", die der Gesetzgeber mit der Verpackungsverordnung gewählt hat, spielen jedoch strategische Interaktionen innerhalb des privaten Sektors eine zentrale Rolle: Die individuelle Erfüllung der Rücknahme- und Verwertungspflichten durch Hersteller und Vertreiber wäre vermutlich äußerst ineffizient. Von diesen individuellen Pflichten können sich die Hersteller und Vertreiber nur dann befreien, wenn ein flächendeckendes privatwirtschaftliches Entsorgungssystem besteht, das gebrauchte Verkaufsverpackungen beim Endverbraucher oder in dessen Nähe regelmäßig abholt und dabei bestimmt Erfassungs- und Sortierquoten erfüllt. Die Funktion dieses sogenannten "Dualen Systems" (und damit die Effizienz der Verpackungsverordnung) ist jedoch nur sichergestellt, wenn alle Akteure im privaten Sektor ausreichende Anreize haben, sich daran zu beteiligen. Ein

zentrales Problem stellt in diesem Zusammenhang mögliches Trittbrettfahrerverhalten von Handelsunternehmen dar.⁷ Dieser Aspekt soll darum im folgenden genauer untersucht werden.

3.1. Inhaltliche Problemstellung: Anreize zur Teilnahme am Dualen System

Bevor versucht wird, die wesentlichen Aspekte des Problems in der formalen Sprache der Spieltheorie zu formulieren, sollen die rechtlichen Vorschriften und die sich daraus ergebende Situation für die Akteure im privaten Sektor kurz dargestellt werden.

Der Handel hat vermutlich das größte Interesse an Aufbau und Funktionsfähigkeit des in der Verpackungsverordnung vorgesehenen Dualen Systems, um sich gemäß §6(3) VerpackV von seinen Rücknahme- und Verwertungspflichten für gebrauchte Verkaufsverpackungen zu befreien, deren individuelle Erfüllung neben logistischen und hygienerechtlichen Problemen einen großen finanziellen Aufwand erfordern würde.

Die Branche (insbesondere der Lebensmitteleinzelhandel) ist durch eine hohe, in den letzten Jahren deutlich gestiegene Konzentration gekennzeichnet (*Monopolkommission*, 1994, S. 43). Wenige große Handelsunternehmen besitzen aufgrund hoher Marktanteile Nachfragemacht gegenüber den vorgelagerten Wirtschaftsstufen. Da die Teilnahme am Dualen System freiwillig ist, mußte der Handel den durch die Verpackungsverordnung ausgelösten Druck (Rücknahme- und Recyclingpflichten für Vertreiber) an die verpackende Industrie und Packmittelindustrie weitergeben, um hier einen entsprechenden Anreiz zur Teilnahme am System zu schaffen bzw. den durch die Pflichten für Hersteller aus der Verpackungsverordnung bestehenden Anreiz zu verstärken. Die freiwillige Selbstverpflichtung des Handels zur langfristigen Sortimentsumstellung auf Produkte, deren Verpackung mit dem "Grünen Punkt" gekennzeichnet ist, dient in Verbindung mit der angedrohten Auslistung aller nicht-gekennzeichneter Produkte als Sanktionsmechanismus, um die Hersteller zum Erwerb des Zeichennutzungsrechts über den Abschluß von Lizenzverträgen mit der DSD GmbH zu veranlassen.

Für die Funktionsfähigkeit des Dualen Systems ist das kooperative Verhalten des Handels von zentraler Bedeutung; nur so kann ein hoher Lizenzierungsgrad erreicht werden, um eine möglichst vollständige Erfassung aller gebrauchten Verkaufsverpackungen zu ermöglichen und die Anforderungen des Ordnungsgebers an das System, d.h. die vorgegebenen Recyclingquoten, zu erfüllen. Der Handel selbst ist an einer vollständigen Sortimentsumstellung auf gekennzeichnete Produkte interessiert, weil sich für Vertreiber die Freistellung von ihren Rücknahmepflichten nur auf solche Verpackungen bezieht, die über das Duale System entsorgt wer-

⁷ Daneben stellen insbesondere die Anreize der privaten Haushalte ein Problem dar (vgl. dazu *Alheim*, 1993). Dabei spielen jedoch im Gegensatz zum Trittbrettfahrerproblem im Handel strategische Aspekte keine wesentliche Rolle.

den. Nicht-lizenzierte Verpackungen dagegen können vom Endverbraucher in oder in unmittelbarer Nähe der Verkaufsstelle zurückgegeben werden.⁸

Durch "Trittbrettfahrerverhalten" einzelner Handelsunternehmen könnten Funktionsfähigkeit und Stabilität des Systems gefährdet werden. Ein derartiges Verhalten ist denkbar aufgrund der strategischen Situation des Handels: Auf der einen Seite profitiert er von allen Beteiligten am stärksten vom Dualen System, auf der anderen Seite jedoch besteht für ein einzelnes Handelsunternehmen ein Anreiz zur Nicht-Teilnahme am System, d.h. sich als Trittbrettfahrer zu verhalten. Aus Sicht eines Unternehmens könnte es vorteilhaft sein, sich nicht an die Selbstverpflichtung der Branche zur Sortimentsbereinigung zu halten und das eigene Sortiment nicht oder zumindest nur unvollständig auf gekennzeichnete Produkte umzustellen, da Produkte ohne lizenzierte Verkaufsverpackung zu einem geringeren Preis angeboten werden könnten als die mit Lizenzgebühren belasteten Waren der Konkurrenten. Voraussetzung für die Vorteilhaftigkeit dieses unkooperativen Verhaltens einzelner Branchenmitglieder ist jedoch, daß die geforderten Quoten für Verkaufsverpackungen auch dann erreicht werden, wenn nicht alle Handelsunternehmen ihr Sortiment umstellen, d.h. am Dualen System teilnehmen. Nur wenn das System nicht zusammenbricht, kann der Trittbrettfahrer die Vorteile (Befreiung von den individuellen Pflichten) nutzen.

3.2 Modellierung der kollektiven Dilemmasituation im Handel

Klepper/Michaelis (1992) diskutieren diese kollektive Dilemmasituation im Rahmen statischer Zwei-Personen-Spiele vom Typ "Gefangenendilemma" und "Game of Chicken". In diesem Fall ist das Duale System nicht durchsetzbar (Gefangenendilemma) bzw. durch Instabilitäten gekennzeichnet (Game of Chicken). Die Modellierung als statisches Zwei-Personen-Spiel ist jedoch unrealistisch:⁹ Zum einen wird dabei die Möglichkeit von Koalitionen eines Teils der Spieler nicht berücksichtigt - ein Aspekt der im stark konzentrierten Handel durchaus von Bedeutung sein dürfte. Zum anderen bleiben zusätzliche Strategiealternativen unberücksichtigt, die sich bei dynamischer Betrachtung ergeben:¹⁰ Die Sortimentsumstellung erfolgt sukzessive über einen längeren Zeitraum, wobei die einzelnen Spieler (die Handelsunternehmen) jeweils beobachten können, ob einer der Mitspieler vom kooperativen Verhalten "Umstellung" ab-

⁸ In der Praxis ist dieses Verbraucherverhalten bei einem bestehenden Holsystem für Verpackungsabfall beim Haushalt nicht zu erwarten. Nur wenn das Duale System zusammenbricht, würde diese Rücknahmepflicht für die Handelsunternehmen tatsächlich wirksam.

⁹ Dies sehen auch *Klepper/Michaelis* [1992, S. 15] so, sie gehen aber auf Mehr-Personen-Spiele überhaupt nicht und auf dynamische Spiele nur sehr oberflächlich ein.

¹⁰ So zeigt beispielsweise eine Analyse sogenannter *wiederholter Spiele* vom Typ Gefangenendilemma, daß in diesem Kontext prinzipiell kooperatives Verhalten realisierbar ist: Weicht einer der Spieler von der kooperativen Strategie ab, so kann er in den Folgeperioden dadurch bestraft werden, daß die anderen Spieler ebenfalls die nicht-kooperative Strategie wählen (vgl. *Holler/Illing* (1993, Abschnitt 4.2), für einen Überblick zur Analyse wiederholter Spiele).

weicht. Im folgenden wird darum ein spieltheoretisches Modell entwickelt, bei dem in einem ersten Schritt von einem Mehr-Personen-Spiel ausgegangen wird und in einem zweiten auch die zeitliche Struktur des Spiels berücksichtigt wird.

Statisches Spiel mit mehr als zwei Unternehmen

Die strategische Situation im Handelsbereich ist durch ein kollektives Dilemma gekennzeichnet: Falls das Duale System auch ohne die Beteiligung eines Handelsunternehmens erhalten bleibt, hat dieser einen Anreiz, auf eine Sortimentsumstellung zu verzichten; wenn sich alle Spieler so verhalten, bricht jedoch das Duale System zusammen. Die grundlegende strategische Situation läßt sich zunächst ohne Berücksichtigung der dynamischen Struktur des Spiels in einem Drei-Personen-Spiel darstellen. Die Unternehmen haben dabei die Wahl zwischen den Strategien u für "Umstellung des Sortiments" d.h. Teilnahme am Dualen System und v für "Verzicht auf die Umstellung" d.h. Trittbrettfahrerverhalten.¹¹ Für die Gewinne wird folgendes angenommen:

$$\pi(v|D = ja) > \pi(u|D = ja) > \pi(v|D = nein) > \pi(u|D = nein),$$

wobei $D = ja$ und $D = nein$ die Situation mit und ohne Bestehen des Dualen Systems bezeichnen. Das Ereignis $D = ja$ tritt ein, wenn mindestens zwei Unternehmen die Strategie u gewählt haben. Es liegt nun eine kollektive Dilemmasituation (vgl. *Schelling*, 1978, Kap. 5) vor: Die Unternehmen sind daran interessiert $D = nein$ zu vermeiden, gleichzeitig zieht es aber jedes einzelne Unternehmen vor, die Strategie v zu spielen.

Es wird davon ausgegangen, daß es bei kooperativem Verhalten von zwei Spielern zu der gleichen Gesamtauszahlung (Summe der Gewinne aller drei Unternehmen) kommt wie bei kooperativem Verhalten aller drei Spieler: Im ersten Fall müssen die Sammlungs- und Recyclingquoten von zwei Spielern erfüllt werden und diese haben somit höhere Kosten (entweder werden die Verpackungsabfälle des Trittbrettfahrers ebenfalls erfaßt oder bei den eigenen Abfällen müssen relativ höhere Quoten erfaßt werden). Unter dieser Annahme ist sowohl kooperatives Verhalten aller drei Unternehmen als auch kooperatives Verhalten von zwei Unternehmen pareto-optimal. Nur die Strategiekombinationen, in denen nur zwei Unternehmen die kooperative Strategie wählen, sind jedoch zusätzlich Nash-Gleichgewichte (zu gegebenen Strategien der anderen Spieler besteht kein Anreiz abzuweichen). Daneben existiert noch ein symmetrisches Nash-Gleichgewicht, bei dem alle Unternehmen auf die Teilnahme am Dualen

¹¹ Im statischen Spiel dürfte eine Beschränkung auf diese beiden Strategien "Teilnahme" und "Keine Teilnahme am Dualen System" plausibel sein. Eine entsprechende Situation hätte sich z.B. dann ergeben, wenn die Handelsunternehmen zu einem bestimmten Zeitpunkt hätten bekanntgeben müssen, ob sie am Dualen System teilnehmen wollen oder nicht und nur bei einer ausreichenden Anzahl an beteiligten Unternehmen das Duale System seine Arbeit aufgenommen hätte.

System verzichten. Die Lösungskonzepte der Spieltheorie können in diesem Fall keine eindeutige Vorhersage über das zu erwartende Ergebnis treffen: Es ist zunächst nicht klar, welches der Nash-Gleichgewichte plausibler ist. Zusätzliche Informationen über die Auszahlungsfunktionen (1) oder die Annahme von Asymmetrien zwischen den Spielern (2) können hier möglicherweise weiterhelfen.

ad. (1) Die Wahl von u erscheint dann plausibel, wenn die Auszahlungsdifferenz $\pi(v|\bar{D}) - \pi(u|\bar{D})$ mit $\bar{D} \in \{D = ja, D = nein\}$ im Verhältnis zu $\pi(u|D = ja) - \pi(u|D = nein)$ relativ klein ist, d.h. wenn die Vorteile aus dem Trittbrettfahrerverhalten im Vergleich zu den Vorteilen eines funktionierenden Dualen Systems relativ gering sind - das Risiko, durch eine Abweichung von u den Bestand des Dualen Systems zu gefährden, dürfte dann von kaum einem Spieler eingegangen werden. Einen gegenläufigen Effekt hat die Erhöhung der Anzahl der Mitspieler: Wird diese relativ groß, so wird die Wahrscheinlichkeit, daß die Entscheidung eines einzelnen Spielers einen Einfluß auf den Bestand des Dualen Systems hat, immer geringer - das Risiko des Trittbrettfahrers nimmt somit ab.

ad. (2) Wenn wir nun wieder für den Fall $n = 3$ eine Situation betrachten, in der aufgrund der Auszahlungsstruktur davon ausgegangen werden muß, daß sich das kollektiv unattraktive symmetrische Nash-Gleichgewicht einstellt, so könnte sich ausgehend von diesem Gleichgewicht eine Gruppe von zwei Unternehmen durch gemeinsames kooperatives Verhalten eine höhere Auszahlung sichern (wobei jedoch die Auszahlungen für den dritten Spieler noch stärker ansteigen). Die Bildung einer solchen Koalition erscheint insbesondere dann plausibel, wenn im Gegensatz zur hier gewählten Formulierung davon ausgegangen wird, daß der "dritte Spieler" für eine Gruppe kleinerer Unternehmen steht, während die beiden anderen Spieler eigenständige (Groß-) Unternehmen sind: Als "Focal-Point" (vgl. *Schelling*, 1960, Kap. 3) würde sich dann eine Koalition der beiden großen Unternehmen anbieten - eines dieser Unternehmen könnte sich dann durch eine Abweichung nur verschlechtern.

Diese Grundidee läßt sich formal in einem Spiel mit vier Akteuren verdeutlichen, wobei es sich bei den ersten beiden um große Unternehmen handelt und bei den anderen beiden um kleine. "Groß" bedeutet in diesem Zusammenhang, daß bereits zwei große Unternehmen durch Sortimentsumstellung den Bestand des Dualen Systems sichern können, während bei gemeinsamem kooperativem Verhalten der "kleinen" Unternehmen zusätzlich eines der "großen" an der Umstellung beteiligt sein muß, um den Bestand zu sichern. Es ergeben sich dann folgende vier Nash-Gleichgewichte: (u, u, v, v) , (u, v, u, u) , (v, u, u, u) und (v, v, v, v) , wobei die drei asymmetrischen das vierte Gleichgewicht pareto-dominieren. Ziel der Spieler muß es also sein, dieses pareto-dominierte Gleichgewicht zu vermeiden. Die Asymmetrie hilft nun, aus den drei pareto-optimalen Nash-Gleichgewichten eines als "Focal-Point" auszuwählen: Die beiden Gleichgewichte bei denen eines der großen Unternehmen auf die Sortimentsumstellung verzichtet sind insofern symmetrisch, als unter Focal-Point-Gesichtspunkten unklar ist, welches

davon gewählt werden sollte. Damit stellt das erste Gleichgewicht den "Focal-Point" dar: Es ist pareto-optimal und im Gegensatz zu den beiden "symmetrischen" Gleichgewichten ist es "eindeutig".

Im Kontext des Handels könnte eine vergleichbare Situation vorliegen: Das Bundeskartellamt geht z.B. im Bereich des Großhandels von einem "marktbeherrschenden Oligopol" mit sechs Unternehmen aus - die Bildung einer Koalition durch diese Unternehmen könnte dann möglicherweise bereits den Bestand des Dualen Systems sicherstellen, für die restlichen Unternehmen bestünde entsprechend ein Anreiz zum Trittbrettfahrerverhalten.

Analyse eines dynamischen Spiels

Die bisherigen Überlegungen gingen insoweit über *Klepper/Michaelis* (1992) hinaus, als die Beschränkung auf zwei, "gleich große" Spieler aufgegeben wurde. Für den konzentrierten Handel erschiene dann folgendes Ergebnis möglich: Die großen Handelsunternehmen stellen ihr Sortiment um, während kleinere Unternehmen sich als Trittbrettfahrer betätigen (Verpackungen ohne Grünen Punkt müßten zwar eigentlich von den Haushalten beim Handel zurückgegeben werden, solange die Entsorgung jedoch prinzipiell über das Duale System erfolgt, werden die Haushalte Verpackungsmüll voraussichtlich ausschließlich über das Duale System entsorgen). Möglicherweise kann es jedoch den Handelsunternehmen im dynamischen Kontext gelingen, ein symmetrisches Gleichgewicht zu erreichen, bei dem alle Unternehmen sich in gleichem Umfang an der Sortimentsumstellung beteiligen. Um dies zu untersuchen, wird im folgenden ein dynamisches Spiel analysiert, bei dem die Sortimentsumstellung durch die Handelsunternehmen sukzessive erfolgt. Es ist in diesem Zusammenhang jedoch zu beachten, daß es sich bei diesem dynamischen Spiel *nicht* um eine wiederholte Version des oben analysierten statischen Spiels handelt!

Wir gehen von folgenden Annahmen aus: Die Umstellung des Sortiments durch den Handel nimmt einen bestimmten Zeitraum Z in Anspruch - aus organisatorischen Gründen können die Handelsunternehmen nicht das ganze Sortiment "auf einen Schlag" umstellen. Dieser Zeitraum kann in eine beliebige Anzahl T von Teilperioden zerlegt werden, in denen jeweils ein Anteil $1/T$ des Gesamtsortiments umgestellt wird. Damit das Duale System bestehen bleibt, muß bis zu einem bestimmten Stichtag die Umstellungsquote Q erfüllt sein - diese Umstellungsquote ergibt sich aus der in der Verpackungsverordnung festgelegten Verwertungsquote. Die Aufgabe der Unternehmen besteht nun zunächst darin, den Umstellungszeitraum sinnvoll in T Teilperioden aufzuteilen: Es muß möglich sein, daß durch eine gleichmäßige Sortimentsumstellung aller Unternehmen die Umstellungsquote gerade erreicht wird - andernfalls existiert kein symmetrisches Gleichgewicht. Die optimale Aufteilung läßt sich im allgemeinen Fall folgendermaßen ermitteln: Wenn die Umstellungsquote als nicht kürzbarer Bruch $Q = \frac{k}{l}$ geschrieben wird - die natürlichen Zahlen k und l sind teilerfremd - so muß der

Umstellungszeitraum in $T = 1$ Teilperioden aufgeteilt werden, um die Existenz eines symmetrischen Gleichgewichts sicherzustellen.

Auf Basis dieser Festlegung ergibt sich dann ein dynamisches Spiel mit T Perioden, bei dem sich ein Unternehmen in jeder Periode $t \in \{1, \dots, T\}$ zwischen den beiden Strategien u ("Umstellung des Teilsortiments") und v ("Verzicht auf die Umstellung") entscheiden muß. Die Auszahlungen der Unternehmen setzen sich aus den Periodengewinnen im Umstellungszeitraum und dem Gegenwartswert der Gewinne nach dem Stichtag zusammen: Die Periodengewinne sind dabei nur von der Strategiewahl des einzelnen Unternehmens abhängig, während die Gewinne nach dem Stichtag insbesondere vom Bestand des Dualen Systems und damit der Strategiewahl aller Unternehmen determiniert werden. Es wird von folgender Auszahlungsstruktur ausgegangen: Solange der Bestand des Dualen Systems dadurch nicht gefährdet wird, stellt der Verzicht auf die Sortimentsumstellung für jedes Unternehmen eine dominante Strategie dar; für jedes Unternehmen ist es jedoch vorteilhaft, auch sein gesamtes Sortiment umzustellen, wenn es dadurch den Bestand des Dualen Systems sicherstellen kann.

Die Grundidee läßt sich anhand eines Beispiels mit drei gleich großen Unternehmen und einer Umstellungsquote $q = 100\%$ verdeutlichen. Um in diesem Fall ein symmetrisches Gleichgewicht erreichen zu können, muß der Umstellungszeitraum in $T = 3$ Teilperioden aufgeteilt werden - wenn jedes Unternehmen sich in zwei Perioden an der Sortimentsumstellung beteiligt, wird die Umstellungsquote gerade erfüllt. Die Unternehmen beginnen frühestens $T = 3$ Perioden vor dem Stichtag mit der Umstellung des Sortiments - eine frühere Umstellung brächte keine Vorteile.¹² Es existieren in diesem Fall eine ganze Reihe von Nash-Gleichgewichten: Alle Strategiekombinationen bei denen die Quote gerade erfüllt wird - z.B. wie im statischen Spiel vollständige Sortimentsumstellung durch zwei Unternehmen und Verzicht auf die Umstellung durch das dritte Unternehmen - und das Nash-Gleichgewicht bei dem alle Unternehmen auf die Sortimentsumstellung verzichten. Das symmetrische Gleichgewicht kann dadurch erreicht werden, daß in der ersten Periode alle Unternehmen die Strategie v wählen und sich in den beiden folgenden Perioden alle Unternehmen an der Umstellung beteiligen - ab der zweiten Periode existieren dann nur noch zwei symmetrische Nash-Gleichgewichte: (u, u, u) in beiden Perioden und (v, v, v) in beiden Perioden. Da (v, v, v) von (u, u, u) pareto dominiert wird, erscheint die gleichmäßige Sortimentsumstellung durch alle Unternehmen ab der zweiten Periode am plausibelsten - diese Lösung stellt somit das "Focal-Point-Gleichgewicht" des dynamischen Spiels dar.

¹² Dies gilt zumindest dann, wenn der Zusammenhang zwischen Umstellungsquote und Verwertungsquote durch eine deterministische Funktion beschrieben werden kann, die den Handelsunternehmen bekannt ist. Ein früherer Beginn ist eventuell notwendig, wenn erst nach erfolgter Umstellung des Sortiments die entsprechende Auswirkung auf die Verwertungsquoten beobachtet werden kann.

Der Ansatz läßt sich problemlos auf eine beliebige Anzahl von Handelsunternehmen, auch unterschiedlicher Größe übertragen: Der Umstellungszeitraum muß nur so in Teilperioden unterteilt werden, daß bei Verzicht auf Umstellung durch alle Unternehmen bis Periode $T - k$ die Quote $Q = \%$ nur noch durch Umstellung aller Unternehmen in allen weiteren Perioden erfüllt werden kann - dies ist genau für $T = /$ der Fall. Im dynamischen Kontext läßt sich die soziale Dilemmasituation somit auch dann lösen, wenn keine Gruppe marktbeherrschender Unternehmen existiert, die durch gemeinsames kooperatives Verhalten den Bestand des Dualen Systems sicherstellen: Die Grundidee besteht darin, daß alle Unternehmen solange mit der Sortimentsumstellung warten, bis nur noch bei gemeinsamer Umstellung durch alle Unternehmen der Bestand des Dualen Systems sichergestellt werden kann.

4. Schlußbemerkungen

Welche Ergebnisse lassen sich nun aus der vorliegenden Analyse ableiten?

- Bezogen auf die inhaltliche Fragestellung wurde zunächst deutlich, daß bei der Wahl zwischen der Verpackungsverordnung und den möglichen Alternativen der Aspekt Information von entscheidender Bedeutung ist: Sowohl bei der ordnungsrechtlichen Lösung als auch bei einer Verpackungsabgabe besteht das Problem, daß der Gesetzgeber nicht über alle entscheidungsrelevanten Informationen verfügt; die Verpackungsverordnung ist dann möglicherweise trotz unvollkommener Übereinstimmung der Zielfunktionen von Gesetzgeber und privatem Sektor den beiden Alternativen vorzuziehen. Ein zusätzliches Problem der Verpackungsverordnung besteht jedoch darin, daß die individuelle Rücknahme der Verpackungen durch den Handel ineffizient wäre. Die Verpackungsverordnung ist somit nur dann ein geeignetes Instrument, wenn das Funktionieren des Dualen Systems sichergestellt ist. Die Analyse im dritten Abschnitt zeigte, daß das der Fall ist: Auch ohne verpflichtende Teilnahme am Dualen System kann der Handel Trittbrettfahrerverhalten in einem dynamischen Kontext wirksam unterbinden.
- Bezogen auf die methodische Fragestellung wurden folgende Vorteile einer spieltheoretischen Analyse deutlich: Bei der Suche nach der bestmöglichen Politikalternative müssen die Informationsbeschränkungen explizit spezifiziert werden; genau dazu wird man im Rahmen einer spieltheoretischen Formulierung gezwungen. Bei der Frage nach der Funktionsfähigkeit des Dualen Systems führte die Ad-hoc-Modellierung auf Basis statischer Zwei-Personen-Spiele zu Fehlaussagen - erst die explizite Berücksichtigung der Dynamik im Rahmen eines extensiven Spiels machte deutlich, wie die Unternehmen im Handel Trittbrettfahrerverhalten wirksam vermeiden können.

Literatur:

- Ahlheim, M.* (1993), Umweltökonomische Konzepte in der politischen Praxis: Das Beispiel Abfall, Staatswissenschaften und Staatspraxis, Heft 3, S. 348-387.
- Harsanyi, J., Selten, R.* (1988), A General Theory of Equilibrium Selection in Games, Cambridge MA: MIT Press.
- Holler, M. J., Illing, G.* (1993), Einführung in die Spieltheorie, 2. Aufl., Berlin et. al.: Springer.
- Holm-Müller, K.* (1993), Neudefinition von Eigentumstiteln zur Lösung umweltpolitischer Probleme, Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Jg. 212, Heft 5/6, S. 480-496.
- Klepper, G., Michaelis, P.* (1992), Will the 'Dual System' Manage Packaging Waste?, Kieler Arbeitspapier Nr. 503.
- Klepper, G., Michaelis, P.* (1993), Economic Incentives for Packaging Waste Management - The Dual System in Germany, Arbeitspapier, Kiel.
- Laffont, J-J* (1994), Industrial Policy and Politics, Keynote Lecture auf der EARIE-Konferenz 1994 in Chania (Kreta).
- Lennartz, K.* (1993), Der Grüne Punkt: Eine umweltpolitische Mogelpackung, Wirtschaftsdienst, Heft 5, S. 230-232.
- Michaelis, P.* (1992), Verpackung und Umwelt: Die ökonomische Perspektive, in: Pillmann, W. (H g), Industrial Waste Mangement, Wien.
- Michaelis, P.* (1993), Ökonomische Aspekte der Abfallgesetzgebung, Kieler Studien Nr.254, Tübingen.
- Monopolkommission* (1994), Hauptgutachten IX, Baden-Baden: Nomos.
- Schelling, T.C.* (1960), The Strategy of Conflict, Cambridge MA: Harvard University Press.
- Schelling, T.C.* (1978), Micromotives and Macrobehavior, New York: Norton.

Beiträge in der Volkswirtschaftlichen Diskussionsreihe seit 1993

Im Jahr 1993 erschienen:

Beitrag Nr. 83:	Manfred Stadler	Innovation, Growth, and Unemployment. A Dynamic Model of Creative Destruction
Beitrag Nr. 84:	Alfred Greiner Horst Hanusch	Cyclic Product Innovation or: A Simple Model of the Product Life Cycle
Beitrag Nr. 85:	Peter Welzel	Zur zeitlichen Kausalität von öffentlichen Einnahmen und Ausgaben. Empirische Ergebnisse für Bund, Länder und Gemeinden in der Bundesrepublik Deutschland
Beitrag Nr. 86:	Gebhard Flaig Manfred Stadler	Dynamische Spillovers und Heterogenität im Innovationsprozeß. Eine mikroökonomische Analyse
Beitrag Nr. 87:	Manfred Stadler	Die Modellierung des Innovationsprozesses. Ein integrativer Mikro-Makro-Ansatz
Beitrag Nr. 88:	Christian Boucke Uwe Cantner Horst Hanusch	Networks as a Technology Policy Device - The Case of the "Wissenschaftsstadt Ulm"
Beitrag Nr. 89:	Alfred Greiner Friedrich Kugler	A Note on Competition Among Techniques in the Presence of Increasing Returns to Scale
Beitrag Nr. 90:	Fritz Rahmeyer	Konzepte privater und staatlicher Innovationsförderung
Beitrag Nr. 91:	Peter Welzel	Causality and Sustainability of Federal Fiscal Policy in the United States
Beitrag Nr. 92:	Friedrich Kugler Horst Hanusch	Stock Market Dynamics: A Psycho-Economic Approach to Speculative Bubbles
Beitrag Nr. 93:	Günter Lang	Neuordnung der energierechtlichen Rahmenbedingungen und Kommunalisierung der Elektrizitätsversorgung
Beitrag Nr. 94:	Alfred Greiner	A Note on the Boundedness of the Variables in Two Sector Models of Optimal Economic Growth with Learning by Doing
Beitrag Nr. 95 :	Karl Morasch	Mehr Wettbewerb durch strategische Allianzen?
Beitrag Nr. 96:	Thomas Kuhn	Finanzausgleich im vereinten Deutschland: Desintegration durch regressive Effekte
Beitrag Nr. 97:	Thomas Kuhn	Zentralität und Effizienz der regionalen Güterallokation
Beitrag Nr. 98:	Wolfgang Becker	Universitärer Wissenstransfer und seine Bedeutung als regionaler Wirtschafts- bzw. Standortfaktor am Beispiel der Universität Augsburg
Beitrag Nr. 99:	Ekkehard von Knorring	Das Umweltproblem als externer Effekt? Kritische Fragen zu einem Paradigma -
Beitrag Nr. 100:	Ekkehard von Knorring	Systemanalytischer Traktat zur Umweltproblematik
Beitrag Nr. 101:	Gebhard Flaig Manfred Stadler	On the Dynamics of Product and Process Innovations A Bivariate Random Effects Probit Model

Beitrag Nr. 102:	Gebhard Flaig Horst Rottmann	Dynamische Interaktionen zwischen Innovationsplanung und -realisation
Beitrag Nr. 103:	Thomas Kuhn Andrea Maurer	Ökonomische Theorie der Zeit
Beitrag Nr. 104:	Alfred Greiner Horst Hanusch	Schumpeter's Circular Flow, Learning by Doing and Cyclical Growth
Beitrag Nr. 105:	Uwe Cantner Thomas Kuhn	A Note on Technical Progress in Regulated Firms
Beitrag Nr. 106:	Jean Bernard Uwe Cantner Georg Westermann	Technological Leadership and Variety A Data Envelopment Analysis for the French Machinery Industry
Beitrag Nr. 107:	Horst Hanusch Marcus Ruf	Technologische Förderung durch Staatsaufträge Das Beispiel Informationstechnik

Im Jahr 1994 erschienen:

Beitrag Nr. 108:	Manfred Stadler	Geographical Spillovers and Regional Quality Ladders
Beitrag Nr. 109:	Günter Lang Peter Welzel	Skalenerträge und Verbundvorteile im Bankensektor. Empirische Bestimmung für die bayerischen Genossenschaftsbanken
Beitrag Nr. 110:	Peter Welzel	Strategic Trade Policy with Internationally Owned Firms
Beitrag Nr. 111:	Wolfgang Becker	Lebensstilbezogene Wohnungspolitik - Milieuschutz-satzungen zur Sicherung preiswerten Wohnraumes
Beitrag Nr. 112:	Alfred Greiner Horst Hanusch	Endogenous Growth Cycles - Arrow's Learning by Doing
Beitrag Nr. 113:	Hans Jürgen Ramser Manfred Stadler	Kreditmärkte und Innovationsaktivität
Beitrag Nr. 114:	Uwe Cantner Horst Hanusch Georg Westermann	Die DEA-Effizienz öffentlicher Stromversorger Ein Beitrag zur Deregulierungsdiskussion
Beitrag Nr. 115:	Uwe Canter Thomas Kuhn	Optimal Regulation of Technical Progress In Natural Monopolies with Incomplete Information
Beitrag Nr. 116:	Horst Rottman	Neo-Schumpeter-Hypothesen und Spillovers im Innovationsprozeß - Eine empirische Untersuchung
Beitrag Nr. 117:	Günter Lang Peter Welzel	Efficiency and Technical Progress in Banking. Empirical Results for a Panel of German Co-operative Banks
Beitrag Nr. 118:	Günter Lang Peter Welzel	Strukturschwäche oder X-Ineffizienz? Cost-Frontier-Analyse der bayerischen Genossenschaftsbanken
Beitrag Nr. 119:	Friedrich Kugler Horst Hanusch	Preisbildung und interaktive Erwartungsaggregation
Beitrag Nr. 120:	Uwe Cantner Horst Hanusch Georg Westermann	Detecting Technological Performances and Variety An Empirical Approach to Technological Efficiency and Dynamics

- Beitrag Nr. 121: Jean Bernard
Uwe Cantner
Horst Hanusch
Georg Westermann
Technology and Efficiency Patterns
A Comparative Study on Selected Sectors from the
French and German Industry
- Beitrag Nr. 122: Gebhard Flaig
Die Modellierung des Einkommens- und Zinsrisikos in
der Konsumfunktion: Ein empirischer Test verschiedener
ARCH-M-Modelle
- Beitrag Nr. 123: Jörg Althammer
Simone Wenzler
Intrafamiliale Zeitallokation, Haushaltsproduktion und
Frauenerwerbstätigkeit
- Beitrag Nr. 124: Günter Lang
Price-Cap-Regulierung
Ein Fortschritt in der Tarifpolitik?
- Beitrag Nr. 125: Manfred Stadler
Spieltheoretische Konzepte in der Markt- und Preistheorie
Fortschritt oder Irrweg?

Bisher im Jahr 1995 erschienen:

- Beitrag Nr. 126: Horst Hanusch
Die neue Qualität wirtschaftlichen Wachstums
- Beitrag Nr. 127: Wolfgang Becker
Zur Methodik der Wirkungsanalyse von Maßnahmen der
Verkehrsaufklärung
- Beitrag Nr. 128: Ekkehard von Knorring
Quantifizierung des Umweltproblems durch
Monetarisierung?
- Beitrag Nr. 129: Axel Olaf Kern
Die "optimale" Unternehmensgröße in der deutschen
privaten Krankenversicherung - eine empirische Unter-
suchung mit Hilfe der "Survivor-Analyse"
- Beitrag Nr. 130: Günter Lang
Peter Welzel
Technology and Efficiency in Banking. A "Thick
Frontier"-Analysis of the German Banking Industry