FORSCHUNGSZENTRUM FZID

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

FZID Discussion Papers

CC Innovation and Knowledge

Discussion Paper 85-2013

KARTELLBEKÄMPFUNG UND INTERNE KARTELLSTRUKTUREN: EIN NETZWERKTHEORETISCHER ANSATZ

Athanasios Saitis

Universität Hohenheim | Forschungszentrum Innovation und Dienstleistung

www.fzid.uni-hohenheim.de

Discussion Paper 85-2013

Kartellbekämpfung und interne Kartellstrukturen: Ein netzwerktheoretischer Ansatz

Athanasios Saitis

ISSN 1867-934X (Printausgabe)
ISSN 1868-0720 (Internetausgabe)

Kartellbekämpfung und interne Kartellstrukturen: Ein netzwerktheoretischer Ansatz

Athanasios Saitis
Institut für Volkswirtschaftslehre (520 C)
Universität Hohenheim
athanasios.saitis@uni-hohenheim.de

10. Dezember 2013

Zusammenfassung

Die ökonomische Theorie beschäftigt sich schon seit längerer Zeit mit dem Phänomen von Kartellen und ihrer Bekämpfung, doch die Bedeutung der internen Struktur eines Kartellnetzwerks blieb dabei weitgehend unberücksichtigt. In dieser Arbeit soll deshalb anhand einiger grundlegender netzwerktheoretischer und spieltheoretischer Konzepte die Problematik der internen Stabilität von Kartellstrukturen vor dem Hintergrund analysiert werden, dass eine Kartellbehörde existiert, die das Verhalten der Kartellmitglieder zu entdecken und zu sanktionieren versucht. Dabei zeigt sich in einem einfachen ökonomischen Grundmodell, dass die Art und Weise der Bestrafung der Kartellmitglieder einen Einfluss auf die interne Struktur eines Kartells und dessen Stabilität haben kann. Während sich fixe Bußgelder als strukturneutral erweisen, führt eine Bestrafung, die die Bedeutung der einzelnen Kartellteilnehmer bei der Ermittlung der Bußgelder berücksichtigt, unter bestimmten Bedingungen zu einer Veränderung der internen Kartellstruktur.

1 Einleitung

„Successful explicit collusion requires planning, investments in administration, clear thinking and hard work.“

(R. C. Marshall und L. M. Marx, 2012, S. X)

In dieser Arbeit soll ein ökonomisches Grundmodell konstruiert werden, um das Phänomen der Stabilität von Kartellen vor einem netzwerktheoretischen Hintergrund etwas näher zu beleuchten.[1] Die Idee hierzu ist dabei keinesfalls vollkommen neu, doch sind ökonomisch theoretische Arbeiten, die sich explizit mit der Struktur von Kartellen in einem netzwerktheoretischen Kontext auseinandersetzen, rar gesät.[2] Baker und Faulkner haben sich bspw. bereits 1993[3] mithilfe netzwerktheoretischer Instrumente (Zentralitätsmaße) mit der internen Struktur von Kartellmitgliedern in der Elektoindustrie auseinandergesetzt, während Asker[4] anhand von Datensätzen die interne Organisation von einigen ausgesuchten Bieterkartellen analysiert hat. Belleflamme und Bloch können hingegen als theoretische Pioniere auf diesem Gebiet betrachtet werden.[5] Die Autoren beschäftigten sich mit der Struktur von Kartellen unter Zuhilfenahme netzwerktheoretischer Stabilitätskonzepte, wobei ihr Fokus verstärkt auf der Inklusivität (inclusiveness)[6] von Kartellnetzwerken lag und damit auf dem Phänomen der partiellen Kartellbildung.[7] Sie zeigten auf, dass ein Kartell unter bestimmten Bedingungen nicht komplett sein muss bzw., dass nicht alle Unternehmen in einem Markt in einem Kartellnetzwerk involviert sein müssen, damit dieses stabil ist. Neben der Gruppe der Kartellteilnehmer können weitere Gruppen von Unternehmen existieren, die nicht am Kartell partizipieren, wodurch die Anzahl an möglichen bilateralen Verbindungen zwischen den Kartellmitgliedern kleiner sein kann als die

1 Kartelle können, wie Becker bereits früh erwähnte, als eine Form des (organisierten) Verbrechens betrachtet werden, die vor einem ökonomischen Hintergrund analysiert werden können. Beckers Arbeit beschäftigte sich jedoch nicht mit der internen Struktur von kriminellen Organisationen, sondern stellte einen allgemeinen Ansatz zur optimalen Bekämpfung von Verbrechen vor einem ökonomischen Hintergrund dar. Kartelle wurden dabei lediglich als ein mögliches Anwendungsgebiet angesprochen. Siehe hierzu: Becker (1974). Für einige ökonomische Definitionen zur organisierten Kriminalität und dessen Implikationen für die Gesetzgebung, siehe: Fiorentini (1999). Zur ökonomischen Theorie der organisierten Kriminalität allgemein, siehe hingegen: Fiorentini und Peltzman (1997).

2 Harrington widmete sich bspw. in einer seiner Arbeiten der Frage, wie Kartelle funktionieren und auf welche Art und Weise die mit einer Kartellvereinbarung verbundenen Maßnahmen umgesetzt werden, doch die interne Struktur von Kartellen stand dabei nicht im Vordergrund, sondern vielmehr die Marktaktivitäten der Kartellteilnehmer. Vgl. hierzu: Harrington (2006).

3 Baker und Faulkner (1993).

4 Asker (2010).

5 Belleflamme und Bloch (2004).

6 Die Inklusivität beschreibt allgemein die verbundene Anzahl an Knoten im Vergleich zur Gesamtanzahl aller betrachteten Knoten.

7 Für einen Ansatz, der sich allgemein mit der Struktur von kriminellen Organisationen vor einem ökonomischen Hintergrund beschäftigt, siehe: Baccara und Bar–Isaac (2008). Garoupa widmet sich hingegen der Problematik der (vertikalen) Organisationsstruktur innerhalb einer Firma, die ein illegales Gut produziert bzw. anbietet. Siehe hierzu: Garoupa (2007).

maximal mögliche Anzahl der Mitglieder in einem effizienten Kartell.[8] Zwar weist die hier vorliegende Arbeit zu diesem Ansatz und den darin verwendeten netzwerktheoretischen Konzepten einige Gemeinsamkeiten auf, doch sie unterscheidet sich von der zugrundeliegenden Fragestellung, dem Ziel der Analyse und der methodologischen Vorgehensweise.

Der Fokus in dieser Arbeit liegt verstärkt auf der internen Struktur von *kompletten* Kartellnetzwerken und dessen interne Stabilität vor dem Hintergrund, dass eine Kartellbehörde existiert, die das Verhalten der Kartellmitglieder verfolgen, aufdecken und bei erfolgreicher Überführung sanktionieren kann.[9] Dabei wird von der Möglichkeit der partiellen Kartellbildung abstrahiert, so dass, wenn sich ein Kartell unter den unterstellten Bedingungen bilden sollte, die Anzahl der Kartellmitglieder stets der Anzahl der Unternehmen im Markt entspricht. Während nun die interne Struktur des (partiellen oder auch kompletten) Kartellnetzwerks bei Belleflamme und Bloch stets eine vollständige und damit gegeben ist, da unterstellt wird, dass jeder Kartellteilnehmer mit jedem anderen Kartellteilnehmer in Verbindung steht, während die Anzahl der Kartellmitglieder varriieren kann, wird es in der hier vorliegenden Arbeit genau umgekehrt gehandhabt: Die Anzahl der Kartellteilnehmer wird als exogen gegeben angenommen, während die interne Struktur des Kartellnetzwerks varriieren kann. Letztlich wird auch vom eigentlichen Verhalten der Unternehmen auf den Märkten und von der Modellierung eines expliziten Cournot– oder Bertrand–Wettbewerbs abstrahiert. Stattdessen wird ausgehend vom spieltheoretischen Grundgedanken des Gefangenendilemmas eine reduzierte Auszahlungsfunktion verwendet, die von den Besonderheiten der internen Kartellstruktur abhängig ist. Das verfolgte Ziel besteht darin, mit möglichst einfachen netzwerktheoretischen Mitteln ökonomisch aufzuzeigen, wie die Gefahr der Entdeckung und Bestrafung, die von der Existenz einer Kartellbehörde ausgeht, die Entscheidungen von Unternehmen zur Kartellbildung tangieren und hinsichtlich ihrer Organisation untereinander in unterschiedlichen Situationen beeinflussen könnten. Zu diesem Zweck werden im nächsten Abschnitt zunächst die notwendigen spieltheoretischen Grundkonzepte mit den erforderlichen netzwerktheoretischen Ideen verknüpft. Im Anschluss daran erfolgt dann die Beschreibung des Netzwerkspiels mitsamt den erforderlichen Annahmen, die im Anschluss daran für die Analyse und der ökonomischen Interpretation der Ergebnisse erforderlich sind.

[8] Vgl. hierzu: Belleflamme und Bloch (2004, S. 402 f.).

[9] Ein Netzwerk ist komplett, wenn alle betrachteten Akteure in irgendeiner Art miteinander verbunden sind.

2 Interne Kartellstrukturen und Kartellbekämpfung

2.1 Netzwerkstheoretische Konzepte zur Beschreibung von Kartellstrukturen

Betrachtet man zunächst das ökonomische Phänomen von Kartellen vor einem rein spieltheoretischen Hintergrund und stellt sich dabei die Frage nach dessen Bildung und Stabilität, dann dient oftmals die Idee des Gefangenedilemmas als Grundlage für die Analyse zahlreicher damit verbundener theoretischer Fragestellungen. Man stelle sich zur besseren Verdeutlichung der weiteren Argumentation allgemein n identische Unternehmen in einer Industrie vor, wobei $N = \{1, 2, \dots, n\}$ die Spielermenge charakterisiert und die Strategiemenge eines Spielers durch s_i, $i \in N$ beschrieben ist. Die Spieler sind in in diesem Fall die einzelnen Unternehmen in einem Markt und die Strategien der Unternehmen können allgemein entweder die Preise oder die Mengen sein, wobei dieser Umstand in Kürze näher erläutert wird. Der Gewinn π_i eines Unternehmens ist dann letztlich durch die Strategien aller Unternehmen determiniert.

Während in einem einmaligen Spiel bekanntermaßen nur das nicht koordinierte Gleichgewicht als Nash–Gleichgewicht realisierbar ist, in dem alle Spieler die Gewinne im Wettbewerb in Höhe von π_i^* erwirtschaften, lassen sich in einem Superspiel durch die Möglichkeit der expliziten (oder stillschweigenden) Koordination der Strategien auch alternative Gleichgewichte mit höheren Gewinnen in jeder Periode realisieren, vorausgesetzt der Diskontfaktor $\rho \in \{0, 1\}$ ist hinreichend groß. In diesem Zusammenhang gilt, dass der Gewinn eines Kartellteilnehmers im Falle eines Abweichens (D) von der Kartellvereinbarung größer ist als derjenige beim Festhalten daran (M), so dass $\pi_i^D > \pi_i^M$ $(> \pi_i^*)$. Aus der Gegenüberstellung der beiden Gegenwartswerte v_i^M und v_i^D in den jeweiligen Situationen erhält man schließlich die sog. Anreizkompatibilitätsbedingung $v_i^M \geq v_i^D$ für alle $i \in N$. Die Erfüllung dieser Bedingung garantiert, dass kein Unternehmen nach Kartellbildung einen Anreiz hat von der Kartellvereinbarung abzuweichen.

Nun ist es aber in der Realität oftmals so, dass die Unternehmen ihre Marktaktivitäten nur durch den expliziten Austausch von Informationen bzw. durch den Aufbau von kommunikativen Verbindungen zueinander koordinieren können. Man stelle sich deshalb vor, dass sie hierzu einander illegale Kommunikationsangebote zur Kartellbildung unterbreiten können, wobei $t_{ij} \in \{0, 1\}$ für $i, j \in N$ und $i \neq j$ die Intention eines Unternehmens i beschreibt mit Unternehmen j eine direkte Verbindung einzugehen $(t_{ij} = 1)$ oder nicht $(t_{ij} = 0)$. Dabei charakterisiert $G = G(N)$ die Menge aller möglichen Netzwerke, die sich bei einer gegebenen Spielermenge ergeben könnten und

$g \in G(N)$ bezeichnet ein Element von G, d.h. ein bestimmtes Netzwerk daraus.[10] Die Strategien der Unternehmen bestehen jetzt also nicht nur darin, ihre Mengen oder Preise zu wählen, sondern auch Kommunikationsangebote zu unterbreiten. Die Strategie eines Spielers i zum Entscheidungszeitpunkt kann damit als $s_i = (\{t_i\}, q_i)$ geschrieben werden,[11], wobei $t_i = \{t_{ij} : t_{ij} = 1, t_{ij} = 0\}$ für alle $i, j \in N$ und $i \neq j$. q_i beschreibt hierbei die Entscheidung des Unternehmens i hinsichtlich des Wettbewerbsparameters, wobei dies je nach unterstellter Wettbewerbssituation entweder die Menge oder die Höhe des Preises sein kann. Im Rahmen dieser Arbeit und der darin verfolgten Fragestellung wird das Marktverhalten der Unternehmen, also ihre Entscheidungen hinsichtlich der Wettbewerbsparameter, nicht explizit betrachtet. Es wird vereinfachend angenommen, dass q_i für den Fall der Kartellbildung q_i^M, für den Fall des Abweichens von der Kartellvereinbarung q_i^D und für den Fall ohne Kartellbildung (Wettbewerbssituation) q_i^* beträgt, so dass $q_i \in \{q_i^M, q_i^D, q_i^*\}$ gilt. Damit liegt der Fokus der Analyse letztlich auf den Kommunikationsangeboten der Unternehmen bzw. auf die paarweisen Verbindungen zwischen ihnen. Man halte an dieser Stelle in Bezug auf die Verbindungen zwischen den Unternehmen folgendes fest.[12]

Definition 1 *Es existiert eine Verbindung zwischen zwei Unternehmen i und j mit $i, j \in N(g)$, falls $t_{ij} = t_{ji} = 1$ oder falls eine solche direkte Verbindung nicht existiert, stattdessen eine Menge an intermediären Unternehmen $\bar{N}(g) = \{j_1, j_2, \ldots, j_n\} \in N(g)$ mit $i, j \notin \bar{N}(g)$ existiert, so dass $t_{ij_1} = t_{j_1 j_2} = \ldots = t_{j_n j} = 1$. Ein (Kartell–) Netzwerk $g \in G(N)$ gilt dabei als komplett verbunden, wenn zwischen allen Unternehmen $i, j \in N(g)$ eine direkte oder indirekte Verbindung existiert.*

Stehen nun die Entscheidungen der Unternehmen bezüglich ihrer gewünschten Verbindungen zu allen anderen Unternehmen fest, dann führt die daraus resultierende Strategiekombination $s = \{s_1, s_2, \ldots, s_n\}$ zur Realisierung eines bestimmten Netzwerks bzw. einer bestimmten Netzwerkstruktur $g = g(s)$.[13] Die Auszahlungen der Unternehmen sind dann letztlich durch die realisierte Netzwerkstruktur determiniert, so dass allgemein $\pi_i = \pi_i(g)$ gilt.

---

10 Siehe zur Notation und für weiterführende allgemeine Erläuterungen zur Vorgehensweise: Jackson (2008) oder auch Goyal (2007).

11 Vgl. zu dieser Schreibweise bezüglich der Strategien der Spieler hinsichtlich ihrer Verbindungen: Goyal und Joshi (2006, S. 323).

12 Man bedenke, dass es sich bei einem Kartellnetzwerk um ein ungerichtetes Netzwerk handelt. Ein Netzwerk gilt dabei dann als ungerichtet, wenn der Aufbau der direkten Verbindungen in diesem Netzwerk der wechselseitigen Zustimmung bedarf bzw. formal ausgedrückt, wenn eine direkte Verbindung nur dann zustande kommen kann, wenn $t_{ij} = t_{ji} = 1$. Siehe weiterführend hierzu und zur Unterscheidung zwischen gerichteten und ungerichteten Netwzerken: Jackson (2008). Für eine allgemeinere Erläuterung ausserhalb eines ökonomischen Rahmens, siehe: Scott (2012).

13 Der eigentliche Prozess der Netzwerkformierung ist nicht Teil dieser Arbeit, sondern der Fokus liegt auf der internen Stabilität bestimmter Netzwerkstrukturen. Für einen Überblick über einige netzwerktheoretische Modelle zur Netzwerformierung und Stabilität, siehe: Jackson (2005).

Ein Unternehmen profitiert von einer direkten (illegalen) Verbindung zu einem anderen Unternehmen, da hierdurch auf unmittelbarem Weg kommuniziert wird und somit private Informationen ausgetauscht werden, die zur Koordination des Marktverhaltens notwendig sind. Es profitiert aber auch von einer indirekten Verbindung, allerdings führt eine Übertragung der privaten Informationen über einen (oder mehreren) Intermediär(en) i.d.R. zu informatorischen Effizienzverlusten, weshalb der Wert einer direkten Verbindung letztlich größer ist als derjenige einer indirekten. Diese Aussage folgt der Idee, dass Wirtschaftsakteure ihre Marktaktivitäten besser aufeinander abstimmen können, wenn sie direkt miteinander in Verbindung stehen und gegenseitig private Informationen austauschen. Wenn aber ein weiteres Unternehmen als Intermediär zwischen zwei Unternehmen fungiert, dann können Informationen bspw. verwässert werden oder die Produkte können einen so hohen Komplexitätsgrad aufweisen, dass die Koordination der Marktaktivitäten eine sehr hohe Kommunikationsintensität voraussetzt, was möglicherweise durch einen Intermediär nur unzureichend bewerkstelligt werden kann.[14] Man könnte sich aber auch vorstellen, dass eine indirekte Verbindung zu einem anderen Kartellteilnehmer dazu führt, dass die Aktionen des indirekt verbundenen Akteurs schwieriger zu beobachten sind, was zu höheren Informations– und Kontrollkosten für zwei indirekt verbundene Kartellteilnehmer führen kann, wodurch letztlich geringere Effizienzgewinne realisiert werden. Um diesem Umstand im späteren Modell Rechnung zu tragen, sollen sich die Distanzen zwischen den Akteuren in einem Netzwerk in irgendeiner Art und Weise auch in ihren jeweiligen Profiten niederschlagen. Man nehme hierzu an, dass die Auszahlung eines Kartellteilnehmers von der Anzahl der direkten und indirekten Verbindungen abhängt, so dass ein größerer Zentralitätsgrad letztlich auch mit einer höheren Auszahlung einhergeht.[15]

Das Konzept der sog. abfallenden Zentralität (decay centrality) berücksichtigt die Entfernung in Form der geodätischen Distanz zwischen den verbundenen Akteuren, um ihre jeweilige individuelle Bedeutung bzw. Rolle für das Netzwerk zu ermitteln.[16] Vernachlässigt man etwaige Kosten des Verbindungsaufbaus, so kann unter Zuhilfe-

[14] Ein zwischengeschalteter Intermediär kann durchaus effizienter sein als die direkte Kommunikation zweier Akteure, vor allem im Fall hoher Informations– und Suchkosten auf gewissen Märkten, wie z.B. dem Arbeitsmarkt oder dem Markt für Hochschulen (matching problems). Siehe für einen netzwerktheoretischen Ansatz bezüglich des Arbeitsmarktes beispielhaft: Calvó–Armengol und Jackson (2004).

[15] Beim Zentralitätsgrad handelt es sich allgemein um ein relatives Maß, dass die Wichtigkeit bzw. die Bedeutung eines Knotens (Akteurs) in einem Netzwerk quantitativ angibt. Es existieren unterschiedliche Formen der Zentralität, die je nach Fragestellung und Untersuchungsgegenstand mehr oder weniger gut geeignet sein können, um die Bedeutung eines Knotens für das Netzwerk zu erfassen. Siehe für einen einleitenden Überblick zu einigen Zentralitätskonzepten und ihren Eigenschaften: Jackson (2008, S. 38 ff.) oder auch Scott (2012, Kapitel 5).

[16] Die geodätische Distanz zwischen zwei Knoten ist der kürzeste Pfad, durch den die beiden Knoten miteinander verbunden sind. Siehe beispielhaft hierzu: Scott (2012, S. 67 ff.).

nahme dieses Konzeptes[17] die reduzierte Auszahlungsfunktion eines Kartellteilnehmers in Abhängigkeit der Netzwerkstruktur bzw. der individuellen Bedeutung eines Unternehmens innerhalb eines Kartellnetzwerks für $i, j \in N(g)$ mit $i \neq j$ geschrieben werden als

$$\pi_i(g) = \sum \delta^{\gamma_{ij}},$$

wobei $\delta \in (0,1)$ den Wert einer Verbindung und γ_{ij} die geodätische Distanz zwischen Unternehmen i und Unternehmen j charakterisiert. Man könnte sich das Ganze jedoch auch allgemeiner vorstellen, so dass $\pi_i(g) = \nu_0 + \sum(\delta^{\gamma_{ij}} \cdot \nu_{ij})$. ν_o würde in diesem Zusammenhang eine Basisauszahlung beschreiben, die sich alleine durch die Teilnahme am Kartellnetzwerk ergeben würde, während ν_{ij} einen Gewichtungsfaktor für eine Verbindung zwischen i und j charakterisiert. Es könnte z.B. sein, dass die Unternehmen in einem Markt hinsichtlich der verwendeten Technologie (Kosten) oder des Differenzierungsgrades ihrer angebotenen Produkte asymmetrisch sind, so dass eine Verbindung zwischen zwei Unternehmen mit wenig differenzierten Produkten eine größere Auszahlung generiert als eine zwischen Unternehmen mit stärker differenzierten Produkten. Im Extremfall zweier Unternehmen, die (nahezu) vollkommen differenzierte Produkte anbieten, hätte eine kommunikative Verbindung keine oder kaum eine Auswirkung auf die jeweiligen Profite, da es zwischen den Unternehmen keinerlei kompetitive Externalitäten gäbe, die durch eine gemeinsame Koordination der Marktaktivitäten gewinnbringend internalisiert werden könnten. Im Gegensatz dazu wäre die Auszahlung bei einer Verbindung zwischen zwei Unternehmen mit vollkommen homogenen Produkten am größten. Der Einfachheit halber und um dem Umstand der technologischen und produktbezogenen Symmetrie im späteren Modell Rechnung zu tragen, wird $\nu_0 = 0$ und $\nu_{ij} = 1$ angenommen, für alle $i, j \in N(g)$. Das entspricht schließlich der Definition der abfallenden Zentralität, wie oben für die reduzierte Auszahlung auch allgemein angegeben wurde. Je größer also der Zentralitätsgrad (decay centrality) eines Unternehmens in einem Kartellnetzwerk ist, umso größer ist letztlich auch seine Bedeutung für das Funktionieren dieses Netwerks und umso größer wird auch sein Periodengewinn aus der Teilnahme an diesem Kartellnetzwerk sein. Um sich die dahinterstehende Idee etwas besser zu verdeutlichen stelle man sich einfach eine Gruppe von Akteuren vor, die entweder auf direktem oder indirektem Weg miteinander Verbunden sind und somit ein (illegales) Netzwerk bilden. In einem solchen Netzwerk sollte man nun erwarten, dass Akteure, die stärker im Netzwerk involviert sind und somit eine wichtigere Rolle in einem solchen einnehmen, auch stärker davon profitieren als Akteure die bspw. nur am Rand angesiedelt sind und somit weniger direkte Verbindungen zu allen anderen Teilnehmern aufweisen. Im

[17] Dieses Konzept wurde ursprünglich von Jackson und Wolinsky formuliert und in einem allgemeinen Zusammenhang angewendet. Siehe hierzu: Jackson und Wolinsky (1996, S. 49.).

Fall eines Kartells könnte z.B. ein zentrales Unternehmen als Rädelsführer agieren, dass den gesamten Informationsfluß des Kartellnetzwerks überwacht und koordiniert. Solche Unternehmen nehmen eine besonders wichtige Rolle in einem Kartell ein und profitieren i.d.R. stärker von einer Kartellvereinbarung als die anderen peripheren Teilnehmer, die nur indirekt miteinander über den Rädelsführer verbunden sind.

Die folgende Untersuchung beschränkt sich auf die Netzwerkstrukturen des leeren Netzwerks g^0, des Sternnetzwerks g^* und des vollständigen Netzwerks g^+, d.h. $g = \{g^0, g^*, g^+\} \in G(N)$.[18] In diesen Fällen lassen sich die Profite der einzelnen Unternehmen und der Gesamtgewinn des Kartells in Abhängigkeit der jeweils vorherrschenden Netzwerkstruktur anhand der Anzahl der direkten und indirekten Verbindungen bestimmen.[19] Da sich die Argumentation in dieser Arbeit nur auf komplette Kartellnetzwerke beschränkt, – also auf Netzwerke, bei denen alle n Unternehmen im Markt an einem Kartellnetzwerk partizipieren müssen, damit es zustande kommt –, muss in jedem Netzwerk stets gelten, dass $k(g) \geq n-1$,[20] wobei $k(g)$ die Anzahl der (ungerichteten) Pfade in einem Netzwerk beschreibt und $k_i(g) = 2k(g)$ die Anzahl der direkten Verbindungen.

Aufgrund der Einschränkung hinsichtlich der betrachteten Netzwerktypen beträgt die geodätische Distanz innerhalb der betrachteten Netzwerke maximal 2 (und zwar im Sternnetzwerk). In diesen Fällen lässt sich der Wert eines Netzwerks unmittelbar anhand der Gesamtzahl der Netzwerkpfade bzw. der direkten und indirekten Verbindungen bestimmen. Da in einem kompletten Netzwerk k (ungerichtete) Pfade existieren, die jeweils zwei Unternehmen auf direktem Weg miteinander verbinden, beträgt die Anzahl aller direkten Verbindungen in einem Netzwerk $2k$ und jedes hierdurch verbundene Unternehmen erhält einen Profit in Höhe von δ. Der Wert aller direkten Verbindungen in einem Kartellnetzwerk beträgt dann einfach $2k\delta$. Unter Berücksichtigung, dass die maximal mögliche Anzahl an Pfaden in einem Netzwerk mit n Akteuren durch $n(n-1)/2$ gegeben ist, lässt sich auch der Wert aller indirekten Verbindungen relativ einfach bestimmen. Subtrahiert man nämlich von der

[18] Ein vollständiges Netzwerk ist dadurch charakterisiert, dass jeder Akteur zu jedem anderen Akteur eine direkte Verbindung aufweist, während das Sternnetzwerk durch die Existenz eines zentralen Akteurs und mehreren peripheren Akteuren um diesen herum gekennzeichnet ist, die nur über eine direkte Verbindung zum zentralen Akteur aufweisen. Ein leeres Netzwerk beschreibt hingegen die Situation, in der es keine Verbindungen zwischen den Akteuren gibt.

[19] Allgemein wird der Wert eines Netzwerks über eine sog. Wertfunktion bestimmt, die jeder Netzwerkstruktur einen bestimmten Wert zuweist. Der Wert eines Kartellnetzwerks ist in dieser Arbeit als die Summe der individuellen Auszahlungen definiert. Siehe allgemein zur Wertfunktion: Jackson (2008, S. 419).

[20] Dies ist die Bedingung, damit alle Akteure im Markt auf irgendeine Art und Weise miteinander verbunden sind. Im Fall von bspw. 5 Unternehmen müssten mindestens 4 Pfade existieren, damit alle Teilnehmer auf direktem und indirektem Weg miteinander verbunden wären. Dies würde dann entweder dem Linien– oder dem Sternnetzwerk entsprechen. Eine Unterschreitung dieser Grenze würde hingegen mit der Möglichkeit der partiellen Kartellbildung einhergehen.

maximalen Anzahl an möglichen Pfaden in einem Netzwerk die tatsächlich vorhandene Anzahl an Pfaden und multipliziert diese mit 2 (da immer zwei Akteure indirekt miteinander verbunden sind), dann beträgt die Anzahl aller indirekten Verbindungen in einem Netzwerk $2[n(n-1)/2-k] = n(n-1)-2k$. Da aber eine indirekte Verbindung zwischen zwei Unternehmen im Gegensatz zu einer direkten nur zu einem Profit in Höhe von δ^2 führt, ist der Wert aller indirekten Verbindungen in einem Kartellnetzwerk letztlich durch $[n(n-1)-2k]\delta^2$ gegeben. Zusammenfassend kann somit der Wert eines Kartellnetzwerks bzw. der Gesamtgewinn des Kartells in Abhängigkeit der vorherrschenden Netzwerkstruktur allgemein geschrieben werden als

$$\pi(g) = 2k\delta + (n(n-1)-2k)\delta^2.$$

Beispielsweise ergäbe sich für ein $\delta = 0{,}5$ in einem Sternnetzwerk mit $n = 4$ Teilnehmern, dass $k = 3$ und damit ein Gesamtgewinn in Höhe von $\pi(g) = 2 \cdot 3 \cdot 0{,}5 + (4 \cdot (4-1) - 2 \cdot 3)0{,}5^2 = 4{,}5$. Ausgehend hiervon lassen sich nun die Gesamtgewinne für die hier betrachteten möglichen Netzwerktypen g^+ und g^* bestimmen, wobei für das leere Netzwerk eine gesonderte Betrachtung im Anschluss erfolgt.

Da das vollständige Netzwerk g^+ das maximal verbundene Netzwerk darstellt, indem die Anzahl der Pfade mit $k(g^+) = n(n-1)/2$ bereits maximal ist, ist auch die Anzahl der direkten Verbindungen zwischen den Unternehmen mit $n(n-1)$ maximal. In einem vollständigen Netzwerk existieren zwar auch indirekte Verbindungen, doch eine Kommunikation zwischen zwei Unternehmen findet stets über den kürzesten Weg statt, was in einem vollständigen Netzwerk die direkte Verbindung ist. Da der Wert einer direkten Verbindung δ beträgt, lässt sich der generierte (Brutto–)Wert dieser Netzwerkstruktur letztlich schreiben als

$$\pi(g^+) = 2k\delta = n(n-1)\delta. \tag{1}$$

Für ein vollständiges Kartellnetzwerk mit z.B. $n = 3$ Unternehmen ergäben sich demnach $3(3-1) = 6$ direkte Verbindungen (3 ungerichtete Pfade), wohingegen ein vollständiges Kartellnetzwerk mit $n = 5$ beteiligten Unternehmen $5(5-1) = 20$ direkte Verbindungen aufweisen würde (10 ungerichtete Pfade).

Für den Fall eines Sternnetzwerks existieren hingegen nur $k(g^*) = n-1$ ungerichtete Pfade bzw. $2(n-1)$ direkte Verbindungen, nämlich diejenigen vom zentralen Unternehmen zu allen anderen peripheren Unternehmen (und umgekehrt). Der Wert all dieser direkten Verbindungen beträgt somit $2\delta(n-1)$. Im Gegensatz zum vollständigen Netzwerk verläuft jedoch die Kommunikation im Sternnetzwerk auch über indirekte Verbindungen, nämlich zwischen den einzelnen Randakteuren, die intermediär über das zentrale Unternehmen verbunden sind. Die Anzahl aller indirekten Verbindungen in einem Sternnetzwerk beträgt bei einer gegebenen Anzahl an Unternehmen $(n-1)(n-2)$.[21] Da in diesem Zusammenhang durch jede indirekte Verbindung bei den verbundenen Unternehmen ein Wert in Höhe von δ^2 generiert wird, beträgt der Wert aller indirekten Verbindungen in einem Sternnetzwerk $(n-1)(n-2)\delta^2$. Zusammenfassend ergibt sich somit für den Gesamtgewinn des Kartells in einem Sternnetzwerk, dass dieser

(2) $\quad \pi(g^*) = (n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2$

beträgt. Betrachtet man hingegen das leere Netzwerk g^0, dann lässt sich dieses mit der Wettbewerbssituation ohne Kartellvereinbarung assoziieren, in der die Unternehmen keine kommunikativen Verbindungen zueinander aufweisen. Man könnte an dieser Stelle argumentieren, dass ohne jegliche Verbindungen zwischen den Unternehmen auch keine Kartellprofite erwirtschaftet werden können, wodurch lediglich die normalen Wettbewerbsgewinne anfallen, die annahmegemäß Null sein sollen.[22] Der Gesamtgewinn bzw. der Wert über alle Unternehmen beträgt dann in diesem Fall einfach

(3) $\quad \pi(g^0) = 0.$

Die Gewinne eines Unternehmens in g^+ sind wie folgt bestimmt, wobei im Weiteren von der Möglichkeit von Transferzahlungen abstrahiert wird. Jedes Unternehmen in einem vollständigen Kartellnetzwerk weist $k_i(g^+) = n-1$ direkte Verbindungen auf, jeweils eine zu allen anderen Teilnehmern. Da jede direkte Verbindung einen Wert bzw. einen Profit in Höhe von δ generiert, erwirtschaftet jeder Kartellteilnehmer in einem vollständigen Netzwerk eine Auszahlung in Höhe von

(4) $\quad \pi_i(g^+) = (n-1)\delta.$

---

21 Dies lässt sich leicht anhand der Argumentation etwas weiter oben zeigen. Die maximal mögliche Anzahl an ungerichteten Pfaden in einem kompletten Netzwerk mit n Akteuren beträgt $n(n-1)/2$. Zieht man nun davon die Anzahl an ungerichteten Pfaden in einem Sternnetzwerk ab, so ergibt sich hierfür zunächst $n(n-1)/2-(n-1)$. Fasst man das Ganze nun ein wenig unter Verwendung der zweiten binomischen Formel zusammen und multipliziert das Ergebnis schließlich mit 2, da über eine Pfadsequenz immer zwei Akteure indirekt miteinander verbunden sind, erhält man die Anzahl der indirekten Verbindungen in einem Sternnetzwerk als $(n-1)(n-2)$, wie hier auch angegeben wurde.

22 Andererseits könnte man dies aber auch approximativ aus der reduzierten Profitfunktion der einzelnen Unternehmen und der geodätischen Distanz als darin enthaltenen Parameter herleiten. Während bspw. die geodätische Distanz im vollständigen Netzwerk zwischen allen Akteuren $\gamma_{ij} = 1$ beträgt und diejenige zwischen den Peripheriespielern im Sternnetzwerk $\gamma_{ij} = 2$, kann diese im leeren Netzwerk im Grunde genommen als so groß interpretiert werden, so dass eine Kommunikation zwischen den Akteuren unmöglich ist. Vereinfacht ausgedrückt strebt die geodätische Distanz zwischen den Unternehmen in einem leeren Netzwerk damit gegen unendlich, so dass $\gamma_{ij} \to \infty$. Wegen $\pi_i(g) = \sum \delta^{\gamma_{ij}}$ würde in diesem Fall für $\delta \in (0,1)$ gelten, dass $\pi_i(g^0) = \sum \delta^\infty = 0$, so dass letztlich auch $\pi(g^0) = \sum \pi_i(g^0) = 0$ gelten würde.

Die Unternehmen in einem vollständigen Kartellnetzwerk sind identisch, da sie alle die gleiche Anzahl an direkten Verbindungen aufweien, so dass auch keine strukturellen Unterschiede zwischen ihnen bestehen. Somit erhält jeder Teilnehmer mit $\pi_i(g^+) = \pi(g^+)/n$ einen gleich großen Anteil am Gesamtgewinn des Kartells. In einem Sternnetzwerk ist dies jedoch anders, da die Peripherieunternehmen im Vergleich zum zentralen Akteur unterschiedliche Zentralitäten aufweisen (aber untereinander gleiche) und demzufolge auch einen geringeren Anteil am Gesamtgewinn des Kartells realisieren. Die Auszahlung des zentralen Akteurs $i \in N(g^*)$ und die eines andereren Spielers $j \in N_{-i}(g^*)$ beträgt

$$(5) \quad \pi_i(g^*) = (n-1)\delta \quad \text{und} \quad \pi_j(g^*) = \delta + (n-2)\delta^2.$$

Während das zentrale Unternehmen analog zu einem Unternehmen in einem vollständigen Netzwerk $n-1$ direkte Verbindungen aufweist, jeweils bewertet mit δ, besitzt jeder periphere Teilnehmer 1 direkte Verbindung zum zentralen Unternehmen und $n-2$ indirekte Verbindungen zu allen anderen peripheren Teilnehmern, jeweils bewertet mit δ bzw. δ^2. Im Folgenden wird das eigentliche Netzwerkspiel etwas näher erläutert.

2.2 Grundmodell und Annahmen

Die Teilnehmer eines Kartells haben im Vergleich zu Akteuren legaler Netzwerke stets das Problem, dass staatliche Kartellbehörden Maßnahmen ergreifen, um die illegalen Aktivitäten aufzuspüren und dessen Urheber zu überführen und zu bestrafen. Allerdings ist für das Kalkül eines Kartellteilnehmers nicht nur die absolute Höhe der Strafe relevant, sondern dessen Erwartungswert. Je nach Jurisdiktion und den zur Verfügung stehenden Maßnahmen der Behörden, unterliegt ein Kartellteilnehmer einer schätzungsweise relativ geringen Wahrscheinlichkeit für sein Vergehen entdeckt, überführt und bestraft zu werden.[23]

Die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Unternehmen, das an einem Kartellnetzwerk partizipiert, entdeckt und überführt wird, ist durch $\alpha_i \in [0,1]$ mit $i \in N(g)$ bezeichnet.[24] Weiterhin soll $f_i \geq 0$ mit $i \in N(g)$ die monetäre Strafe beschreiben, die ein

[23] Die tatsächliche Entdeckungswahrscheinlichkeit genau zu quantifizieren ist kaum möglich, da hierzu nur die Anzahl der entdeckten Kartelle bekannt ist. Die Anzahl der existierenden aber noch nicht entdeckten Kartelle ist hingegen eine Dunkelziffer. Grob geschätzt dürfte die Entdeckungswahrscheinlich je nach Rechtssystem und den vorhandenen Maßnahmen der Behörden zwischen 10 und 20 Prozent betragen. Siehe hierzu die Ausführungen von Connor (2008).

[24] Hierbei wurde unterstellt, dass α_i implizit das Produkt der Entdeckungs– und Überführungswahrscheinlichkeit charakterisiert. Man könnte sich jedoch auch etwas realitätsnäher Vorgehen und die beiden Wahrscheinlichkeiten separat aufführen und analysieren. Siehe beispielhaft für einen solchen Ansatz im Zusammenhang mit der optimalen Gestaltung von Kronzeugenprogrammen: Motta und Polo (1999, 2003). Im Zusammenhang mit dem Verhalten von Kartellmitgliedern argumentierte Harrington weiterhin, dass die Unternehmen sich hinsichtlich ihres

Kartellteilnehmer im Fall einer Entdeckung und Überführung zu zahlen hat. Vereinfachend wird angenommen, dass die Entdeckungswahrscheinlichkeit und die Höhe des Bußgeldes für alle Kartellteilnehmer gleich sind, so dass $\alpha_i = \alpha$ und $f_i = f$ für alle $i \in N(g)$. Der Diskontfaktor, mit dem zukünftige Auszahlungen diskontiert werden, sei hingegen für alle Unternehmen durch $\rho \in (0,1)$ gegeben. Da Kartelle illegal sind, müssen die Kartellteilnehmer die Einhaltung der Kartellvereinbarung durch glaubwürdige Sanktionsmechanismen selbst sicherstellen (self enforcement). Im Folgenden wird eine Grimm–Trigger–Strategie unterstellt, wonach das Abweichen eines Unternehmens von der getroffenen Vereinbarung für immer mit dem Spielen des One–Shot–Nash–Gleichgewichts bestraft wird. Betrachtet wird ein Superspiel, bei dem die Unternehmen zum Zeitpunkt $\tau = 0$ entscheiden müssen, ob sie einem Kartell mit einer bestimmten Struktur beitreten wollen oder nicht und danach in jeder Periode simultan entscheiden können, ob sie einzelne Verbindungen hinzufügen, entfernen oder ganz aus dem Kartellnetzwerk aussteigen wollen, wobei dieser Umstand in Kürze genauer definiert und erläutert wird. Unter den bisherigen Ausführungen lassen sich die Gegenwartsgewinne der Unternehmen zum Zeitpunkt der Kartellgründung etwas genauer bestimmen.

Der erwartete Periodengewinn eines Unternehmens im Fall des Festhaltens an der Kartellvereinbarung sei bezeichnet als

$$(6) \quad \mu_i = (1-\alpha)\pi_i^M(g) + \alpha(\pi_i^M(g) - f + \rho v_i^0),$$

wobei $\pi_i^M(g)$ zunächst noch allgemein einfach den Kartellgewinn eines Unternehmens i in Abhängigkeit der vorherrschenden Netzwerkstruktur charakterisiert. Weiterhin beschreibt $v_i^0 = \frac{\pi_i(g^0)}{1-\rho}$ den Gegenwartswert der Gewinne eines Unternehmens i, nachdem das Kartell bzw. der Teilnehmer entdeckt und bestraft wurde. Hierbei wird angenommen, dass die Unternehmen nach einer Entdeckung und Bestrafung für immer zum One–Shot–Nash–Gleichgewicht zurückkehren. Da dies aber nicht unmittelbar nach der Entdeckung geschieht, sondern eine Periode später, wird dieser aufgrund der einperiodigen Verzögerung mit ρ diskontiert, so dass ρv_i^0 den Gegenwartswert des Gewinns eines Unternehmens Entdeckung und Bestrafung des Kartellverstoßes charakterisiert.[25] Wie vorher bereits argumentiert wurde, entspricht der Periodengewinn eines Unternehmens im unkoordinierten Gleichgewicht demjenigen im leeren Netzwerk. Da in diesem Fall $\pi_i(g^0) = 0$ ist, ist schließlich $v_i^0 = 0$ und somit gilt auch $\rho v_i^0 = 0$. Der Gegenwartswert v_i^M eines Unternehmens im Fall eines Kartellbeitritts

Preissetzungsverhalten strategisch verhalten, um nicht durch eine zu hohe Volatilität der Preise die Aufmerksamkeit der Behörden auf sich zu lenken. In diesem Fall wäre die Entdeckungs– und Überführungswahrscheinlichkeit eines Kartells endogen bestimmt. Siehe hierzu: Harrington (2005).

[25] Siehe allgemein zu dieser Art und Weise des Vorgehens und zur Argumentation: Spagnolo (2004).

und beim Festhalten an der Kartellvereinbarung zum Zeitpunkt $\tau = 0$ kann damit geschrieben werden als

$$v_i^M(g) = \mu_i \sum_{\tau=0}^{\infty} (1-\alpha)^\tau \rho^\tau.$$

Ein Unternehmen, das am Kartellnetzwerk partizipiert und sich an die Vereinbarung hält, erwirtschaftet also in jeder Periode, in der es nicht von der Kartellbehörde entdeckt wird, mit einer Wahrscheinlichkeit $(1-\alpha)$ einen Kartellgewinn in Höhe von $\pi_i^M(g)$. Doch mit einer Wahrscheinlichkeit von α wird ein Kartellteilnehmer von der Kartellbehörde entdeckt und es werden Ermittlungen gegen ihn eingeleitet. Hierbei wird nun unterstellt, dass ein Unternehmen, welches sich zum Zeitpunkt der Entdeckung und Überführung an die Kartellvereinbarung hielt, noch ein letztes Mal den Kartellgewinn in Höhe von $\pi_i^M(g)$ realisieren kann, bevor es in der selben Periode die Geldbuße in Höhe von f begleichen muss. Nach der Entdeckung und Überführung bricht das Kartell für immer zusammen und ab der darauffolgenden Periode wird für alle Zeit der Gewinn in Höhe von $\pi_i(g^0)$ realisiert. Die vorherrschende Netzwerkstruktur gleicht in diesem Fall derjenigen des leeren Netzwerks. Wurden die Kartellteilnehmer in einer Periode jedoch nicht entdeckt und bestraft, dann wird in der nächsten Periode erneut das gleiche Netzwerkspiel aus der Vorperiode gespielt, was solange geschieht, bis das Kartell entdeckt wird und zusammenbricht. Der Erwartungswert eines Kartellteilnehmers in jeder Periode τ lässt sich deshalb allgemein schreiben als

$$(1-\alpha)^{\tau-1}\rho^{\tau-1}\mu_i = (1-\alpha)^{\tau-1}\rho^{\tau-1}[(1-\alpha)\pi_i^M(g) + \alpha(\pi_i^M(g) - f + \rho v_i^0)],$$

wobei μ_i in (6) gegeben ist. Dabei gibt $(1-\alpha)^{\tau-1}(1-\alpha)$ die bedingte Wahrscheinlichkeit dafür an, dass ein Kartellteilnehmer i über $\tau - 1$ Perioden hinweg nicht entdeckt wurde und auch in Periode τ nicht entdeckt wird, woraufhin er erneut die Auszahlung $\pi_i^M(g)$ erhält. Im Gegensatz dazu stellt $(1-\alpha)^{\tau-1}\alpha$ die bedingte Wahrscheinlichkeit dafür dar, dass ein Kartellteilnehmer i über $\tau - 1$ Perioden hinweg unentdeckt blieb, aber dafür in Periode τ entdeckt wird, wobei er in diesem Fall die Auszahlung $\pi_i^M(g) - f$ realisiert. Da es sich hier also offensichtlich um ein Superspiel mit unendlichem Zeithorizont handelt, in der in jeder Periode immer der gleiche erwartete Gewinn realisiert werden kann, lässt sich der Gegenwartswert der Auszahlung eines Unternehmens $i \in N(g)$ in einem Kartellnetzerk $g \in G(N)$ schließlich einfach schreiben als

$$(7) \quad v_i^M(g) = \frac{\pi_i^M(g) - \alpha f}{1-(1-\alpha)\rho}.$$

Der Gegenwartswert eines Unternehmens im Fall des einseitigen Abweichens von der Kartellvereinbarung ist wie folgt beschrieben. Entscheidet sich ein Kartellteilnehmer zu einem Zeitpunkt $\tau > 0$ von der Kartellvereinbarung abzuweichen, dann verliert er alle seine Verbindungen zu den anderen Kartellmitgliedern, da ein Abweichen den Zusammenbruch des Kartells und damit auch der Kartellstruktur für alle Zeit zur Folge hätte. Das abweichende Unternehmen realisiert in diesem Fall in der Periode des Abweichens einen kurzfristigen Abweichungsgewinn in Höhe von $\pi_i^D(g) > \pi_i^M(g) > \pi_i(g^0)$. Doch ab dieser Periode wird dann für immer der nicht koordinierte Gewinn in Höhe von $\pi_i(g^0)$ realisiert. Nimmt man dabei weiterhin an, dass ein abgewichenes Unternehmen für vergangene Kartellvergehen nicht mehr verfolgt und bestraft werden kann,[26] dann lässt sich der Gegenwartswert beim Abweichen von der Kartellvereinbarung schreiben als

$$v_i^D(g) = \pi_i^D(g) + \rho v_i^0.$$

Da $v_i^0 = 0$ gilt, folgt

$$v_i^D(g) = \pi_i^D(g). \tag{8}$$

Für die spätere Analyse wird vereinfachend angenommen, dass der Gewinn eines Unternehmens beim Abweichen dem Gesamtgewinn des Kartells abzüglich einem Betrag e, $\pi^M \geq e \geq 0$ entspricht, so dass dieser je nach vorherrschender Kartellstruktur geschrieben werden kann als

$$\pi_i^D(g) = \pi^M(g) - e. \tag{9}$$

Der Faktor e soll in diesem Zusammenhang den Umstand berücksichtigen, dass ein Unternehmen sich zum Zeitpunkt des Abweichens nicht zwangsläufig den gesamten Kartellgewinn als Abweichungsgewinn aneignen kann, sondern nur einen Teil davon. Man könnte sich hierzu bspw. vorstellen, dass die hintergangenen Unternehmen unmittelbar Sanktionsmaßnahmen ergreifen können, die den Gewinn des abweichenden Unternehmens schmälern oder einfach annehmen, dass sich dieser Umstand aus der vorherrschenden Wettbewerbssituation ergibt. Stellt man sich z.B. vor, dass die dahinterstehende Wettbewerbssituation auf dem Markt einem symmetrischen Cournot–Wettbewerb mit homogenen Gütern gleicht, dann wäre der kurzfristige Gewinn eines abweichenden Unternehmens stets kleiner als der maximal mögliche Monopol– bzw. Kartellgewinn im Markt – jedoch größer als der Gewinn bei Wettbewerb und im Kartell. Für die Analyse in dieser Arbeit soll deshalb einfach allgemein gelten, dass

[26] Dies ist in der Realität nicht der Fall. Diese Annahme dient hier der Vereinfachung der Analyse, doch man könnte sich vorstellen, dass es für eine Kartellbehörde immer schwieriger wird ein vergangenes Kartellvergehen zu entdecken und zu bestrafen, je länger dieses in der Vergangenheit zurückliegt. Eine Berücksichtigung dieses Umstandes würde lediglich die Anreizkompatibilitätsbedingung tangieren bzw. den kritischen Diskontfaktor erhöhen und die Ergebnisse bezüglich der internen Stabilität des Kartells unberührt lassen.

$0 \leq e \leq \pi^M(g) - \pi_i^M(g)$.[27]

Durch Gleichung (7) und (8) lässt sich nun die notwendige Bedingung für die einseitige Stabilität des Kartells herleiten (Anreizkompatibilitätsbedingung). Damit kein Unternehmen, das zum Zeitpunkt $\tau = 0$ seine Zustimmung zur Teilnahme an einem Kartell gegeben hat, einen Anreiz hat, zu irgendeinem späteren Zeitpunkt $\tau > 0$ einseitig davon abzuweichen und damit alle seine Verbindungen aufzulösen, muss gelten, dass

$$v_i^M(g) \geq v_i^D(g) \quad \text{bzw.} \quad \frac{\pi_i^M(g) - \alpha f}{1-(1-\alpha)\rho} \geq \pi_i^D(g).$$

Durch Umformung lässt sich der kritische Diskontfaktor $\tilde{\rho}$ bestimmen, der für die Stabilität der Kartellvereinbarung erforderlich ist. Es muss also gelten, dass

$$(10) \quad \rho_i \geq \tilde{\rho} = \frac{\pi_i^D(g) - \pi_i^M(g) + \alpha f}{(1-\alpha)\pi_i^D(g)}.$$

Die Erfüllung dieser Bedingung garantiert zwar die einseitige Stabilität der Kartellvereinbarung, doch für die Stabilität der internen Kartellstruktur ist diese alleine nicht hinreichend.

Die Unternehmen könnten ausgehend von einer bestehenden Kartellstruktur entweder einseitig einzelne direkte Verbindungen zu anderen Unternehmen kappen wollen oder aber im wechselseitigen Einverständnis weitere hinzufügen. Ein solcher Akt würde dabei nicht zwangsläufig mit einem Bruch mit der Kartellvereinbarung einhergehen und damit zu einem Zusammenbruch des Kartells führen, sondern lediglich den Wunsch einzelner Teilnehmer nach einer anderen Netzwerkstruktur zum Ausdruck bringen. Dieser Wunsch wäre dabei nur dann präsent, wenn die einseitigen oder beiderseiten Vorteile aus einer solchen Restrukturierung größer wären als ohne eine solche. Demzufolge genügt es also nicht, dass ein Kartell einseitig Nash stabil ist, d.h. gegen ein Abweichen von der Kartellvereinbarung und damit gegen das Lösen aller Verbindungen gleichzeitig gefeit ist, sondern muss darüber hinaus – im Sinne des in dieser Arbeit verwendeten netzwerktheoretischen Stabilitätskonzeptes – auch paarweise stabil sein.[28] Zusammenfassend kann deshalb in Bezug auf die Stabilität eines Kartellnetzwerks folgendes festgehalten werden:

27 Folgt aus $\pi_i^D(g) = \pi^M(g) - e > \pi_i^M(g)$.

28 Ein Netzwerk $g \in G(N)$ ist dann paarweise stabil, wenn

1. für alle $t_{ij} \in g$: $u_i(g) \geq u_i(g - t_{ij})$ und $u_j(g) \geq u_j(g - t_{ij})$ und wenn
2. für alle $t_{ij} \notin g$: $u_i(g + t_{ij}) > u_i(g)$, dann muss $u_j(g + t_{ij}) < u_j(g)$ gelten.

Siehe für eine allgemeine Erläuterung dieses Stabilitätskonzeptes und weiterer damit zusammenhängender Fragestellungen beispielhaft: Jackson (2008, S. 154 ff., S. 375 ff.).

Definition 2 *Ein Kartellnetzwerk bzw. eine Kartellstruktur $g \in G(N)$ stellt genau dann ein „paarweise stabiles Nash–Gleichgewicht“ dar, wenn*

1. *für alle $i \in N(g)$: $v_i^M(g) \geq v_i^D(g)$ bzw. $\rho_i \geq \tilde{\rho}$,*

2. *für alle $t_{ij} \in g$ mit $i, j \in N(g)$ und $i \neq j$: $v_i^M(g) \geq v_i^M(g - t_{ij})$ und $v_j^M(g) \geq v_j^M(g - t_{ij})$ und wenn*

3. *für alle $t_{ij} \notin g$ mit $i, j \in N(g)$ und $i \neq j$: $v_i^M(g + t_{ij}) > v_i^M(g)$, dann muss $v_j^M(g + t_{ij}) < v_j^M(g)$ gelten.*[29]

Bedingung 1 stellt dabei die notwendige Bedingung dafür dar, damit kein Unternehmen einen Anreiz hat einseitig von der Kartellvereinbarung abzuweichen und all seine Verbindungen zu den anderen Kartellteilnehmern auflöst. Die Erfüllung der Bedingungen 2 und 3 stellen hingegen die Stabilität der implementierten Kartellstruktur sicher. Bedingung 2 verlangt, dass keines von zwei direkt verbundenen Unternehmen i und j einen Anreiz hat, die zwischen ihnen existierende direkte Verbindung einseitig aufzulösen, während Bedingung 3 garantiert, dass kein zweiseitiger Anreiz zwischen zwei nicht verbundenen Unternehmen besteht eine direkte Verbindung zueinander aufzubauen.[30] Unter Verwendung dieses Stabilitätskonzeptes soll die Stabilität von Kartellstrukturen analysiert werden. Man stelle sich nun für $g = \{g^0, g^*, g^+\}$ folgende stark vereinfachte Spielsituation vor.

Gegeben sei ein Markt mit einer endlichen Anzahl n identischer Unternehmen, die alle ein homogenes Produkt herstellen. Eines der Unternehmen kann zum Zeitpunkt $\tau = 0$ als Initiator agieren und anderen Unternehmen einen Vorschlag zur Gründung eines Kartells unterbreiten. Ein Kartell würde dabei mit dem Aufbau von wechselseitigen kommunikativen Verbindungen einhergehen, die dem Austausch von privaten Informationen dienen, die zur erfolgreichen Umsetzung der mit der Kartellvereinbarung verbundenen Maßnahmen notwendig sind. Allerdings existiert eine Kartellbehörde, die die kartellierenden Unternehmen je nach Rechtslage mit der Wahrscheinlichkeit α entdecken und mit einer Geldbuße f bestrafen kann. Der Initiator kann dabei zum Zeitpunkt $\tau = 0$ alle möglichen Umstände und Faktoren beobachten und dann eine Struktur in Form eines vollständigen Netzwerks (g^+) oder eines Sternnetzwerks (g^*), mit ihm oder einem anderen Unternehmen als zentralen Akteur vorschlagen. Alle

[29] Das Konzept der paarweisen Nash Stabilität stellt eine Verfeinerung des Konzeptes der paarweisen Stabilität dar. Durch diese Verfeinerung bildet das Konzept der paarweisen Nash Stabilität soz. eine Schneise zwischen kooperativen und nicht–kooperativen Spielen. Siehe zu den Zusammenhängen zwischen dem Konzept des Nash–Gleichgewichts und der paarweisen Stabilität und weiteren Erläuterungen dazu: Calvó–Armengol und Ilkilic (2009). Zur Stabilität von Netzwerken allgemein, siehe hingegen: Dutta und Mutuswami (1997).

[30] Es sei erneut daran erinnert, dass Bedingung 1 als die notwendige Bedingung für die Stabilität einer Kartellvereinbarung betrachtet werden kann, während Bedingung 2 und 3 bei gleichzeitiger Erfüllung hinreichend für die Stabilität der implementierten Kartellstruktur sind.

Unternehmen entscheiden dann simultan, ob sie am vorgeschlagenen Kartellnetzwerk partizipieren möchten oder nicht. Nachdem die Unternehmen ihre Entscheidungen getroffen haben, hat der Initiator keinen Einfluss mehr auf das weitere Geschehen. Stimmen alle Unternehmen einer Kartellteilnahme zu, dann kommt es zur Kartellbildung, wobei jeder Teilnehmer seine ihm zugedachte Position mit den entsprechenden Verbindungen im Netzwerk einnimmt.[31] Ab diesem Zeitpunkt beginnt das Spiel unter den oben genannten Bedingungen zu laufen und die Unternehmen können unmittelbar danach ein Mal entscheiden, ob sie einzelne Verbindungen einseitig lösen, beiderseitig hinzufügen oder von der Kartellvereinbarung abweichen bzw. alle Verbindungen zur gleichen Zeit auflösen wollen.[32] Stimmt aber auch nur eines der Unternehmen der Teilnahme am Kartell nicht zu, dann kommt es nicht zur Kartellbildung und es gibt nur das leere Netzwerk. Von der Möglichkeit von Transferzahlungen wird im Weiteren abgesehen.

2.3 Der „Laissez Faire–Fall“

In einem ersten Schritt wird der Fall einer Volkswirtschaft diskutiert, in der Kartelle von staatlicher Seite her erlaubt sind, so dass $\alpha = 0$ und $f = 0$ gilt. Es lässt sich zeigen, dass die vollständige Netzwerkstruktur unter diesen Bedingungen die effizienteste und gleichzeitig auch die einzig paarweise stabile Kartellstruktur ist.

[31] Das Konzept der paarweisen Stabilität wird weiterhin auch oftmals als Mittel zur Analyse des Prozesses der strategischen Formierung eines Netzwerks bzw. seiner Struktur verstanden. Unter der strategischen Formierung eines Netzwerks (strategic network formation) lässt sich die Art und Weise verstehen, wie sich die Struktur eines Netzwerks und damit ein bestimmter Netzwerktyp aus der Menge aller möglichen Netzwerke aus dem individuellen Rationalkalkül der einzelnen Akteure heraus bildet. Geht man davon aus, dass die Akteure bei der Wahl ihrer Verbindungen grundsätzlich frei sind und dass sie diese Entscheidungen nach ökonomisch rationalen Gesichtspunkten treffen (Nutzenmaximierung, Profitmaximierung usw.), dann ist die interne Struktur des Netzwerks, die sich am Ende des Formierungsprozesses einstellt, stets das Ergebnis der individuellen Einzelentscheidungen. Jackson und Wolinsky weisen jedoch in ihrer ursprünglichen Arbeit darauf hin, dass das Konzept der paarweisen Stabilität primär als netzwerktheoretisches Stabilitätskonzept zu verstehen und zu gebrauchen ist und im Vergleich zu anderen, komplexeren Ansätzen, zur Modellierung eines expliziten Formierungsprozesses von Netzwerkstukturen ein relativ schwaches Konzept darstellt. Es ist vielmehr als allgemeines Regelwerk für das Zustandekommen von wechselseitigen Verbindungen zwischen den beteiligten Akteuren zu verstehen, dass aber die Frage „wie“ die wechselseitigen Verbindungen gebildet werden, unbeantwortet lässt. Vgl. hierzu: Jackson und Wolinsky (1996, S. 48). Ansätze und Konzepte, wie z.B. das Konzept der sequentiellen, stochastischen oder vorausschauenden Stabilität, die sich explizit mit der Frage der strategischen Formierung von Netzwerken beschäftigen, finden sich beispielhaft in: Currarini und Morelli (2000), Jackson und Watts (2002), Chwe (1994), Dutta, Ghosal und Ray (2005) oder auch bei Page, Wooders und Kamat (2005).

[32] Da hier ein Superspiel mit einem unendlichen Zeithorizont betrachtet wird, in der in jeder Periode immer das gleiche One–Shot–Game mit der gleichen erwarteten Auszahlung pro Periode gespielt wird, würden die Unternehmen,wenn, unmittelbar nach der Kartellbildung zum Zeitpunkt $\tau = 0$ von der Kartellstruktur oder der Kartellvereinbarung abweichen und nicht erst zu irgendeinem späteren Zeitpunkt. Deshalb genügt es für die Analyse, sich lediglich die Entscheidungen der Unternehmen unter Berücksichtigung der Gegenwartswerte ihrer Auszahlungen zum Zeitpunkt der Initiierung des Kartells anzuschauen.

Eine Kartellstruktur g ist dann effizient, wenn die Summe der Auszahlungen der Kartellteilnehmer in jeder Periode größer ist als bei jeder anderen möglichen Kartellstruktur g', bzw. wenn $\pi^M(g) > \pi^M(g')$. Da in diesem Szenario $\alpha, f = 0$ gilt, sind die kummulierten Periodenauszahlungen des Kartells im Fall des vollständigen Neztwerks und des Sternnetzwerks einfach durch (1) bzw. (2) gegeben. Es gilt nun, dass $\pi^M(g^+) > \pi^M(g^*)$, falls

$$\pi^M(g^+) = n(n-1)\delta > (n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 = \pi^M(g^*).$$

Diese Ungleichung ist schließlich für $n > 2$ immer erfüllt, wenn $n - 2 > \delta(n-2)$, was wegen $0 < \delta < 1$ auch immer der Fall ist. Das vollständige Kartellnetzwerk ist dabei nicht nur im Vergleich zum Sternnetzwerk effizienter, sondern auch im Vergleich zu allen anderen denkbaren Kartellstrukturen mit weniger als $n(n-1)$ direkten Verbindungen. Das Entfernen irgendeiner direkten Verbindung würde nur zu einem Sinken der kummulierten Kartellauszahlung führen, während das Hinzufügen einer solchen aufgrund der maximalen Anzahl an direkten Verbindungen dieses Netzwerkstyps nicht möglich ist, so dass der Gewinn des Kartells bei dieser Netzwerkstruktur maximal ist. Es gilt nun zu prüfen, unter welchen Bedingungen ein solches vollständiges Kartellnetzwerk paarweise Nash stabil und damit zum Zeitpunkt $\tau = 0$ grundsätzlich implementierbar wäre. Man prüfe hierzu zuerst den Umstand der paarweisen Stabilität und anschließend die Anreizkompatibilitätsbedingung separat.

Damit das vollständige Kartellnetzwerk paarweise stabil ist muss zunächst gelten, dass es sich für keinen Kartellteilnehmer i zu einem Zeitpunkt lohnen darf eine direkte Verbindungen zu irgendeinem anderen Kartellteilnehmer j aufzulösen – und umgekehrt (Definition 2, Bedingungen 2 und 3).[33] Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass in diesem Szenario $\alpha, f = 0$ gilt, geht unter Verwendung von Gleichung (7) hervor, dass der Gegenwartswert eines Unternehmens in einem vollständigen Netzwerk zum Gründungszeitpunkt $\tau = 0$ geschrieben werden kann als

$$v_i^M(g^+) = \frac{\pi_i^M(g^+)}{1-\rho}.$$

Unter Verwendung von (4) ergibt sich schließlich, dass

$$v_i^M(g^+) = \frac{(n-1)\delta}{1-\rho}.$$

Damit es sich für einen Kartellteilnehmer i nicht lohnt einseitig irgendeine direkte

[33] Der betrachtete Zeitpunkt ist hierbei der Gründungszeitpunkt $\tau = 0$. Da in jeder Periode immer das gleiche Spiel gespielt wird, würde ein Unternehmen sofort zu Beginn des Spiels abweichen und nicht erst zu irgendeinem späteren Zeitpunkt.

Verbindung zu irgendeinem anderen Kartellteilnehmer j zu lösen[34] muss gelten, dass

$$v_i^M(g^+) = \frac{\pi_i^M(g^+)}{1-\rho} > \frac{\pi_i^M(g^+ - t_{ij})}{1-\rho} = v_i^M(g^+ - t_{ij}).$$

Offensichtlich genügt es hier lediglich die jeweiligen Zähler bzw. die Periodenauszahlungen miteinander zu vergleichen und es ist deshalb leicht zu erkennen, dass die obige Ungleichung unter diesen Bedingungen für $n > 2$ immer erfüllt ist. Wenn ein Kartellteilnehmer ausgehend von einer vollständigen Netzwerkstruktur eine seiner direkten Verbindungen zu einem anderen Unternehmen auflösen würde, dann hätte er (und das verbundene Unternehmen j) nur noch $(n-2)$ direkte Verbindungen und eine indirekte (nämlich zu j). Der Wert bzw. der Gewinn würde in diesem Fall $\pi_i^M(g^+ - t_{ij}) = (n-2)\delta + \delta^2$ betragen, was jedoch wegen $0 < \delta < 1$ stets kleiner als $\pi_i^M(g^+) = (n-1)\delta$ wäre. Für keines der beteiligten Unternehmen würde es sich also im Fall eines vollständigen Kartellnetzwerks lohnen irgendeine seiner direkten Verbindungen einseitig aufzulösen. Da zudem die Anzahl der direkten Verbindungen in einem vollständigen Netzwerk mit $n(n-1)$ bereits maximal ist, existiert weiterhin auch keine Möglichkeit für ein nicht direkt verbundenes Paar von Unternehmen eine weitere Verbindung aufzubauen, so dass letztlich auch kein Anreiz hierzu existieren kann. Das vollständige Kartellnetzwerk wäre demzufolge paarweise stabil. Im Gegensatz dazu wäre dies jedoch in einem Sternnetzwerk nicht der Fall, denn hier hätte jeder periphere Teilnehmer einen Anreiz zu einem der anderen peripheren Unternehmen eine direkte Verbindung aufzubauen. Seien hierzu beispielhaft $j, z \in N(g^*)$ mit $j \neq z$ zwei periphere Unternehmen, die indirekt über den zentralen Akteur i verbunden sind. Unternehmen j (und z) weist im Fall einer Sternstruktur 1 direkte und $(n-2)$ indirekte Verbindungen auf, so dass dessen Periodengewinn in diesem Szenario $\pi_j^M(g^*) = \delta + (n-2)\delta^2$ betragen würde (Siehe (5)). Würde er aber eine direkte Verbindung zu Unternehmen z herstellen können, dann hätte er eine direkte Verbindung mehr als vorher und eine indirekte weniger, so dass in diesem Fall sein Periodengewinn $\pi_j^M(g^* + t_{jz}) = 2\delta + (n-3)\delta^2$ betragen würde. Ein Vergleich zeigt nun, dass $\pi_j^M(g^* + t_{jz}) = 2\delta + (n-3)\delta^2$ für $n > 2$ wegen $0 < \delta < 1$ stets größer wäre als $\pi_j^M(g^*) = \delta + (n-2)\delta$, wodurch er immer einen Anreiz zu einer direkten Verbindung zu z hätte. Da aber dieser Anreiz wegen $\pi_z^M(g^* + t_{jz}) > \pi_z^M(g^*)$ wechselseitiger Natur wäre, würde eine solche direkte Verbindung zwischen j und z wegen $v_j^M(g^* + t_{ij}) > v_j^M(g^*)$ und $v_z^M(g^* + t_{ij}) > v_z^M(g^*)$ auch zustandekommen, wodurch jedoch das Sternnetzwerk nicht paarweise stabil wäre. Dies würde auch für jede andere Kartellstruktur gelten, bis auf das vollständige Netzwerk.

[34] Gleiches muss gemäß der Definition der paarweisen Stabilität auch für den direkt mit i verbundenen Teilnehmer j gelten. Aufgrund der Symmetrie der Akteure innerhalb dieses Netzwerks genügt es aber nur das Unternehmen i zu betrachten.

Abschließend ist noch die Anreizkompatibilitätsbedingung zu betrachten, denn damit ein Kartell in Form eines vollständigen Netzwerks überhaupt zustande kommen kann, darf keines der Unternehmen nach Kartellbildung einen Anreiz haben einseitig von der Vereinbarung abzuweichen und von der gleichzeitigen Auflösung aller direkten Verbindungen profitieren. Dies wäre dann nicht der Fall, wenn $v_i^M(g) \geq v_i^D(g)$ bzw. in diesem Szenario unter Verwendung von (10), wenn für alle $i \in N(g^+)$ gilt, dass

$$\rho_i \geq \tilde{\rho}_L^+ = \frac{\pi_i^D(g^+) - \pi_i^M(g^+)}{\pi_i^D(g^+)}.$$

Für $\pi_i^M(g^+) = (n-1)\delta$ (Siehe (4)) und $\pi_i^D(g^+) = \pi^M(g^+) - e = n(n-1)\delta - e$ (Siehe (1) i.V.m (8)) kann diese Bedingung schließlich geschrieben werden als

$$\rho_i \geq \tilde{\rho}_L^+ = \frac{n(n-1)\delta - (n-1)\delta - e}{n(n-1)\delta - e} = \frac{(n-1)^2\delta - e}{n(n-1)\delta - e}.$$

Dieses Ergebnis ist dabei vielmehr qualitativ zu verstehen. Der kritische Diskontfaktor in einer vollständigen Kartellstruktur hängt in diesem Szenario für ein gegebenes δ und e von der Anzahl der beteiligten Unternehmen ab. Je mehr Unternehmen nun im Kartellnetzwerk involviert sind, umso größer wird der kritische Diskontfaktor bzw. umso stringenter wird die Anreizkompatibilitätsbedingung, die für die einseitige Stabilität und damit für die erfolgreiche Durchsetzung der Kartellvereinbarung notwendig ist. Dieses Ergebnis ist weiterhin mit der ökonomischen Intuition vereinbar, dass eine größere Anzahl an Unternehmen in einem Markt die erfolgreiche Durchsetzung einer Kartellvereinbarung, die alle Unternehmen beinhaltet bzw. beinhalten muss, erschwert. Doch unabhängig davon, ist diese Bedingung für eines der Unternehen nicht erfüllt, dann wäre zwar ein Kartell in Form eines vollständigen Netzwerks grundsätzlich paarweise stabil,[35] doch es wäre nicht gleichzeitig auch einseitig Nash stabil und eine Kartellvereinbarung damit auch nicht durchsetzbar.

Man betrachte an dieser Stelle zur besseren Erläuterung und Interpretation der Ergebnisse kurz die Anreizkompatibilitätsbedingung für den Fall einer Kartellstruktur in Form eines Sternnetzwerks, wobei i den zentralen Akteur und j eines der peripheren Unternehmen beschreiben soll. Man beachte nun, dass sich die kritischen Diskontfaktoren für den zentralen Akteur und für die peripheren Teilnehmer unterscheiden, da sich die Auszahlungen der Akteure in einem Sternnetzwerk unterscheiden. Man beginne zur Darstellung mit dem zentralen Akteur i und definiere $\tilde{\rho}_i^* \in (0,1)$ als dessen kritischen Diskontfaktor. Unter Berücksichtigung von (2), (5) und (9) wäre dieser

[35] Unter diesen Bedingungen wäre das vollständige Netzwerk nicht nur paarweise, sondern auch streng stabil (strongly stable). Siehe zur Problematik von streng stabilen Netzwerken: Jackson und van den Nouweland (2005).

bestimmt durch

$$\tilde{\rho}_i^* = \frac{\pi_i^D(g^*) - \pi_i^M(g^*)}{\pi_i^D(g^*)} = \frac{(n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - (n-1)\delta - e}{(n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - e},$$

Auch für den kritischen Diskontfaktor des zentralen Akteurs in einem Sternnetzwerk gilt wie im Fall der vollständigen Netzwerkstruktur, dass eine steigende Teilnehmerzahl diesen erhöht und die Anreizkompatibilitätsbedingung somit immer stringenter wird (bei konstantem δ und e). Betrachtet man weiterhin die Anreizkompatibilitätsbedingung für einen der peripheren Akteure j, wobei auch hier $\pi_j^D(g^*) = \pi_i^D(g^*) = \pi^M(g^*) - e$ gilt, dann ergibt sich für den kritischen Diskontfaktor $\tilde{\rho}_j^*$, dass dieser durch

$$\tilde{\rho}_j^* = \frac{\pi_j^D(g^*) - \pi_j^M(g^*)}{\pi_j^D(g^*)} = \frac{(n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - (\delta + (n-2)\delta^2) - e}{(n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - e}$$

gegeben ist. Analog zum kritischen Diskontfaktor des zentralen Akteurs gilt auch für denjenigen eines peripheren Teilnehmers, dass eine steigende Anzahl an Unternehmen diesen erhöht. Ein Vergleich der beiden kritischen Diskontfaktoren zeigt jedoch, dass für eine gegebene Anzahl an Teilnehmern mit $n > 2$ und für ein gegebenes $\delta \in (0, 1)$ und e gilt, dass für alle $j \in N(g^*)$ mit $j \neq i$ gilt, dass $\tilde{\rho}_j^* > \tilde{\rho}_i^*$. Der kritische Diskontfaktor ist also für einen peripheren Akteur j stets größer als für den zentralen Akteur i. Der Grund liegt darin, dass der Kartellgewinn $\pi_j^M(g^*)$ kleiner ist als $\pi_i^M(g^*)$, doch der Abweichungsgewinn für beide Gruppen von Spielern gleich, so dass $\pi_j^D(g^*) = \pi_i^D(g^*) = \pi^M(g^*) - e$. Demzufolge ist der Gewinnzuwachs eines peripheren Akteurs j im Fall des Abweichens von der Kartellvereinbarung größer als derjenige des zentralen Akteurs i, weshalb der Diskontfaktor der peripheren Akteure größer sein muss, damit diese keinen Anreiz haben einseitig von der Kartellvereinbarung abzuweichen.

Doch unabhängig davon, ob beide Bedingungen ($\rho_i \geq \tilde{\rho}_i^*$ und $\rho_j \geq \tilde{\rho}_j^*$) im Fall eines Sternnetzwerks erfüllt wären, das Sternnetzwerk wäre zwar einseitig Nash stabil und damit grundsätzlich durchsetzbar, doch wie bereits gezeigt wurde wäre es nicht gleichzeitig auch paarweise stabil. Jedes Paar von peripheren Akteuren hätte einen (beiderseitigen) Anreiz eine direkte Verbindung zueinander aufzubauen, wodurch eine Kartellstruktur in Form eines Sternnetzwerks vor diesem Hintergrund keinen Bestand hätte. Die einzige Kartellstruktur, die sowohl einseitig Nash als auch paarweise stabil wäre, wäre das vollständige Netzwerk g^+, in dem jeder Kartellteilnehmer mit jedem anderen Kartellteilnehmer direkt verbunden ist. Anhand der Argumentation und der Ergebnisse lässt sich deshalb folgende Aussage treffen:

Aussage 1 *Für den Fall, dass die Bildung von Kartellen erlaubt ist, existiert für jedes Unternehmen ein Diskontfaktor $\rho_i \in [\tilde{\rho}_L^+, 1)$ mit $i \in N(g^+)$, so dass ein Kartell in*

Form eines vollständigen Netzwerks $g^+ \in G(N)$ durchsetzbar wäre. Eine solche Kartellstruktur wäre dabei für $n > 2$ und $0 < \delta < 1$ die effizienteste unter allen möglichen Netzwerkstrukturen und auch das einzige paarweise stabile Nash–Gleichgewicht des Spiels. In diesem Fall würde jeder Kartellteilnehmer einen gleich großen Gegenwartsgewinn in Höhe von $v_i^M(g^+) = \frac{(n-1)\delta}{1-\rho}$ erwirtschaften. Gilt hingegen für mindestens eines der Unternehmes, dass $\rho_i < \tilde{\rho}_L^+$, dann wäre das leere Netzwerk $g^0 \in G(N)$ die vorherrschende Netzwerkstruktur im Markt, in der jedes Unternehmen einen Gegenwartsgewinn in Höhe von $v_i(g^0) = 0$ erwirtschaften würde.

Man bedenke hierbei, dass wenn $\rho_i < \tilde{\rho}_L^+$ gelten würde, auch andere Netzwerkstrukturen mit anderen kritischen Diskontfaktoren Nash stabil und damit grundsätzlich möglich bzw. durchsetzbar wären, doch keine davon wäre dabei gleichzeitig auch paarweise stabil. Nur eine vollständige Kartellstruktur erfüllt alle Anforderungen eines paarweise stabilen Nash–Gleichgewichts. Wenn also ein Kartell unter diesen Bedingungen zustande kommen würde, dann in Form eines vollständigen Netzwerks g^+.

2.4 Fixe Geldbußen und strukturelle Neutralität

Man betrachte nun den Fall, dass Kartelle verboten sind und dass eine Kartellbehörde jeden Kartellteilnehmer mit einer exogen gegebenen Wahrscheinlichkeit $\alpha \in (0, 1)$ entdecken und durch die Auferlegung eines Bußgeldes bestrafen kann. Man abstrahiere in diesem Zusammenhang von möglichen Justizfehlern (Typ 1 und 2) und nehme hierbei an, dass das Bußgeld nur einen monetären Transfer darstellt und dass die Kartellbehörde hinsichtlich dessen Höhe lediglich durch eine gesetzliche Obergrenze $\bar{f}$ beschränkt ist. Man nehme weiterhin in diesem Zusammenhang an, dass die Kartellbehörde hinsichtlich der Bestimmung des Bußgeldes frei ist und dass sie dieses somit mit $f_i = \bar{f}$ für jeden Kartellteilnehmer $i \in N(g)$ stets maximal setzt, falls es zu einer Entdeckung kommen sollte. Für die weitere Diskussion soll in diesem Zusammenhang $\hat{\pi}_i^M(g) = \pi_i^M(g) - \alpha\bar{f}$ einfach die erwartete Periodenauszahlung eines Kartellteilnehmers in einem Netzwerk g charakterisieren.[36] Unter diesen Bedingungen lässt sich für einen hinreichend hohen Diskontfaktor der Akteure zeigen, dass eine Kartellstruktur in Form eines vollständigen Netzwerks erneut die effizienteste und gleichzeitig auch die einzige paarweise Nash stabile Netzwerkstruktur wäre.

Unter Verwendung von (7) kann zunächst der Gegenwartswert der Auszahlung eines Kartellteilnehmers in einem vollständigen Netzwerk geschrieben werden als

$$v_i^M(g^+) = \frac{\pi_i^M(g^+) - \alpha\bar{f}}{1-(1-\alpha)\rho} = \frac{(n-1)\delta - \alpha\bar{f}}{1-(1-\alpha)\rho}.$$

[36] Folgt aus $\hat{\pi}_i^M(g) = (1-\alpha)\pi_i^M(g) - \alpha(\pi_i^M(g) - \alpha\bar{f}) = \pi_i^M(g) - \alpha\bar{f}$.

Man betrachte zunächst in diesem Fall die erwarteten kumulierten Auszahlungen in den unterschiedlichen Netzwerktypen, um die Effizienz der vollständigen Kartellstruktur aufzuzeigen. Für das vollständige Netzwerk würde in diesem Szenario gelten, dass $\hat{\pi}^M(g^+) = n(n-1)\delta - n\alpha\bar{f}$.[37] In einem Sternnetzwerk würde die kumulierte Auszahlung hingegen $\hat{\pi}^M(g^*) = (n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - n\alpha\bar{f}$ betragen. Durch einen Vergleich der beiden Auszahlungen lässt sich leicht erkennen, dass für $n > 2$ und $0 < \delta < 1$ stets gilt, dass $\hat{\pi}^M(g^+) > \hat{\pi}^M(g^*)$ und somit auch $v^M(g^+) > v^M(g^*)$. Dies gilt nicht nur im Vergleich zum Sternnetzwerk, sondern auch im Vergleich zu jeder anderen möglichen Netzwerkstruktur $g' \in G(N)$ mit $g' \neq g^+$, was sich auch allgemein zeigen lässt. Für $k(g) \leq n(n-1)/2$, wobei wie bereits erläutert wurde $k(g)$ die Anzahl der Pfade in einem Netzwerk beschreibt, kann der (erwartete) kummulierte Gewinn in einem Netzwerk g allgemein geschrieben werden als $\hat{\pi}^M(g) = 2k\delta + (n(n-1) - 2k)\delta^2 - n\alpha\bar{f}$. Die maximale mögliche Anzahl an Pfaden in einem Netzwerk g ist jedoch durch $k(g^+) = n(n-1)/2$ gegeben, was der Anzahl an Pfaden im vollständigen Netzwerk entspricht. Eingesetzt in $\hat{\pi}^M(g)$ ergibt schließlich die Auszahlung $\hat{\pi}^M(g^+)$ im vollständigen Netzwerk. Da aber jede andere Netzwerkstruktur $g' \neq g^+$ weniger Pfade als $k(g^+)$ aufweist, so dass $k(g') < n(n-1)/2 = k(g^+)$ und die maximale Auszahlung bei $k(g^+)$ erreicht ist, gilt für $n > 2$ und $0 < \delta < 1$ stets, dass $\hat{\pi}^M(g^+) > \hat{\pi}^M(g')$ und damit auch $v^M(g^+) > v^M(g')$. Demzufolge wäre eine Kartellstruktur in Form eines vollständigen Netzwerks unter diesen Bedingungen also tatsächlich die effizienteste unter allen möglichen Kartellstrukturen (bei einer gegebenen Anzahl an Kartellteilnehmern).

Die Argumentation hinsichtlich der paarweisen Stabilität des vollständigen Kartellnetzwerks kann hierbei im Grunde genommen analog zur Situation ohne Kartellbekämpfung erfolgen. Zunächsteinmal hätte kein Kartellteilnehmer einen Anreiz eine bestehende direkte Verbindung zu irgendeinem anderen Kartellteilnehmer zu lösen. Um dies zu zeigen, genügt es die erwarteten Periodenauszahlungen der Unternehmen in den jeweiligen Situationen zu vergleichen. Die Auszahlung eines Teilnehmers i im vollständigen Netzwerk beträgt $\hat{\pi}_i^M(g^+) = (n-1)\delta - \alpha\bar{f}$. Beim lösen einer bestehenden Verbindung würde das Unternehmen eine direkte Verbindung zu Unternehmen j verlieren und stattdessen eine indirekte zu diesem Unternehmen aufweisen, so dass der Gewinn in diesem Fall $\hat{\pi}_i^M(g^+ - t_{ij}) = (n-2)\delta + \delta^2 - \alpha\bar{f}$ betragen würde. Eine Gegenüberstellung zeigt, dass für $n > 2$ und $0 < \delta < 1$ stets $\hat{\pi}_i^M(g^+) > \hat{\pi}_i^M(g^+ - t_{ij})$ und somit auch $v_i^M(g^+) > v_i^M(g^+ - t_{ij})$ gilt, wodurch ein Teilnehmer i keinen Anreiz zum Auflösen einer direkten Verbindung hätte. Wegen der Symmetrie des Netzwerks gilt dies schließlich auch für jedes direkt mit i verbundene Unternehmen $j \in N(g^+)$

[37] Es ist zu berücksichtigen, dass die erwartete Nettoperiodenauszahlung des gesamten Kartells für n Unternehmen allgemein $\hat{\pi}^M(g) = (1-\alpha)\pi^M(g) - \alpha(\pi^M(g) - n\bar{f})$ beträgt, was ausmultipliziert und zusammengefasst geschrieben werden kann als $\hat{\pi}^M(g) = \pi^M(g) - n\alpha\bar{f}$.

mit $i \neq j$. Da weiterhin in einem vollständigen Kartellnetzwerk jeder Kartellteilnehmer mit jedem anderen Teilnehmer direkt verbunden ist, kann auch kein zweiseitiger Anreiz zwischen zwei Unternehmen i und j existieren eine noch nicht vorhandene direkte Verbindung zueinander aufzubauen. Demzufolge wäre eine Kartellstruktur in Form eines vollständigen Netzwerks paarweise stabil. Jede andere Netzwerkstruktur erfüllt Bedingung 3 der paarweisen Stabilität nicht. Dies lässt sich allgemein relativ einfach zeigen.

Der erwartete Periodengewinn zweier Kartellteilnehmer i und j in einer Netzwerkstruktur g kann unter Berücksichtigung der Anzahl ihrer direkten Verbindungen k_i und k_j allgemein geschrieben werden als $\hat{\pi}_i^M(g) = k_i\delta + (n-1-k_i)\delta^2 - \alpha\bar{f}$ bzw. als $\hat{\pi}_j^M(g) = k_j\delta + (n-1-k_j)\delta^2 - \alpha\bar{f}$, wobei $1 \leq k_i, k_j \leq n-1$ gilt.[38] Für den Fall, dass die Unternehmen i und j nicht direkt miteinander verbunden sind, so dass $t_{ij} = 0$ und damit $k_i, k_j < n-1$ gilt, wäre die Herstellung einer direkten Verbindung zwischen i und j für beide vorteilhaft. Für Unternehmen i würde das Hinzufügen einer direkten Verbindung zu einem Unternehmen j zu $\hat{\pi}_i^M(g+t_{ij}) = (k_i+1)\delta+(n-1-(k_i+1))\delta^2-\alpha\bar{f}$ führen, was jedoch für $n > 2$ und für $0 < \delta < 1$ stets größer als die erwartete Periodenauszahlung ohne diese Verbindung wäre. Da für Unternehmen j das gleiche zuträfe und somit $\hat{\pi}_i^M(g+t_{ij}) > \hat{\pi}_i^M(g)$ und $\hat{\pi}_j^M(g+t_{ij}) > \hat{\pi}_j^M(g)$ gelten würde, würde eine zweiseitige Verbindung zwischen i und j schließlich auch zustande kommen, was jedoch der Definition der paarweisen Stabilität widersprechen würde. Nur wenn $k_i = n-1$ für alle $i \in N(g)$ gilt, existiert für kein Paar von Akteuren die Möglichkeit, sich durch das Hinzufügen von weiteren direkten Verbindungen besser zu stellen, was nur im vollständigen Netzwerk der Fall wäre.

Man betrachte nun abschließend die Anreizkompatibilitätsbedingung für den Fall eines vollständigen Kartellnetzwerks. Unter Verwendung von (1), (4), (9) und (10) ergibt sich der kritische Diskontfaktor in diesem Szenario als

$$\tilde{\rho}^+ = \frac{\pi_i^D(g^+) - \pi_i^M(g^+) + \alpha\bar{f}}{(1-\alpha)\pi_i^D(g^+)} = \frac{n(n-1)\delta - (n-1)\delta + \alpha\bar{f} - e}{[n(n-1)\delta - e](1-\alpha)}.$$

Vergleicht man den kritischen Diskontfaktor in diesem Fall mit dem kritischen Diskontfaktor für den Fall ohne Kartellbekämpfung (jeweils für das vollständige Kartellnetzwerk), dann ist dieser aufgrund der nun drohenden Gefahr der Entdeckung und Bestrafung größer. Am besten wird dies ersichtlich, wenn man die Diskontfaktoren in allgemeiner Form vergleicht, wobei $\tilde{\rho}_L^+$ den kritischen Diskontfaktor im Laissez–Faire Fall charakterisieren soll und $\tilde{\rho}_B^+$ denjenigen im Fall der Kartellbekämpfung mit einem

[38] Für das Zustandekommen eine kompletten Netzwerks ist mindestens eine direkte Verbindung eines Unternehmens nötig. Die maximal mögliche Anzahl an direkten Verbindungen beträgt hingegen $n-1$.

fixen Bußgeld. Eine Gegenüberstellung zeigt, dass

$$\tilde{\rho}_L^+ = \frac{\pi_i^D(g^+) - \pi_i^M(g^+)}{\pi_i^D(g^+)} < \frac{\pi_i^D(g^+) - \pi_i^M(g^+) + \alpha\bar{f}}{(1-\alpha)\pi_i^D(g^+)} = \tilde{\rho}_B^+.$$

Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, da der Umstand der potentiellen Entdeckung und Bestrafung die Kosten der Kartellbildung erhöht, wodurch es c.p. mit zunehmendem $\bar{f}$ und α für die Unternehmen immer schwieriger wird ein Kartell – mit einer vollständigen Kartellstruktur – erfolgreich durchzusetzen. Ist jedoch der Diskontfaktor der Unternehmen für gegebene Werte von δ, α, $\bar{f}$, e und n hinreichend groß, dann wäre ein Kartell mit der vollständigen Netzwerkstruktur sowohl einseitig Nash als auch paarweise stabil und somit die einzige paarweise Nash stabile Netzwerkstruktur. Zwar könnte die Anreizkompatibilitätsbedingung auch bei einer anderen Netzwerkstruktur erfüllt sein, doch wäre keine von ihnen gleichzeitig auch paarweise stabil. Ein fixes Bußgeld ist damit im Vergleich zum Fall ohne Kartellbekämpfung strukturneutral, da hierdurch die Anreize zur Implementierung einer anderen Kartellstruktur nicht verändert werden, sondern lediglich die Anreizkompatibilitätsbedingung tangiert wird. Man bedenke nun in diesem Zusammenhang, dass es für eine Kartellbehörde unter diesen Bedingungen grundsätzlich immer möglich wäre ein Kartell zu destabilisieren und damit abzuschrecken, sofern die erwartete Strafe für die Kartellteilnehmer hinreichend groß wäre. Die Ergebnisse in diesem Abschnitt lassen sich in Form einer Aussage wie folgt zusammenfassen:

Aussage 2 *Für den Fall, dass Kartelle verboten sind und die Höhe des Bußgeldes für ein Unternehmen exogen vorgegeben und fix ist, existiert für eine hinreichend kleine erwartete Strafe für jedes Unternehmen ein Diskontfaktor* $\rho_i \in [\tilde{\rho}_B^+, 1)$ *mit* $\tilde{\rho}_B^+ > \tilde{\rho}_L^+$*, so dass ein Kartell in Form eines vollständigen Netzwerks durchsetzbar wäre. Eine solche Kartellstruktur wäre dabei für* $n > 2$ *und* $0 < \delta < 1$ *erneut die effizienteste unter allen möglichen Netzwerkstrukturen und auch das einzige paarweise stabile Nash–Gleichgewicht des Spiels. Der Gegenwartsgewinn eines Kartellteilnehmers würde in diesem Fall* $v_i^M(g^+) = \frac{\pi_i^M(g^+) - \alpha\bar{f}}{1-(1-\alpha)\rho}$ *betragen. Gilt hingegen für mindestens eines der Unternehmen, dass* $\rho_i < \tilde{\rho}_B^+$*, dann wäre das leere Netzwerk* $g^0 \in G(N)$ *die vorherrschende Netzwerkstruktur im Markt, in der jedes Unternehmen einen Gegenwartsgewinn in Höhe von* $v_i(g^0) = 0$ *erwirtschaften würde.*

Das Ergebnis, dass ein fixes Bußgeld die Struktur eines Kartellnetzwerks nicht verändert, ist zwar nicht überraschend, doch weicht diese Annahme stark von der Realität ab. Adäquater wäre es anzunehmen, dass die Höhe des Bußgeldes für die Kartellteilnehmer von der Netzwerkstruktur bzw. von bestimmten Parametern abhängt. Man sollte z.B. erwarten, dass die Strafe für die einzelnen Kartellteilnehmer umso größer ist, je größer die Anzahl ihrer jeweiligen direkten Verbindungen und je größer somit ihre individuelle Bedeutung innerhalb des Kartellnetzwerks ist.

2.5 Rollenabhängige Bestrafung

Man stelle sich jetzt die Situation vor, dass die Höhe des Bußgeldes für einen entdeckten Kartellteilnehmer nicht mehr exogen gegeben ist, sondern von der Anzahl seiner Verbindungen im Kartellnetzwerk abhängt. Man unterstelle dabei, dass die Kartellbehörde myopisch ist und im Fall einer Entdeckung eines Kartells nur die direkten Verbindungen der Kartellteilnehmer beobachten und nachweisen kann, jedoch nicht die indirekten. Zwar ist diese Annahme stark vereinfachend zu verstehen, jedoch geht sie auch teilweise mit der rationalen Intuition einher, dass eine Verbindung zwischen zwei Akteuren in einem illegalen Netzwerk umso schwieriger nachzuvollziehen und vor Gericht nachzuweisen ist, je mehr Pfade zwischen den beiden Akteuren liegen, durch die sie miteinander verbunden sind. Alternativ könnte man sich einfach vorstellen, dass die Ermittlungsarbeit der Kartellbehörde mit gewissen Kosten $c(g^l)$ verbunden ist, mit g^l und $l = \{1, 2, \dots, n\}$ als die Anzahl der Verbindungen l–ten Grades in einem Netzwerk, wobei der Nachweis indirekter Verbindungen zwischen den Akteuren mit höhreren Kosten einhergeht als der Nachweis von direkten, so dass $c(g^{l+1}) > c(g^l)$. Im Extremfall könnte man dann einfach annehmen, dass $c(g^1) = 0$ und $c(g^l) = \infty$ für $l \geq 2$, was der Idee des myopischen Verhaltens der Kartellbehörde ähneln würde. Wie dem auch sei, man gehe vereinfachend davon aus, dass die Ermittlungsarbeit selbst ohne Kosten erfolgt und dass die Kartellbehörde nur die direkten Verbindungen eines Kartellteilnehmers beobachten und bestrafen kann.

Sei nun $f_i(g) = k_i(g)f$ die Höhe des Bußgeldes, die ein Kartellteilnehmer im Fall einer Entdeckung und Überführung begleichen muss, wobei $k_i(g)$ analog zu vorher die Anzahl der direkten Verbindungen des Unternehmens i charakterisiert und f die monetäre Strafe pro nachgewiesener direkter Verbindung. Das bedeutet, dass die Strafe für einen Kartellteilnehmer umso geringer ausfällt, je weniger direkte Verbindungen er zu den anderen Kartellteilnehmern aufweist oder anders ausgedrückt, je geringer seine Bedeutung im Kartellnetzwerk ist. Die Entdeckungs– und Überführungswahrscheinlichkeit sei für jeden Kartellteilnehmer weiterhin durch α gegeben. Man definiere hierbei für den Fall, dass es sich bei der Kartellstruktur um das Sternnetzwerk (g^*) handelt, i als den zentralen Spieler und j und z als zwei der peripheren Kartellteilnehmer, die durch i auf indirektem Weg miteinander verbunden sind. Unter diesen Bedingungen kann der Gegenwartswert der Auszahlung eines Unternehmens zum Zeitpunkt der Kartellgründung zunächst allgemein geschrieben werden als

$$v_i^M(g) = \frac{\pi_i^M(g) - \alpha f_i(g)}{1 - (1 - \alpha)\rho} = \frac{\pi_i^M(g) - \alpha k_i(g) f}{1 - (1 - \alpha)\rho}.$$

Unter diesen Umständen lässt sich zeigen, dass das vollständige Netzwerk nicht mehr stets die effizienteste und gleichzeitig auch die einzige paarweise Nash stabile Kartellstruktur wäre, sondern je nach Höhe der erwarteten Strafe auch ein Sternnetzwerk in Frage käme (oder irgendeine andere Netzwerkstruktur). Man beginne zunächst mit der Frage der Effizienz und betrachte dazu die folgende Aussage, dessen Richtigkeit im Anschluss gezeigt wird.[39]

Aussage 3 *Für den Fall, dass die Geldbuße für die Kartellteilnehmer nur von der Anzahl ihrer direkten Verbindungen abhängig ist, ist die effiziente Kartellstruktur*

(1) das vollständige Netzwerk g^+, falls $\alpha f < \delta - \delta^2$,

(2) das Sternnetzwerk g^*, falls $\delta - \delta^2 < \alpha f < \delta + \frac{n-2}{2}\delta^2$,

(3) das leere Netzwerk g^0, falls $\alpha f > \delta + \frac{n-2}{2}\delta^2$.

Für $k(g) \geq n-1$, wobei $k(g)$ die Anzahl aller ungerichteten Pfade in einem Netzwerk charakterisiert, kann die kumulierte Periodenauszahlung in einem Kartellnetzwerk allgemein geschrieben werden als

$$(11)\quad \hat{\pi}^M(g) = k(2\delta - 2\alpha f) + (n(n-1) - 2k)\delta^2.$$

Zu *(1)*: Für den Fall, dass $\delta - \alpha f > \delta^2$, können zwei nicht direkt miteinander verbundene Unternehmen ihre individuellen Auszahlungen durch den Aufbau einer direkten Verbindung immer erhöhen, wodurch auch der Wert des gesamten Kartellnetzwerks steigen würde. Der Effizienzgewinn aus der direkten Verbindung abzüglich der Kosten wäre größer als der Verlust des Effizienzgewinns aus dem Lösen der indirekten Verbindung. Solange also in einem Kartellnetzwerk $n - 1 \leq k < n(n-1)/2$ gilt, ist dies immer der Fall. Wäre jedoch die maximal mögliche Anzahl an Pfaden (bzw. Verbindungen) für eine gegebene Anzahl an Akteuren in einem Netzwerk erreicht, was bei $k = n(n-1)/2$ und somit nur im vollständigen Kartellnetzwerk der Fall wäre, dann wäre auch der Wert des Kartellnetzwerks mit $n(n-1)(\delta - \alpha f) = \hat{\pi}^M(g^+)$ maximal. Damit gilt für $g' \neq g^+$ mit $k(g') < n(n-1)/2 = k(g^+)$, dass $\hat{\pi}^M(g^+) > \hat{\pi}^M(g')$.

Zu *(2)*: Man betrachte für die Erläuterung zuerst den linken Teil der Bedingung, also $\delta - \delta^2 < \alpha f$ und stelle sich den generierten Wert in einem Sternnetzwerk vor, der wegen $k(g^*) = n - 1$ durch

$$(12)\quad \hat{\pi}^M(g^*) = (n-1)(2\delta - 2\alpha f) + (n-1)(n-2)\delta^2$$

gegeben wäre.[40] Man vergleiche nun die kummulierte Auszahlung in einem Sternnetzwerk mit denjenigen in allen anderen möglichen Netzwerkstrukturen mit $k(g) \geq n-1$. In diesem Zusammenhang folgt aus $(10) - (11)$, dass $\Delta\hat{\pi}^M(g - g^*) = (k - (n-1))(2\delta -$

[39] Vgl. zur Vorgehensweise: Jackson und Wolinsky (1996, S. 50 f).
[40] Ergibt sich aus $\pi^M(g^*) = (n-1)2\delta - (n-1)2\alpha f + (n-1)(n-2)\delta^2$.

$2\alpha f - 2\delta^2)$. Für $\delta - \delta^2 < \alpha f$ gilt nun, dass $\Delta\hat{\pi}^M = 0$, falls $k = n - 1$, was der Anzahl der Pfade im Sternnetzwerk entspricht. Für jede andere Netzwerkstruktur mit $k > n - 1$ gilt jedoch, dass $\Delta\hat{\pi}^M < 0$. Das bedeutet, dass wenn die Anzahl an Pfaden eines Kartellnetzwerks größer ist als diejenige im Sternnetzwerk, der Wert dieses Kartellnetwzerks kleiner sein muss als der Wert des Sternnetzwerks. Demzufolge weist jede andere Kartellstruktur im Vergleich zum Sternnetzwerk eine geringere kumulierte Auszahlung auf, so dass eine Kartellstruktur in Form eines Sterns unter allen möglichen Netzwerkstrukturen tatsächlich die effizienteste wäre. Man bedenke hierbei, dass dies auch für Netzwerkstrukturen gilt, die wie das Sternnetzwerk $k = n - 1$ Pfade aufweisen, wie z.B. das Liniennetzwerk. Dieses würde zwar die gleiche Anzahl an Pfaden aufweisen wie das Sternnetzwerk, doch der Wert des Liniennetzwerks wäre kleiner. Die maximale geodätische Distanz zwischen zwei indirekt miteinander verbundenen peripheren Unternehmen im Sternnetzwerk beträgt 2, während ein Liniennetzwerk mit der gleichen Anzahl an Teilnehmern geodätische Distanzen zwischen den Unternehmen von größer als 2 aufweist. Da aber der Wert einer Verbindung gemäß Annahme und Definition mit zunehmender Distanz abnimmt, ist jedes Netzwerk mit der gleichen Anzahl an Pfaden wie das Sternnetzwerk, doch mit geodätischen Distanzen von größer als 2 Pfaden zwischen den Teilnehmern, immer ineffizienter als eine Netzwerkstruktur in Form eines Sterns. Aus dem Umstand, dass die kumulierte Auszahlung einer Kartellstruktur in Form eines Sterns nicht negativ sein darf und demzufolge $\hat{\pi}^M(g^*) = (n-1)(2\delta - 2\alpha f) + (n-1)(n-2)\delta^2 > 0$ gelten muss, folgt weiterhin der zweite Teil der Bedingung, also $\alpha f < \delta + \frac{n-2}{2}\delta^2$.

Zu (3): Für den Fall, dass $\alpha f > \delta + \frac{n-2}{2}\delta^2$, wären die erwarteten Kosten der Kartellbildung viel zu hoch. Der Wert der indirekten Verbindungen würde nicht ausreichen, um die Kosten abzüglich dem Wert der direkten Verbindungen zu kompensieren, so dass der Wert eines jeden Netzwerks mit $k(g) > 0$ negativ wäre. Unter diesen Bedingungen wäre das leere Netzwerk g^0 mit $k(g^0) = 0$ und somit $\pi(g^0) = 0$ die effizienteste Netzwerkstruktur.

Man betrachte nun unter welchen Bedingungen die einzelnen Kartellnetzwerke paarweise Nash stabil wären. Man beginne zunächst mit der paarweisen Stabilität anhand einer Aussage und schaue sich erst im Anschluss daran die Anreizkompatibilitätsbedingung an.

Aussage 4 *Für den Fall, dass die Geldbuße für die Kartellteilnehmer nur von der Anzahl ihrer direkten Verbindungen abhängig ist, ist die paarweise stabile Kartellstruktur*

(1) das vollständige Netzwerk g^+, falls $\alpha f < \delta - \delta^2$,

(2) das Sternnetzwerk g^*, falls $\delta - \delta^2 < \alpha f < \delta$,

(3) das leere Netzwerk g^0, falls $\alpha f > \delta$.

Zu *(1)*: Für den Fall, dass $\alpha f < \delta - \delta^2$, können zwei nicht direkt miteinander verbundene Teilnehmer immer vom Aufbau einer direkten Verbindung profitieren. Existieren bspw. in einem Netzwerk zwei Akteure mit einer indirekten Verbindung zueinander, dann könnten beide stattdessen eine direkte Verbindung aufbauen. Jeder von ihnen würde zwar den Wert δ^2 aus der indirekten Verbindung verlieren, doch im Gegenzug dafür den Wert $\delta > \delta^2$ hinzugewinnen und die Kosten αf tragen müssen. Da αf aber kleiner wäre als die positive Differenz $\delta - \delta^2$, würde sich der Aufbau einer direkten Verbindung immer lohnen. Nur im vollständigen Netzwerk wäre die maximale Anzahl an direkten Verbindungen erreicht und es gäbe keine Möglichkeiten mehr zum Aufbau weiterer direkter Verbindungen. Aus demselben Grund lohnt es sich auch nicht für irgendeinen Teilnehmer im vollständigen Netzwerk eine bereits vorhandene direkte Verbindung zu einem anderen Teilnehmer aufzulösen, was sich auch leicht zeigen lässt. Ein Akteur im vollständigen Netzwerk erwirtschaftet einen (erwarteten) Periodengewinn in Höhe von $\hat{\pi}_i^M(g^+) = (n-1)(\delta - \alpha f)$. Würde er eine direkte Verbindung zu einem Akteur j auflösen und stattdessen eine indirekte zu diesem haben, dann würde seine Auszahlung $\hat{\pi}_i^M(g^+ - t_{ij}) = (n-2)(\delta - \alpha f) + \delta^2$ betragen. Aus $\hat{\pi}_i^M(g^+) > \hat{\pi}_i^M(g^+ - t_{ij})$ folgt, dass diese Ungleichung und damit auch $v_i^M(g^+) > v_i^M(g^+ - t_{ij})$ nur dann erfüllt wäre, falls $\alpha f < \delta - \delta^2$. Demzufolge wäre das vollständige Kartellnetzwerk unter diesen Bedingungen die einzige paarweise stabile Kartellstruktur.

Zu *(2)*: Um die Richtigkeit dieser Aussage zu zeigen, stelle man sich zunächst die Situation für einen peripheren Teilnehmer j bzw. z in einem Sternnetzwerk vor und gehe dann zum zentralen Teilnehmer i über. Ein peripheres Unternehmen erwirtschaftet in einem Sternnetzwerk eine Auszahlung in Höhe von

$$\hat{\pi}_j^M(g^*) = \delta + (n-2)\delta^2 - \alpha f,$$

da er eine direkte Verbindung mit einem Wert von δ zum zentralen Spieler aufweist und $n-2$ indirekte Verbindungen zu allen anderen peripheren Teilnehmern, von denen jede einen Wert von δ^2 generiert. Für die eine Verbindung zum zentralen Teilnehmer kann ein peripheres Unternehmen jedoch mit der Wahrscheinlichkeit α entdeckt und überführt werden, was die Zahlung der Strafe in Höhe von f zur Folge hätte. Damit nun ein Kartellnetzwerk in Form eines Sterns paarweise stabil wäre, darf es sich für kein Paar von peripheren Teilnehmern lohnen eine direkte Verbindung zueinander aufzubauen bzw. es muss gelten, dass $\hat{\pi}_j^M(g^*) > \hat{\pi}_j^M(g^* + t_{jz})$ oder falls dies nicht der Fall wäre, dann müsste zumindest für Teilnehmer z gelten, dass $\hat{\pi}_z^M(g^*) > \hat{\pi}_z^M(g^* + t_{jz})$. Aufgrund der Symmetrie genügt es jedoch die Bedingung nur für einen der peripheren Akteure zu betrachten. Würde also ein peripherer Teilnehmer j eine direkte Verbindung zu einem anderen peripheren Teilnehmer z aufbauen, dann würde seine Auszahlung aus der veränderten Netzwerkstruktur

$$\hat{\pi}_j^M(g^* + t_{jz}) = 2\delta + (n-3)\delta^2 - 2\alpha f$$

betragen. Aus $\hat{\pi}_j^M(g^*) = \delta + (n-2)\delta^2 - \alpha f > 2\delta + (n-3)\delta^2 - 2\alpha f = \hat{\pi}_j^M(g^* + t_{jz})$ folgt nun, dass diese Ungleichung nur dann erfüllt ist, wenn $\delta - \delta^2 < \alpha f$. In diesem Fall hätte also kein peripherer Teilnehmer einen Anreiz eine weitere direkte Verbindung zu einem anderen peripheren Teilnehmer aufzubauen, da die erwartete Strafe größer als der zusätzliche Effizienzgewinn wäre.

Man betrachte nun den zentralen Teilnehmer i. Seine Auszahlung würde in einem Sternnetzwerk

$$\hat{\pi}_i^M(g^*) = (n-1)\delta - (n-1)\alpha f$$

betragen. Da der zentrale Teilnehmer bereits zu allen anderen peripheren Teilnehmern direkte Verbindungen aufweist, existiert für ihn keine Möglichkeit mehr weitere direkte Verbindungen aufzubauen. Allerdings darf es sich für ihn nicht lohnen irgendeine der bestehenden direkten Verbindungen zu den peripheren Teilnehmern aufzulösen. Die Auflösung einer seiner Verbindungen würde dabei mit ökonomischen Nullgewinnen einhergehen, da für die Generierung von Kartellgewinnen per Annahme alle Unternehmen im Markt involviert sein müssen. Da also das Auflösen einer seiner indirekten Verbindungen zu einem peripheren Teilnehmer das Kartell sozusagen zerstören und die Situation daraufhin derjenigen im leeren Netzwerk gleichen würde, gilt $\hat{\pi}_i^M(g^* - t_{ij}) = 0$. Aus $\hat{\pi}_i^M(g^*) = (n-1)\delta - (n-1)\alpha f > 0 = \hat{\pi}_i^M(g^* - t_{ij})$ folgt schließlich, dass diese Ungleichung nur dann erfüllt ist, wenn $\alpha f < \delta$.

Zusammenfassend hätte also für $\delta - \delta^2 < \alpha f < \delta$ kein Paar von peripheren Teilnehmern einen Anreiz eine direkte Verbindung aufzubauen und der zentrale Teilnehmer hätte keinen Anreiz irgendeine seiner direkten Verbindungen zu den peripheren Unternehmen aufzulösen, so dass das Sternnetzwerk in diesem Bereich wie in Aussage 4 angegeben die einzige paarweise stabile Kartellstruktur wäre. Abschließend hierzu sei aber noch kurz ein weiter oben ausgelassener Umstand erläutert. So wie es sich nämlich für den zentralen Teilnehmer nicht lohnen darf irgendeine seiner bestehenden direkten Verbindungen zu den peripheren Teilnehmern einseitig aufzulösen, so darf es sich auch für keinen der peripheren Akteure lohnen ihre direkten Verbindungen zum zentralen Teilnehmer zu lösen. Es lässt sich aber zeigen, dass die Bedingung für den zentralen Teilnehmer diesbezüglich stringenter ist als für die peripheren Teilnehmer.

Würde einer der peripheren Teilnehmer j seine direkte Verbindung zum zentralen Teilnehmer i einseitig lösen, dann wäre die Kartellstruktur aufgrund des Fehlens eines Teilnehmers aus dem Netzwerk zerstört, so dass $\hat{\pi}_j^M(g^* - t_{ij}) = 0$ gelten würde (wie beim zentralen Akteur vorher). Damit dies also nicht geschieht bzw. damit kein Anreiz hierzu besteht, muss gelten, dass $\hat{\pi}_j^M(g^*) = \delta + (n-2)\delta^2 - \alpha f > 0 = \hat{\pi}_j^M(g^* - t_{ij})$. Dies ist nur dann der Fall, wenn $\alpha f < \delta + (n-2)\delta^2$. Da aber offensichtlich gilt, dass $\delta < \delta + (n-2)\delta^2$ und für den zentralen Teilnehmer $\alpha f < \delta$ $(< \delta + (n-2)\delta^2)$ gelten muss, damit dieser keinen Anreiz hat irgendeine seiner direkten Verbindungen aufzulösen, ist letztlich $\alpha f < \delta$ die Obergrenze für die Höhe der erwarteten Strafe.

Zu *(3)*: Für den Fall, dass $\alpha f > \delta$, würde kein Unternehmen die Rolle des zentralen Akteurs einnehmen wollen, da dieser nur direkte Verbindungen zu allen anderen Unternehmen aufweisen würde und die erwartete Strafe einer direkten Verbindung größer wäre als der daraus resultierende Wert einer solchen Verbindung. Betrachtet man nur das vollständige Netzwerk g^+ und das Sternnetzwerk g^* als mögliche implementierbare Kartellstrukturen und geht dabei davon aus, dass alle Unternehmen für das Funktionieren einer Kartellvereinbarung an einem Kartellnetzwerk partizipieren müssen und dass monetäre Transferzahlungen zwischen den Unternehmen ausgeschlossen sind, dann wäre in diesem Bereich nur das leere Netzwerk g^0 paarweise stabil. Man bedenke jedoch, dass dies unter diesen Bedingungen nicht gelten muss, wenn man auch die Bildung anderer Netzwerkstrukturen zulässt, wie z.B. das Linien– oder das Kreisnetzwerk. Da in diesen Netzwerken die maximale Reichweite einer indirekten Verbindung je nach Anzahl der Teilnehmer größer als 2 sein kann bzw. für $n > 3$ auch ist, könnten diese für $\alpha f > \delta$ durchaus paarweise stabil sein. Diese Fälle sind jedoch (noch) nicht Teil der hier vorliegenden Arbeit, weshalb auch nicht näher darauf eingegangen wird.

Man betrachte abschließend die Anreizkompatibilitätsbedingungen in den jeweiligen Situationen. Unter erneuter Verwendung von (4), (9) und(10) ergibt sich für den kritischen Diskontfaktor unter diesen Bedingungen für den Fall, dass es sich bei der Kartellstruktur um ein vollständiges Netzwerk handelt, dass

$$\tilde{\rho}_R^+ = \frac{\pi_i^D(g^+) - \pi_i^M(g^+) + \alpha f_i(g^+)}{(1-\alpha)\pi_i^D(g^+)} = \frac{n(n-1)\delta - (n-1)\delta + \alpha(n-1)f - e}{(1-\alpha)[n(n-1)\delta - e]}.$$

Auch in diesem Fall gilt, dass die Anreizkompatibilitätsbedingung c.p mit zunehmender Anzahl an Kartellteilnehmern stringenter wird. In diesem Zusammenhang muss für die einseitige Stabilität eines solchen Kartellnetzwerks für jeden Kartellteilnehmer gelten, dass $\rho_i \geq \tilde{\rho}_R^+$. Man erinnere sich aber, dass ein vollständiges Kartellnetzwerk nur dann auch paarweise stabil wäre, falls $\alpha f < \delta - \delta^2$. Man bedenke auch, dass f in diesem Szenario die Strafe pro nachgewiesener direkter Verbindung für einen

Kartellteilnehmer darstellt und kein Gesamtbußgeld wie im Fall fixer Kartellstrafen.

Betrachtet man hingegen die Anreizkompatibilitätsbedingung für den Fall einer Kartellstruktur in Form eines Sterns, so ergäbe sich für den kritischen Diskontfaktor des zentralen Akteur i, dass

$$\begin{aligned}\tilde{\rho}^*_{R,i} &= \frac{\pi_i^D(g^*) - \pi_i^M(g^*) + \alpha f_i(g^*)}{(1-\alpha)\pi_i^D(g^*)} = \dots \\ \dots &= \frac{(n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - (n-1)\delta + (n-1)\alpha f - e}{(1-\alpha)[(n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - e]}.\end{aligned}$$

Auch hier gilt, dass der Diskontfaktor mit steigender Teilnehmerzahl (c.p) steigt. Der kritische Diskontfaktor eines peripheren Akteurs j, wäre weiterhin in diesem Szenario durch

$$\begin{aligned}\tilde{\rho}^*_{R,j} &= \frac{\pi_j^D(g^*) - \pi_j^D(g^*) + \alpha f_j(g^*)}{(1-\alpha)\pi_j^D(g^*)} = \dots \\ \dots &= \frac{(n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - (\delta + (n-2)\delta^2) + \alpha f - e}{(1-\alpha)[(n-1)2\delta + (n-1)(n-2)\delta^2 - e]}\end{aligned}$$

gegeben. Auch für den kritischen Diskontfaktor der peripheren Akteure gelten bezüglich einer Veränderung der einzelnen Variablen die gleichen Eigenschaften wie für den zentralen Akteur, so dass bspw. eine Erhöhung der Teilnehmerzahl dazu führt, dass sich der kritische Diskontfaktor ebenfalls erhöht und die Anreizkompatibilitätsbedingung somit stringenter wird.

Man erinnere sich nun, dass im Laissez–Faire–Fall und im Fall fixer Geldbußen wegen $\pi_i^D(g^*) = \pi_j^D(g^*)$ und $\pi_i^M(g^*) > \pi_j^M(g^*)$ galt, dass der kritische Diskontfaktor eines peripheren Kartellteilnehmers stets größer war als derjenige des zentralen Akteurs. Dies ist hier ab einer bestimmten Höhe der erwarteten Strafe ebenfalls der Fall. In diesem Zusammenhang zeigt der Vergleich für $\delta > 0$ und $n > 2$, dass $\tilde{\rho}^*_{R,i} > \tilde{\rho}^*_{R,j}$, falls

$$\alpha f > \delta - \delta^2.$$

Man beachte nun mit Blick auf Satz (2) in Aussage 4, dass dies auch die Bedingung darstellt, damit ein Sternnetzwerk paarweise stabil wäre (linker Teil der Ungleichung). Das bedeutet aber im Umkehrschluss, dass wenn ein Kartell in Form eines Sternnetzwerks paarweise Nash stabil ist (also sowohl einseitig Nash als auch paarweise stabil), dann muss in einem solchen auch immer gelten, dass $\tilde{\rho}^*_{B,i} < \tilde{\rho}^*_{B,j}$. D.h also, dass in einem paarweise stabilen Sternnetzwerk die Anreizkompatibilitätsbedingung für die peripheren Kartellteilnehmer stringenter ist als für diejenige für den zentralen Akteur. Da ein Kartell nur dann einseitig Nash stabil und damit durchsetzbar sein kann, wenn die Anreizkompatibilitätsbedingungen eines jeden Teilnehmers erfüllt sind, ist schließlich der kritische Diskontfaktor der peripheren Teilnehmer als Untergrenze für den kritischen Diskontfaktor in einem Sternnetzwerk heranzuziehen, so dass $\rho_i \geq \tilde{\rho}^*_{B,j}$ gelten muss. Gleichzeitig gilt dann auch für $\delta - \delta^2 < \alpha f < \delta$ in einem Sternnetzwerk stets, dass in diesem Fall $\hat{\pi}_i^M(g^*) > \hat{\pi}_j^M(g^*)$ und damit auch $v_i^M(g^*) > v_j^M(g^*)$. Der erwartete Periodengewinn und damit auch der Gegenwartsgewinn des zentralen Teilnehmers ist in einer paarweise Nash stabilen Kartellstruktur in Form eines Sterns größer als derjenige der jeweiligen peripheren Teilnehmer. Zwar ist seine erwartete Strafe aufgrund seiner zentralen Stellung und der damit einhergehenden größeren Anzahl an direkten Verbindungen höher als diejenige der peripheren Akteure, doch gleichzeitig ist der Nettowert seiner direkten Verbindungen und damit seine Auszahlung wegen $\alpha f < \delta$ größer ist als der Nettowert der direkten und indirekten Verbindungen eines peripheren Teilnehmers. Der zentrale Akteur könnte in diesem Fall als der Rädelsführer des Kartells interpretiert werden, der den Informationsfluß und damit die Aktivitäten des gesamten Kartellnetzwerks koordiniert und somit Aufgrund seiner größeren Bedeutung als Informationsvermittler und Koordinator auch einen größeren Anteil am Kartellgewinn erhält. Da er derjenige ist, der am meisten von der Kartellvereinbarung profitiert, ist schließlich auch sein Anreiz von der Kartellvereinbarung abzuweichen geringer als derjenige der peripheren Unternehmen. Letztere würden hingegen stärker von einem Abweichen profitieren, weshalb auch deren Anreizkompatibilitätsbedingung stringenter ist. Man fasse nun die Ergebnisse in diesem Abschnitt abschließend in eine Aussage kurz zusammen.

Aussage 5 *Für den Fall einer myopischen Kartellbehörde, so dass die Höhe der Geldbuße eines Kartellteilnehmers nur von der Anzahl seiner direkten Verbindungen abhängig ist, existiert*

1. *ein $\rho_i \in [\tilde{\rho}^+_B, 1)$ mit $i \in N(g^+)$, so dass für $\alpha f < \delta - \delta^2$ eine Kartellstruktur in Form eines vollständigen Netzwerks die einzige paarweise Nash stabile Kartellstruktur wäre. Dies wäre unter diesen Bedingungen auch die effizienteste Kartellstruktur, in der jeder Kartellteilnehmer entsprechend seiner gleichrangigen Bedeutung einen gleich großen Gegenwartsgewinn in Höhe von $v_i^M(g^+)$ erwirtschaftet.*

Gilt hingegen $\delta - \delta^2 < \alpha f$ und existiert ein $\rho \in [\tilde{\rho}^+_B, 1)$, dann wäre eine Kartellstruktur in Form eines vollständigen Netzwerks zwar einseitig Nash stabil, jedoch nicht gleichzeitig auch paarweise stabil. In diesem Fall kann jedoch

2. *für $i \in N(g^*)$ ein $\rho_i \in [\tilde{\rho}^*_{B,j}, 1)$ mit $\tilde{\rho}^*_{B,j} > \tilde{\rho}^+_B$ existieren, so dass für $\delta - \delta^2 < \alpha f < \delta$ eine Kartellstruktur in Form eines Sternnetzwerks die einzige paarweise stabile Kartellstruktur wäre. Unter diesen Bedingungen wäre diese nun gleichzeitig auch die effizienteste Kartellstruktur. In diesem Fall würde der zentrale*

> *Kartellteilnehmer i einen Gegenwartsgewinn in Höhe von $v_i^M(g^*)$ und jeder periphere Teilnehmer j einen Gegenwartsgewinn in Höhe von $v_j^M(g^*)$ erwirtschaften, mit $v_i^M(g^*) > v_j^M(g^*)$.*

Für den Fall, dass $\alpha f > \delta$ und $\rho_i \in [\tilde{\rho}_B^+, 1)$, wäre ein Kartell in Form eines vollständigen Netzwerks oder in Form eines Sterns grundsätzlich einseitig Nash stabil, jedoch keines davon wäre auch gleichzeitig paarweise stabil. In diesem Fall wäre das leere Netzwerk die einzige paarweise stabile Netzwerkstruktur. Gilt hingegen, dass $\rho_i < \tilde{\rho}_B^+$, könnte hingegen ein Kartell in Form eines vollständigen Netzwerks oder auch in Form eines Sterns paarweise stabil sein, jedoch wäre keines von beiden gleichzeitig auch einseitig Nash stabil, so dass sich ein Kartell erst gar nicht bilden würde.

3 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde anhand einiger grundlegender netzwerktheoretischer Konzepte die Problematik der internen Stabilität von Kartellstrukturen vor dem Hintergrund analysiert, dass eine Kartellbehörde existiert, die das Verhalten der Kartellmitglieder zu entdecken und zu sanktionieren versucht. Hierbei wurde das Konzept der paarweisen Stabilität um das Konzept des Nash–Gleichgewichts ergänzt, das in einem einfachen ökonomischen Grundmodell als Grundlage für die Analyse diente. Dabei zeigte sich, dass die Art und Weise der Bestrafung nicht nur die Anreizkompatibilitätsbedingung der potentiellen Kartellanten beeinflusst, sondern darüber hinaus auch einen Einfluss auf die interne Struktur eines Kartells und dessen Stabilität haben kann. Ein Kartell in Form eines vollständigen Netzwerks erwies sich dabei für den Fall ohne Kartellbekämpfung und im Fall fixer Geldbußen als die effizienteste und gleichzeitig auch einzige paarweise Nash stabile Kartellstruktur. Während fixe Geldbußen die Anreizkompatibilitätsbedingung tangierten und die erfolgreiche Durchsetzung einer Kartellvereinbarung erschwerten, erwiesen sie sich im Vergleich zum Fall ohne Kartellbekämpfung als strukturneutral, da sie das Kalkül der einzelnen Kartellteilnehmer zur Implementierung einer anderen Netzwerkstruktur im Vergleich zum Fall ohne Kartellbekämpfung nicht beeinflussten. Dies änderte sich jedoch für den Fall, als die Höhe der Geldbuße eines Kartellteilnehmers von der Netzwerkstruktur selbst bzw. der Anzahl seiner direkten Verbindungen abhing. In diesem Fall war eine Struktur in Form eines vollständigen Netzwerks nur dann die effizienteste und gleichzeitig auch einzige paarweise Nash stabile Kartellstruktur, wenn die Höhe der erwarteten Strafe pro direkter Verbindung im Vergleich zu den Effizienzgewinnen zwischen einer direkten und indirekten Verbindung relativ gering war. War die erwartete Strafe jedoch im Vergleich zu den Effizienzgewinnen zwischen den direkten und indirekten Verbindungen zwischen den Kartellteilnehmern relativ hoch bzw. im mittleren Bereich, war ein Kartell in Form eines Sterns, in dem eines der Unternehmen als zentraler Akteur bzw. als Koordinator fungierte, unter bestimmten Bedingungen die effizienteste und gleichzeitig auch die einzige paarweise stabile Netzwerkstruktur.

Literatur

Asker, J. (2010), A study of the internal organization of a bidding cartel, The American Economic Review, Vol. 100, S. 724 – 762.

Baccara, M. und Bar-Isaac, H. (2008), How to Organzie Crime, The Review of Economic Studies, Vol. 75, S. 1039 – 1067.

Baker, W. und Faulkner, R. (1993), The Social Organization of Conspiracy: Illegal Networks in the Heavy Electrical Equipment Industry, American Sociological Review, Vol. 58, Issue 6, S. 837 – 860.

Becker, G. (1974), Crime and Punishment: An Economic Approach, The Journal of Political Economy, Vol. 76, No. 2, S. 169 – 217.

Belleflamme, P. und Bloch, F. (2004), MARKET SHARING AGREEMENTS AND COLLUSIVE NETWORKS, International Economic Review, Vo. 45, Issue 2, S. 387 – 411.

Calvó-Armengol, A. und Ilkilic, R. (2009), Pairwise–stability and Nash equilibria in network formation, International Journal of Game Theory, Vol. 38, Issue 1, S. 51 – 79.

Calvó-Armengol, A. und Jackson, M.O. (2004), The Effects of Social Networks on Employment and Inequality, The American Economic Review, Vol. 24, No. 3, S. 426 – 454.

Chwe, M. (1994), Farsighted coalitional stability, Journal of Economic Theory, Vol. 63, Issue 2, S. 299 – 325.

Connor, J.M. (2008), Global Price Fixing, Springer Verlag (2te Auflage).

Currarini, S. und Morelli, M. (2000), Network formation with sequential demands, Review of economic design, Vol. 5, Issue 3, S. 229 – 249.

Dutta, B. und Mutuswami, S. (1997), Stable Networks, Journal of Economic Theory, Vol. 76, Issue 2, S. 322 – 344.

Fiorentini, G. (1999), Organized Crime and illegal Markets, In: The Economics of Corruption and illegal Markets (1999), (Hrsg.) Fiorentini, G. und Zamagni, S., Edward Elgar Publishing Ltd. (Eine elektronische Version des Papiers findet sich unter:

http://www.ppge.ufrgs.br/GIACOMO/arquivos/direito-penal/fiorentini-2000.pdf).

Fiorentini, G. und Peltzman, S. (1997), THE ECONOMICS OF ORGANIZED CRIME, Cambridge University Press.

Garoupa, N. (2007), Optimal Law Enforcement and Criminal Organization, Journal of Economic Behavior & Organization, Vol 63, Issue 3, S. 461 – 474.

Harrington, J. (2005), OPTIMAL CARTEL PRICING IN THE PRESENCE OF AN ANTITRUST AUTHORITY, International Economic Review, Vol. 46, Issue 1, S. 145 – 169.

Harrington, J. (2006), How Do Cartels Operate, Foundations and Trends in Microeconomics, Vol. 2, Issue 2, S. 1 – 105.

Goyal, S. und Joshi, S. (2006), Unequal connections, International Journal of Game Theory, Vol. 34, S. 319 - 349.

Jackson, M.O. (2005), A Survey of Network Formation Modells: Stability and Efficiency, In: Group formation in economics: Networks, Clubs, and Coalitions, (Hrsg.) Demange, G. und Wooders, M., Cambridge University Press.

Jackson, M.O. (2008), SOCIAL AND ECONOMIC NETWORKS, Princeton University Press.

Jackson, M.O. und van den Nouweland, A. (2005), Strongly stable networks, Games and Economic Behavior, Vol. 51, S. 420 – 444.

Jackson, M.O. und Watts, A. (2002), The Evolution of Social and Economic Networks, Journal of Economic Theory, Vol. 106, Issue 2, S. 265 – 295.

Jackson, M.O. und Wolinsky, J. (1996), A Strategic Model of Social and Economic Networks, Journal of Economic Theory, Vol. 71, Issue 1, 44 – 74.

Marshall, R.C. und Marx, L.M. (2012), The Economics of Collusion: Cartels and Bidding Rings, Cambridge: The MIT Press.

Motta, M. und Polo, M. (1999), Leniency programs and cartel prosecution, EUI Working Papers – Working Paper No. 99/23.

Motta, M. und Polo, M. (2003), Leniency programs and cartel prosecution, International Journal of Industrial Organization, Vol. 21, 347 – 379.

Myerson, R. (1991), Game Theory: Analysis of Conflict, Cambridge University Press.

Page, F., Wooders, M.H. und Kamat, S. (2005), Networks and Farsighted Stability, Journal of Economic Theory, Vol. 120, Issue 2, S. 257 – 269.

Scott, J. (2012), Social Network Analysis, SAGE Publications Ltd.

Spagnolo, G. (2004), Divide et Impera: Optimal Deterrence Mechanisms Against Cartels and Organized Crime, CEPR Discussion Paper Series, Discussion Paper No. 4840.

FZID Discussion Papers

Competence Centers:

IK:	Innovation and Knowledge
ICT:	Information Systems and Communication Systems
CRFM:	Corporate Finance and Risk Management
HCM:	Health Care Management
CM:	Communication Management
MM:	Marketing Management
ECO:	Economics

Download FZID Discussion Papers from our homepage: https://fzid.uni-hohenheim.de/71978.html

Nr.	Autor	Titel	CC
01-2009	Julian P. Christ	NEW ECONOMIC GEOGRAPHY RELOADED: Localized Knowledge Spillovers and the Geography of Innovation	IK
02-2009	André P. Slowak	MARKET FIELD STRUCTURE & DYNAMICS IN INDUSTRIAL AUTOMATION	IK
03-2009	Pier Paolo Saviotti and Andreas Pyka	GENERALIZED BARRIERS TO ENTRY AND ECONOMIC DEVELOPMENT	IK
04-2009	Uwe Focht, Andreas Richter, and Jörg Schiller	INTERMEDIATION AND MATCHING IN INSURANCE MARKETS	HCM
05-2009	Julian P. Christ and André P. Slowak	WHY BLU-RAY VS. HD-DVD IS NOT VHS VS. BETAMAX: THE CO-EVOLUTION OF STANDARD-SETTING CONSORTIA	IK
06-2009	Gabriel Felbermayr, Mario Larch, and Wolfgang Lechthaler	UNEMPLOYMENT IN AN INTERDEPENDENT WORLD	ECO
07-2009	Steffen Otterbach	MISMATCHES BETWEEN ACTUAL AND PREFERRED WORK TIME: Empirical Evidence of Hours Constraints in 21 Countries	HCM
08-2009	Sven Wydra	PRODUCTION AND EMPLOYMENT IMPACTS OF NEW TECHNOLOGIES – ANALYSIS FOR BIOTECHNOLOGY	IK
09-2009	Ralf Richter and Jochen Streb	CATCHING-UP AND FALLING BEHIND KNOWLEDGE SPILLOVER FROM AMERICAN TO GERMAN MACHINE TOOL MAKERS	IK

Nr.	Autor	Titel	CC
10-2010	Rahel Aichele and Gabriel Felbermayr	KYOTO AND THE CARBON CONTENT OF TRADE	ECO
11-2010	David E. Bloom and Alfonso Sousa-Poza	ECONOMIC CONSEQUENCES OF LOW FERTILITY IN EUROPE	HCM
12-2010	Michael Ahlheim and Oliver Frör	DRINKING AND PROTECTING – A MARKET APPROACH TO THE PRESERVATION OF CORK OAK LANDSCAPES	ECO
13-2010	Michael Ahlheim, Oliver Frör, Antonia Heinke, Nguyen Minh Duc, and Pham Van Dinh	LABOUR AS A UTILITY MEASURE IN CONTINGENT VALUATION STUDIES – HOW GOOD IS IT REALLY?	ECO
14-2010	Julian P. Christ	THE GEOGRAPHY AND CO-LOCATION OF EUROPEAN TECHNOLOGY-SPECIFIC CO-INVENTORSHIP NETWORKS	IK
15-2010	Harald Degner	WINDOWS OF TECHNOLOGICAL OPPORTUNITY DO TECHNOLOGICAL BOOMS INFLUENCE THE RELATIONSHIP BETWEEN FIRM SIZE AND INNOVATIVENESS?	IK
16-2010	Tobias A. Jopp	THE WELFARE STATE EVOLVES: GERMAN KNAPPSCHAFTEN, 1854-1923	HCM
17-2010	Stefan Kirn (Ed.)	PROCESS OF CHANGE IN ORGANISATIONS THROUGH eHEALTH	ICT
18-2010	Jörg Schiller	ÖKONOMISCHE ASPEKTE DER ENTLOHNUNG UND REGULIERUNG UNABHÄNGIGER VERSICHERUNGSVERMITTLER	HCM
19-2010	Frauke Lammers and Jörg Schiller	CONTRACT DESIGN AND INSURANCE FRAUD: AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION	HCM
20-2010	Martyna Marczak and Thomas Beissinger	REAL WAGES AND THE BUSINESS CYCLE IN GERMANY	ECO
21-2010	Harald Degner and Jochen Streb	FOREIGN PATENTING IN GERMANY, 1877-1932	IK
22-2010	Heiko Stüber and Thomas Beissinger	DOES DOWNWARD NOMINAL WAGE RIGIDITY DAMPEN WAGE INCREASES?	ECO
23-2010	Mark Spoerer and Jochen Streb	GUNS AND BUTTER – BUT NO MARGARINE: THE IMPACT OF NAZI ECONOMIC POLICIES ON GERMAN FOOD CONSUMPTION, 1933-38	ECO

Nr.	Autor	Titel	CC
24-2011	Dhammika Dharmapala and Nadine Riedel	EARNINGS SHOCKS AND TAX-MOTIVATED INCOME-SHIFTING: EVIDENCE FROM EUROPEAN MULTINATIONALS	ECO
25-2011	Michael Schuele and Stefan Kirn	QUALITATIVES, RÄUMLICHES SCHLIEßEN ZUR KOLLISIONSERKENNUNG UND KOLLISIONSVERMEIDUNG AUTONOMER BDI-AGENTEN	ICT
26-2011	Marcus Müller, Guillaume Stern, Ansger Jacob and Stefan Kirn	VERHALTENSMODELLE FÜR SOFTWAREAGENTEN IM PUBLIC GOODS GAME	ICT
27-2011	Monnet Benoit Patrick Gbakoua and Alfonso Sousa-Poza	ENGEL CURVES, SPATIAL VARIATION IN PRICES AND DEMAND FOR COMMODITIES IN CÔTE D'IVOIRE	ECO
28-2011	Nadine Riedel and Hannah Schildberg-Hörisch	ASYMMETRIC OBLIGATIONS	ECO
29-2011	Nicole Waidlein	CAUSES OF PERSISTENT PRODUCTIVITY DIFFERENCES IN THE WEST GERMAN STATES IN THE PERIOD FROM 1950 TO 1990	IK
30-2011	Dominik Hartmann and Atilio Arata	MEASURING SOCIAL CAPITAL AND INNOVATION IN POOR AGRICULTURAL COMMUNITIES. THE CASE OF CHÁPARRA - PERU	IK
31-2011	Peter Spahn	DIE WÄHRUNGSKRISENUNION DIE EURO-VERSCHULDUNG DER NATIONALSTAATEN ALS SCHWACHSTELLE DER EWU	ECO
32-2011	Fabian Wahl	DIE ENTWICKLUNG DES LEBENSSTANDARDS IM DRITTEN REICH – EINE GLÜCKSÖKONOMISCHE PERSPEKTIVE	ECO
33-2011	Giorgio Triulzi, Ramon Scholz and Andreas Pyka	R&D AND KNOWLEDGE DYNAMICS IN UNIVERSITY-INDUSTRY RELATIONSHIPS IN BIOTECH AND PHARMACEUTICALS: AN AGENT-BASED MODEL	IK
34-2011	Claus D. Müller-Hengstenberg and Stefan Kirn	ANWENDUNG DES ÖFFENTLICHEN VERGABERECHTS AUF MODERNE IT SOFTWAREENTWICKLUNGSVERFAHREN	ICT
35-2011	Andreas Pyka	AVOIDING EVOLUTIONARY INEFFICIENCIES IN INNOVATION NETWORKS	IK
36-2011	David Bell, Steffen Otterbach and Alfonso Sousa-Poza	WORK HOURS CONSTRAINTS AND HEALTH	HCM
37-2011	Lukas Scheffknecht and Felix Geiger	A BEHAVIORAL MACROECONOMIC MODEL WITH ENDOGENOUS BOOM-BUST CYCLES AND LEVERAGE DYNAMICS	ECO
38-2011	Yin Krogmann and Ulrich Schwalbe	INTER-FIRM R&D NETWORKS IN THE GLOBAL PHARMACEUTICAL BIOTECHNOLOGY INDUSTRY DURING 1985–1998: A CONCEPTUAL AND EMPIRICAL ANALYSIS	IK

Nr.	Autor	Titel	CC
39-2011	Michael Ahlheim, Tobias Börger and Oliver Frör	RESPONDENT INCENTIVES IN CONTINGENT VALUATION: THE ROLE OF RECIPROCITY	ECO
40-2011	Tobias Börger	A DIRECT TEST OF SOCIALLY DESIRABLE RESPONDING IN CONTINGENT VALUATION INTERVIEWS	ECO
41-2011	Ralf Rukwid and Julian P. Christ	QUANTITATIVE CLUSTERIDENTIFIKATION AUF EBENE DER DEUTSCHEN STADT- UND LANDKREISE (1999-2008)	IK

Nr.	Autor	Titel	CC
42-2012	Benjamin Schön and Andreas Pyka	A TAXONOMY OF INNOVATION NETWORKS	IK
43-2012	Dirk Foremny and Nadine Riedel	BUSINESS TAXES AND THE ELECTORAL CYCLE	ECO
44-2012	Gisela Di Meglio, Andreas Pyka and Luis Rubalcaba	VARIETIES OF SERVICE ECONOMIES IN EUROPE	IK
45-2012	Ralf Rukwid and Julian P. Christ	INNOVATIONSPOTENTIALE IN BADEN-WÜRTTEMBERG: PRODUKTIONSCLUSTER IM BEREICH „METALL, ELEKTRO, IKT" UND REGIONALE VERFÜGBARKEIT AKADEMISCHER FACHKRÄFTE IN DEN MINT-FÄCHERN	IK
46-2012	Julian P. Christ and Ralf Rukwid	INNOVATIONSPOTENTIALE IN BADEN-WÜRTTEMBERG: BRANCHENSPEZIFISCHE FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSAKTIVITÄT, REGIONALES PATENTAUFKOMMEN UND BESCHÄFTIGUNGSSTRUKTUR	IK
47-2012	Oliver Sauter	ASSESSING UNCERTAINTY IN EUROPE AND THE US - IS THERE A COMMON FACTOR?	ECO
48-2012	Dominik Hartmann	SEN MEETS SCHUMPETER. INTRODUCING STRUCTURAL AND DYNAMIC ELEMENTS INTO THE HUMAN CAPABILITY APPROACH	IK
49-2012	Harold Paredes-Frigolett and Andreas Pyka	DISTAL EMBEDDING AS A TECHNOLOGY INNOVATION NETWORK FORMATION STRATEGY	IK
50-2012	Martyna Marczak and Víctor Gómez	CYCLICALITY OF REAL WAGES IN THE USA AND GERMANY: NEW INSIGHTS FROM WAVELET ANALYSIS	ECO
51-2012	André P. Slowak	DIE DURCHSETZUNG VON SCHNITTSTELLEN IN DER STANDARDSETZUNG: FALLBEISPIEL LADESYSTEM ELEKTROMOBILITÄT	IK
52-2012	Fabian Wahl	WHY IT MATTERS WHAT PEOPLE THINK - BELIEFS, LEGAL ORIGINS AND THE DEEP ROOTS OF TRUST	ECO
53-2012	Dominik Hartmann und Micha Kaiser	STATISTISCHER ÜBERBLICK DER TÜRKISCHEN MIGRATION IN BADEN-WÜRTTEMBERG UND DEUTSCHLAND	IK
54-2012	Dominik Hartmann, Andreas Pyka, Seda Aydin, Lena Klauß, Fabian Stahl, Ali Santircioglu, Silvia Oberegelsbacher, Sheida Rashidi, Gaye Onan und Suna Erginkoç	IDENTIFIZIERUNG UND ANALYSE DEUTSCH-TÜRKISCHER INNOVATIONSNETZWERKE. ERSTE ERGEBNISSE DES TGIN-PROJEKTES	IK
55-2012	Michael Ahlheim, Tobias Börger and Oliver Frör	THE ECOLOGICAL PRICE OF GETTING RICH IN A GREEN DESERT: A CONTINGENT VALUATION STUDY IN RURAL SOUTHWEST CHINA	ECO

Nr.	Autor	Titel	CC
56-2012	Matthias Strifler Thomas Beissinger	FAIRNESS CONSIDERATIONS IN LABOR UNION WAGE SETTING – A THEORETICAL ANALYSIS	ECO
57-2012	Peter Spahn	INTEGRATION DURCH WÄHRUNGSUNION? DER FALL DER EURO-ZONE	ECO
58-2012	Sibylle H. Lehmann	TAKING FIRMS TO THE STOCK MARKET: IPOS AND THE IMPORTANCE OF LARGE BANKS IN IMPERIAL GERMANY 1896-1913	ECO
59-2012	Sibylle H. Lehmann, Philipp Hauber, Alexander Opitz	POLITICAL RIGHTS, TAXATION, AND FIRM VALUATION – EVIDENCE FROM SAXONY AROUND 1900	ECO
60-2012	Martyna Marczak and Víctor Gómez	SPECTRAN, A SET OF MATLAB PROGRAMS FOR SPECTRAL ANALYSIS	ECO
61-2012	Theresa Lohse and Nadine Riedel	THE IMPACT OF TRANSFER PRICING REGULATIONS ON PROFIT SHIFTING WITHIN EUROPEAN MULTINATIONALS	ECO

Nr.	Autor	Titel	CC
62-2013	Heiko Stüber	REAL WAGE CYCLICALITY OF NEWLY HIRED WORKERS	ECO
63-2013	David E. Bloom and Alfonso Sousa-Poza	AGEING AND PRODUCTIVITY	HCM
64-2013	Martyna Marczak and Víctor Gómez	MONTHLY US BUSINESS CYCLE INDICATORS: A NEW MULTIVARIATE APPROACH BASED ON A BAND-PASS FILTER	ECO
65-2013	Dominik Hartmann and Andreas Pyka	INNOVATION, ECONOMIC DIVERSIFICATION AND HUMAN DEVELOPMENT	IK
66-2013	Christof Ernst, Katharina Richter and Nadine Riedel	CORPORATE TAXATION AND THE QUALITY OF RESEARCH AND DEVELOPMENT	ECO
67-2013	Michael Ahlheim, Oliver Frör, Jiang Tong, Luo Jing and Sonna Pelz	NONUSE VALUES OF CLIMATE POLICY - AN EMPIRICAL STUDY IN XINJIANG AND BEIJING	ECO
68-2013	Michael Ahlheim and Friedrich Schneider	CONSIDERING HOUSEHOLD SIZE IN CONTINGENT VALUATION STUDIES	ECO
69-2013	Fabio Bertoni and Tereza Tykvová	WHICH FORM OF VENTURE CAPITAL IS MOST SUPPORTIVE OF INNOVATION? EVIDENCE FROM EUROPEAN BIOTECHNOLOGY COMPANIES	CFRM
70-2013	Tobias Buchmann and Andreas Pyka	THE EVOLUTION OF INNOVATION NETWORKS: THE CASE OF A GERMAN AUTOMOTIVE NETWORK	IK
71-2013	B. Vermeulen, A. Pyka, J. A. La Poutré, A. G. de Kok	CAPABILITY-BASED GOVERNANCE PATTERNS OVER THE PRODUCT LIFE-CYCLE	IK
72-2013	Beatriz Fabiola López Ulloa, Valerie Møller, Alfonso Sousa-Poza	HOW DOES SUBJECTIVE WELL-BEING EVOLVE WITH AGE? A LITERATURE REVIEW	HCM
73-2013	Wencke Gwozdz, Alfonso Sousa-Poza, Lucia A. Reisch, Wolfgang Ahrens, Stefaan De Henauw, Gabriele Eiben, Juan M. Fernández-Alvira, Charalampos Hadjigeorgiou, Eva Kovács, Fabio Lauria, Toomas Veidebaum, Garrath Williams, Karin Bammann	MATERNAL EMPLOYMENT AND CHILDHOOD OBESITY – A EUROPEAN PERSPECTIVE	HCM
74-2013	Andreas Haas, Annette Hofmann	RISIKEN AUS CLOUD-COMPUTING-SERVICES: FRAGEN DES RISIKOMANAGEMENTS UND ASPEKTE DER VERSICHERBARKEIT	HCM

75-2013	Yin Krogmann, Nadine Riedel and Ulrich Schwalbe	INTER-FIRM R&D NETWORKS IN PHARMACEUTICAL BIOTECHNOLOGY: WHAT DETERMINES FIRM'S CENTRALITY-BASED PARTNERING CAPABILITY?	ECO, IK
76-2013	Peter Spahn	MACROECONOMIC STABILISATION AND BANK LENDING: A SIMPLE WORKHORSE MODEL	ECO
77-2013	Sheida Rashidi, Andreas Pyka	MIGRATION AND INNOVATION – A SURVEY	IK
78-2013	Benjamin Schön, Andreas Pyka	THE SUCCESS FACTORS OF TECHNOLOGY-SOURCING THROUGH MERGERS & ACQUISITIONS – AN INTUITIVE META-ANALYSIS	IK
79-2013	Irene Prostolupow, Andreas Pyka and Barbara Heller-Schuh	TURKISH-GERMAN INNOVATION NETWORKS IN THE EUROPEAN RESEARCH LANDSCAPE	IK
80-2013	Eva Schlenker, Kai D. Schmid	CAPITAL INCOME SHARES AND INCOME INEQUALITY IN THE EUROPEAN UNION	ECO
81-2013	Michael Ahlheim, Tobias Börger and Oliver Frör	THE INFLUENCE OF ETHNICITY AND CULTURE ON THE VALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPROVEMENTS – RESULTS FROM A CVM STUDY IN SOUTHWEST CHINA –	ECO
82-2013	Fabian Wahl	DOES MEDIEVAL TRADE STILL MATTER? HISTORICAL TRADE CENTERS, AGGLOMERATION AND CONTEMPORARY ECONOMIC DEVELOPMENT	ECO
83-2013	Peter Spahn	SUBPRIME AND EURO CRISIS: SHOULD WE BLAME THE ECONOMISTS?	ECO
84-2013	Daniel Guffarth, Michael J. Barber	THE EUROPEAN AEROSPACE R&D COLLABORATION NETWORK	IK
85-2013	Athanasios Saitis	KARTELLBEKÄMPFUNG UND INTERNE KARTELLSTRUKTUREN: EIN NETZWERKTHEORETISCHER ANSATZ	IK