FernUniversität in Hagen

Lösungskonzepte zur Allokation von Kooperationsvorteilen in der kooperativen Transportdisposition

Reinhard Strangmeier und Matthias Fiedler

Diskussionsbeitrag Nr. 464

Februar 2011

Diskussionsbeiträge der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft der FernUniversität in Hagen

Herausgegeben vom Dekan der Fakultät

Förderinitiative „Intelligente Logistik im Güter- und Wirtschaftsverkehr“
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 19G7022A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Lösungskonzepte zur Allokation von Kooperationsvorteilen in der kooperativen Transportdisposition

Reinhard Strangmeier und Matthias Fiedler

Abstract

Dieser Beitrag untersucht die Möglichkeiten, die durch eine kooperative Transportdisposition erzielten Kostenersparnisse fair, anreizkompatibel und stabilitätserhaltend auf die Kooperationspartner zu verteilen. Zunächst werden klassische und neuere Ansätze der Kostenrechnung auf ihre Eignung geprüft und die Gründe für ihre Nichteignung systematisierend erläutert. Anschließend werden Ansätze aus der kooperativen Spieltheorie untersucht und vorgestellt. Im Ergebnis werden drei geeignete Lösungskandidaten identifiziert: Shapley-Wert, τ-Wert und Alternate-Cost-Avoided-Methode (ACA-Methode). Letztere entspricht dem marginalen Beitrag zur großen Koalition (N). Die Lösungskandidaten werden kriteriengestützt qualitativ und anhand von Testinstanzen auch quantitativ bewertet. Die Evaluierungsergebnisse rechtfertigen es nicht, einen der Favoriten endgültig auszuschließen. Deshalb sind die genannten Verfahren für den Anwendungsfall der kooperativen Transportdisposition komplementärer Lieferanten (iCoTrans) so implementiert worden, dass die Kooperationspartner wählen können und diese Wahl auch im Produktivbetrieb noch bei Bedarf konsensual ändern können. Konzeptionell kann das (erweiterte) Marginalprinzip als ein verbindendes Element zwischen Allokationsansätzen aus der klassischen Kostenrechnung und aus der kooperativen Spieltheorie aufgefasst werden. Es zeigt sich weiter, dass spieltheoretische Lösungskonzepte zur Bestimmung einer fairen Verteilung von Kooperationsvorteilen durchaus mit Erfolg angewandt werden können.

Keywords: Kostenallokation, kooperative Transportdisposition, Marginalprinzip, Spieltheorie, Shapley-Wert, τ-Wert, Alternate-Cost-Avoided-Methode (ACA-Methode)

University of Hagen, Faculty of Business Administration and Economics
Department of Information Systems, Prof. Dr. H. Gehring
Profilstr. 8, 58084 Hagen, Germany
E-Mail: reinhard.strangmeier@fernuni-hagen.de
matthias.fiedler@web.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Symbolverzeichnis

c	Kostenfunktion
c(K)	von einer Koalition K verursachte Kosten
C(N,υ)	Kern eines Koalitionsspiels
i, j	beliebige Spieler der Spielermenge N
I(N,υ)	Imputationsmenge eines Koalitionsspiels
g(N)	nicht-separable Kosten („Gemeinkosten“)
N	Spielermenge bzw. große Koalition
K	Koalition
|K| bzw. k	Anzahl der Spieler einer Koalition K
m	unterer Extremwert (zur Ermittlung der Lösung nach der Methode der marginalen Beiträge zu N)
M	marginaler Beitrag zur großen Koalition/oberer Extremwert (zur Ermittlung der Lösung nach der Methode der marginalen Beiträge zu N)
m^{τ}	Auszahlungsuntergrenze (zur Bestimmung des τ-Werts)
M^{τ}	Auszahlungsobergrenze/Utopie-Vektor (zur Bestimmung des τ-Werts)
N	Spielermenge bzw. große Koalition
|N| oder n	Anzahl aller Spieler bzw. Anzahl der Spieler der großen Koalition N
r_i	vermiedene Kosten des Spielers i (zur Ermittlung der Lösung nach ACA-Methode)
R_{υ}	Restbetrag/Drohpotenzial (zur Bestimmung des τ-Werts)
RF	Menge aller Reihenfolgen für das Zustandekommen der großen Koalition N
S	Außenseiterkoalition mit $\|S\|<\|N\| \wedge \|S\|>1$
|S|	Anzahl der Spieler in einer Außenseiterkoalition
s_i	separable Kosten des Spielers i („Einzelkosten“)
$\{S_1,\ldots,S_k\}$	(balanciertes) Mengensystem (Bondareva-Shapley-Theorem)
w_i	Gewicht des Spielers i
x	Auszahlungs- bzw. Zuteilungsvektor (alle Spieler)
x_i	Auszahlungs- bzw. Zuteilungswert (Spieler i)
α_{υ}	Faktor (zur Bestimmung des τ-Wertes)
Γ(N,υ)	Koalitionsspiel bzw. kooperatives Spiel
λ	Teilzeitfaktoren (Bondareva-Shapley-Theorem)
ρ	Reihenfolge aus RF
υ oder ω	Koalitionsfunktion (auch Kostenersparnisfunktion)
υ(K)	von einer Koalition K verursachter Wert (Kostenersparnis)
ψ	punktwertiges Lösungskonzept
ψ^{ACA}	Lösung nach der ACA-Methode
ψ^{MB}	Lösung nach der Methode der marginalen Beiträge zu N
ψ^{SC}	Lösungskonzept auf der Basis separabler Kosten

ψ^{SH}	Shapley-Lösung
ψ^{τ}	τ-Wert
$\emptyset$	Leere Koalition
E, F, K,W	Bezeichnungen der vier Praxispartner im Projekt iCoTrans

1 Einleitung

1.1 Das Problem der Zurechnung des Kooperationserfolges in zwischenbetrieblichen Kooperationen

Unternehmen gehen zwischenbetriebliche Kooperationen ein, um ihre Wettbewerbsposition zu verbessern. Die angestrebten Vorteile resultieren aus Kosteneinsparungen und aus Verbesserungen des Leistungserstellungsprozesses in qualitativer und zeitlicher Hinsicht bis hin zur Schaffung von neuen Produkten und Zusatznutzen für die Kunden. Im Gütertransport, der traditionell und anhaltend unter starkem Wettbewerbsdruck steht, sind die Möglichkeiten der durch zwischenbetriebliche Kooperation erzielbaren Kostenreduktion besonders offenkundig, etwa durch Reduktion von Leerfahrten und anderen Verbesserungen der Kapazitätsauslastung. Aber auch aus Kundensicht ergeben sich Vorteile durch die mögliche Zusammenlegung von Anlieferungsvorgängen (Stichwort „virtueller Vollsortimenter“). Weiteren Auftrieb erhalten zwischenbetriebliche Kooperationen durch ihre Vorteile in volkswirtschaftlicher und ökologischer Perspektive.

Entstehung und Stabilität zwischenbetrieblicher Kooperationen hängen entscheidend davon ab, ob alle beteiligten Unternehmen von einer Zusammenarbeit profitieren. Dies setzt *erstens* voraus, dass durch eine Zusammenarbeit überhaupt Synergieeffekte entstehen. In diesem Zusammenhang spielen Entscheidungsunterstützungssysteme eine wichtige Rolle. In vielen Fällen sind sie für die Lösung der Koordinationsprobleme einer unternehmensübergreifenden Transportplanung und -steuerung unerlässlich (Enabler-Funktion). *Zweitens* bedarf es geeigneter Gestaltungen der Organisation und der institutionellen Ordnung (Kooperationsverträge, Ablauforganisation). *Drittens* müssen die kooperationsbedingten Vorteile so auf die Kooperationspartner verteilt werden, dass die Lösung von allen Beteiligten als „fair” akzeptiert wird. Werden in diesem Sinn ungeeignete Lösungsverfahren zur Allokation von Kooperationsvorteilen angewandt oder grundsätzlich geeignete Verfahren unzureichend umgesetzt, so können Unternehmenskooperationen trotz eines erheblichen Synergiepotentials scheitern.

Das Problem der Verteilung des Kooperationsvorteils, das oft etwas verengend auch als Kostenallokationsproblem bezeichnet wird, ist deswegen so schwer einer befriedigenden Lösung zuzuführen, weil der eigentlich naheliegende und zu fordernde Lösungsansatz, nämlich eine *verursachungsadäquate* Zurechnung des Kooperationserfolgs, aus prinzipiellen, noch zu zeigenden Gründen nicht zum Ziel führen *kann*. Gleichwohl wird nach Ersatzlösungen gesucht. In der Literatur zur internen Unternehmensrechnung ist das Thema seit SCHMALENBACH (1903; 1909) virulent. Darüber hinaus hat die kooperative Spieltheorie eine Vielzahl von Lösungsansätzen hervorgebracht, die allerdings z. T. auf sehr spezielle Allokationsprobleme zugeschnitten und nicht ohne weiteres auf andere übertragbar sind.

Die vorliegende Untersuchung ist auf die Lösung des Allokationsproblems in der kooperativen Transportdisposition einer Allianz komplementärer Lieferanten ausgerichtet. Bevor die in der Literatur behandelten Lösungsansätze diskutiert und ihre Anwendbarkeit auf den genannten Praxisbereich geprüft wird, wird im Folgenden das Forschungsprojekt „Intelligente kooperative Transportplanung in einer Allianz komplementärer Lieferanten" (iCoTrans), in dem diese Untersuchung angesiedelt ist, kurz umrissen.

1.2 Kooperative Transportplanung und Kostenallokation in einer Allianz komplementärer Lieferanten (iCoTrans)

Realwirtschaftliche Grundlage des zu lösenden Kostenallokationsproblems ist eine Distributionskooperation zwischen vier kleinen und mittleren Unternehmen der Lebensmittel- und Getränkebranche (vgl. NAGEL, A.; PANKRATZ, G.; GEHRING 2009). Die Unternehmen haben sich jeweils in einem der Bereiche Fleisch, Fisch, Obst und Fruchtsäfte spezialisiert. Das daraus resultierende komplementäre Produktangebot bietet, verbunden mit dem sich daraus ergebenden geringen Konfliktpotential, eine gute Grundlage für eine stabile und erfolgreiche Kooperation. Signifikante Überschneidungen im Kundenkreis offenbaren zusätzliches Optimierungspotenzial. Ihren Frei-Haus-Lieferservice sehen alle vier Unternehmen als integralen Bestandteil ihrer Dienstleistung an. Zwei der Unternehmen besitzen einen eigenen Fuhrpark zur Auslieferung von Aufträgen, wodurch sie flexibler auf Auftragseingänge reagieren können.

Steigende Kundenanforderungen an eine zeitnahe Belieferung auch kleiner Mengen (<20kg) stellen ebenso einen aktuellen Trend dar wie die wachsende Konkurrenz durch Vollsortimenter, deren Vorteil vor allem in der Belieferung „aus einer Hand" besteht. Täglich stark schwankende Bestellmengen erschweren dem einzelnen Lieferanten zudem eine passgenaue Dimensionierung seiner Distributionslogistik. Eigene Fahrzeuge können zeitweise nur schlecht ausgelastet werden, während zu Zeiten mit Bedarfsspitzen auf zusätzliche externe Dienstleister zurückgegriffen werden muss. Letzteres soll auf das notwendige Maß beschränkt werden, da eine speditionelle Frei-Haus-Belieferung zum Wunschtermin bei relativ kleinen Sendungsgrößen hohe Kosten verursacht und darüber hinaus die Kundennähe, die als wesentlich für die Wettbewerbsposition der Kooperationspartner angesehen wird, in Gefahr bringt. Wegen des Verlustes der Kundennähe sowie wegen der geringeren Flexibilität der Unternehmen bei sehr kurzfristig auftretendem Bedarf wird ein komplettes Outsourcing der Distribution nicht in Betracht gezogen.

Das Ziel einer Distributionskooperation der vorgestellten Lieferanten besteht in der Etablierung eines „virtuellen Vollsortimenters“. So können die Unternehmen in ihrem jeweiligen Segment spezialisiert bleiben und gleichzeitig ihren Kunden eine Belieferung „aus einer Hand“ bieten, wodurch auch eine Verstärkung der Kundenbindung erreicht werden soll. Weiterhin erwarten die Unternehmen aufgrund der Synergieeffekte einer gemeinsam organisierten Auslieferung eine Verbesserung der Transportmittelauslastung und eine Senkung der individuellen Logistikkosten. Aus verkehrlicher Sicht wird ein gegebenes Transportaufkommen mit einer geringeren Fahrleistung [Fahrzeugkilometer] und der damit verbundenen geringeren Umweltbelastung erzielt. Gesamtwirtschaftlich handelt es sich um eine Effizienzsteigerung.

Im Rahmen des vom BMWI geförderten Forschungsprojektes iCoTrans (Intelligente kooperative Transportplanung in einer Allianz komplementärer Lieferanten) wird ein Verfahren entwickelt, das die koordinierte tägliche Disposition der Aufträge und Transportmittel in der beschriebenen Distributionskooperation unterstützt und gleichzeitig schnell und effizient auch auf kurzfristige Ereignisse reagieren kann. Die anfallenden Transportkosten der Kooperation sollen transparent und fair auf die beteiligten Partner umgelegt werden, so dass der Synergiegewinn (Kooperationserfolg) in nachvollziehbarer Weise auf die Kooperationspartner verteilt wird.

Die Lösung umfasst drei Schritte:

1. Organisatorische Vorkehrungen (v. a. Postponement)
2. Lösung des Dispositionsproblems
3. Lösung des Kostenallokationsproblems

Der vorliegende Beitrag fokussiert den dritten Schritt, die Lösung des Allokationsproblems. Zuvor werden die beiden vorgelagerten Schritte kurz umrissen, um ihre Dimensionen und Strukturen zu verdeutlichen.

Im ersten Schritt werden organisatorische Modifikationen vorgenommen. Sie zielen insbesondere darauf ab, dass Entscheidungen in einem Geschäftsprozess zum spätest-möglichen Zeitpunkt getroffen werden, damit im nächsten Schritt (hier: Disposition) noch möglichst viele Entscheidungsspielräume zur Hebung von Synergien genutzt werden können. Diese Taktik wird Postponement genannt (PIONTEK 2003; FRIEDMAN 2007). Beispielsweise wurden bisher bei einem Kooperationspartner bereits bei der Kommissionierung Vorfestlegungen hinsichtlich Fremdvergabe oder Selbsteintritt beim Transport getroffen, die die Dispositionsmöglichkeiten unnötig einschränkten und die durch organisatorische Veränderungen behoben werden konnten.

Im zweiten Schritt geht es um die Disposition. Eines, zeitweilig auch zwei der beteiligten Unternehmen setzen einen eigenen Fuhrpark zur Auslieferung von Aufträgen ein. Um auch Kunden an vom Unternehmensstandort weiter entfernten Orten aus eigener Hand beliefern zu können, wurden regionale Verteilzentren eingerichtet, an denen sich ebenfalls eigene Fahrzeuge befinden. Um die Waren dorthin zu bringen, werden Speditionen mit Sammellieferungen beauftragt. Aufträge, die nicht mit eigenen Fahrzeugen ausgeliefert werden können, werden an Kurierdienste fremd vergeben. Die Distributionsstruktur der Kooperation wird in Abb. 1 schematisch am Beispiel eines Lieferanten mit eigenem Fuhrpark und einem Lieferanten ohne eigene Lieferfahrzeuge verdeutlicht. Die Möglichkeiten der Kundenbelieferung stellen sich anhand dieser Struktur wie folgt dar (vgl. Fälle a bis e in Abb. 1).

a) Direkte Lieferung von Lieferant 1 an den Kunden mit eigenem Fahrzeug vom eigenen Unternehmensstandort aus.

b) Lieferung von Lieferant 1 an den Kunden mit externem Logistikdienstleister vom eigenen Unternehmensstandort aus.

c) Indirekte Lieferung des Lieferanten 1 mit einem externen Logistikdienstleister an ein Abhollager in der Zielregion, anschließend Auslieferung von dort mit eigenem Fahrzeug an den Kunden.

d) und e) Indirekte Lieferung des Lieferanten 2 mit einem externen Logistikdienstleister an ein Abhollager oder an den Standort des kooperierenden Unternehmens Lieferant 1 in der Zielregion, anschließend Auslieferung von dort mit einem Fahrzeug von Lieferant 1.

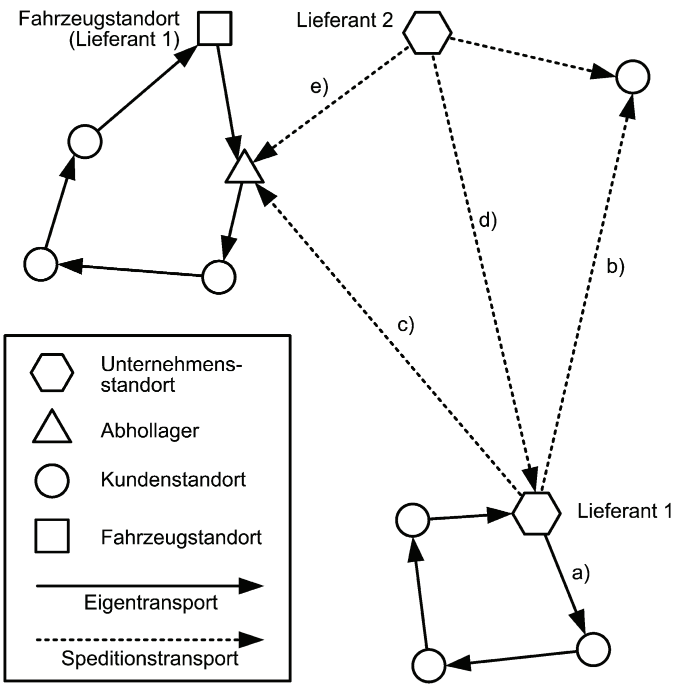

Abb. 1: Schematische Darstellung der Distributionsstruktur am Beispiel zweier Lieferanten

Im Falle von iCoTrans ist die Anzahl der Aufträge aller vier Lieferanten zu groß, um das Dispositionsproblem mit dem Ziel der Minimierung der Distributionskosten in vertretbarer Zeit optimal zu lösen. Daher werden zur Bearbeitung Metaheuristiken eingesetzt (vgl. PANKRATZ 2002; PANKRATZ/STEINLEIN 2008; NAGEL/PANKRATZ/GEHRING 2009; SPRENGER/MÖNCH 2008; SPRENGER/MÖNCH 2009). Geeignete Näherungsverfahren wurden im Rahmen des Projektes iCoTrans entwickelt und erreichen ein Einsparpotential für die Transportkosten im Falle einer Kooperation in Höhe von 16–20 Prozent.

1.3 Untersuchungsgang

Das Zustandekommen und die Stabilität von zwischenbetrieblichen Kooperationen hängt maßgeblich davon ab, ob alle beteiligten Unternehmen von einer Zusammenarbeit profitieren. Dies setzt einerseits voraus, dass durch eine Zusammenarbeit überhaupt Synergieeffekte entstehen. Andererseits müssen diese gemeinschaftlich hervorgebrachten Vorteile so auf die Kooperationspartner verteilt werden, dass selbige dies als „faire" Lösung ansehen. TRÖNDLE (1987, S. 20) sieht in diesem potenziellen Verteilungskonflikt einen der Hauptgründe für das Scheitern von Unternehmenskooperationen. In der betriebswirtschaftlichen Forschung finden sich allerdings häufig nur grobe Hinweise und Andeutungen zur Lösung dieses Problems. Konkrete Lösungsvorschläge oder gar „Standardrezepte" sind nicht bekannt (FROMEN 2004, S. 4). In der Praxis finden vielmehr einfache, theoretisch wenig fundierte Verteilungsverfahren Anwendung, die von den Kooperationspartnern oft nicht als faire und zufriedenstellende Lösungen akzeptiert werden (SCHOTANUS 2007, S. 211).

Als vielversprechendes Instrument zur Lösung solcher Allokationsprobleme gilt die kooperative Spieltheorie, da Situationen, in denen mehrere Entscheider ein gemeinsames Ergebnis herbeiführen, als kooperative Spiele modelliert werden können (WISSLER 1997, S. 27). In diesem Beitrag soll die Eignung von Lösungskonzepten der kooperativen Spieltheorie für die Verteilung von Kooperationsvorteilen am konkreten Praxisfall einer kooperativen Transportdisposition untersucht werden.

Zu diesem Zweck wird zunächst eine grundlegende Einordnung des Kooperationsbegriffs vorgenommen (Kap. 2). Anschließend wird untersucht, ob das gegebene Kostenallokationsproblem mit Verfahren der „klassischen" Kostenrechnung gelöst werden kann. Das ist nicht der Fall, bedarf jedoch einer Begründung. Diese wird in allgemeiner Form präsentiert und anhand ausgewählter neuerer Ausprägungen der klassischen Kostenrechnung (z.B. der Prozesskostenrechnung) verdeutlicht (Kap. 3). Sodann erfolgt eine Einführung in die konzeptionellen Grundlagen der kooperativen Spieltheorie (Kap. 4) im Hinblick auf den zu untersuchenden Verteilungskonflikt. In Kap. 5 folgt die Darstellung ausgewählter Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie, die vor dem Hintergrund des realen Praxisfalls als zielführend erachtet werden. Eine Beschreibung des zu analysierenden Praxisfalls einer kooperativen Transportdisposition sowie deren Modellierung als kooperatives Spiel erfolgt in Kap. 6 . Zur Prüfung der Eignung der vorgestellten Lösungskonzepte werden in Kap. 7.1 zunächst Eignungskriterien festgelegt, anhand derer die Bewertung der Konzepte für den konkreten Praxisfall in Kap. 7.2 durchgeführt wird. Abschließend werden in Kap. 8 wichtige Ergebnisse zusammengefasst sowie ein Ausblick gegeben.

2 Kooperation und Kooperationserfolg

Zwischenbetriebliche Kooperationen werden in Betriebswirtschaftslehre und Sozialwissenschaften etwa seit den 1980er Jahren intensiv diskutiert (vgl. z. B. TRÖNDLE 1987). Die verbesserten Möglichkeiten der Unterstützung zwischenbetrieblicher Kooperationen durch informations- und kommunikationstechnische Systeme (IuK), etwa durch elektronischen Datenaustausch (EDI) und namentlich in den 1990er Jahren durch die Verbreitung des Internet mit seinen nahezu universellen Zugangsmöglichkeiten haben der Realisierung zwischenbetrieblicher Kooperationen und ihrer wissenschaftlichen Reflexion – in der Wirtschaftsinformatik zunächst insbesondere unter dem Stichwort Interorganisationssysteme (IOS) – zusätzlichen Schub gegeben (vgl. ALT und CATHOMEN 1995; ALT 1997). Im Folgenden steht die begriffliche Einordnung der zwischenbetrieblichen Kooperation sowie deren Ziele bzw. Motive im Vordergrund. Die positiven und negativen Effekte, die hierbei entstehen, führen zu dem Begriff des Kooperationserfolgs und dessen Verteilung.

2.1 Definition und Arten der Kooperation

Der Begriff Kooperation dient als Umschreibung eines Kontinuums von wirtschaftlichen Koordinationsformen, die zwischen den idealtypischen Extrempunkten einer rein hierarchischen und einer rein marktlichen Koordination liegen (Abb. 2). So können Unternehmen entscheiden, Leistungen sowohl intern selbst zu erstellen als auch am Markt fremderstellt einzukaufen. Als dritte Lösung bietet sich eine Leistungserstellung gemeinsam mit anderen Unternehmen an (KILLICH 2005, S. 13). Das Spektrum an hybriden Koordinationsformen ist dabei breit gefächert und bspw. in Form von Interessengemeinschaften, Konsortien, virtuellen Unternehmen, strategischen Allianzen oder Joint Ventures institutionalisiert (KILLICH 2005, S. 14-17).

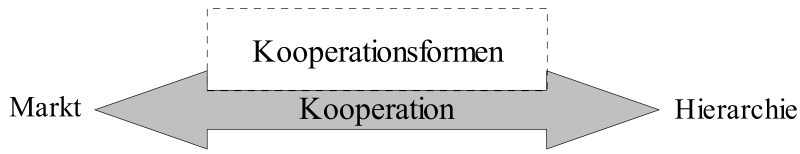

Abb. 2: Kooperation zwischen Markt und Hierarchie

Quelle: KILLICH (2005, S. 13), vereinfachte Darstellung

Davon unabhängig lassen sich Kooperationen inhaltlich hinsichtlich grundlegender Struktur-merkmale und deren Ausprägungen differenzieren (Abb. 3, vgl. auch Theeling und Loos 2004, S. 14). Der Begriff der Unternehmenskooperation wird nicht einheitlich verwendet. Dennoch können konstitutive Merkmale herausgearbeitet werden, die diesbezüglichen Begriffsdefinitionen innewohnen (Killich/Luczak 2003, S. 8). Diese erfordern üblicherweise mindestens zwei sowohl rechtlich wie auch wirtschaftlich voneinander unabhängige Kooperationspartner, die eine zielgerichtete Zusammenarbeit vereinbaren (Killich/Luczak 2003, S. 8). Die Zusammenarbeit erfolgt dabei im Sinne einer gemeinsamen Erfüllung bzw. Abstimmung von (betrieblichen) Aufgaben.

<table>
<tr><th>Merkmal</th><th colspan="12">Ausprägung</th></tr>
<tr><td>Richtung</td><td colspan="4">horizontal</td><td colspan="4">vertikal</td><td colspan="4">diagonal/lateral/konglomerat</td></tr>
<tr><td>Ausdehnung/ Raumaspekt</td><td colspan="3">lokal</td><td colspan="3">regional</td><td colspan="3">national</td><td colspan="3">international/global</td></tr>
<tr><td>Bindungs- intensität</td><td colspan="4">gering</td><td colspan="4">moderat</td><td colspan="4">hoch</td></tr>
<tr><td>Verbindlichkeit</td><td colspan="4">Absprache</td><td colspan="4">Vertrag</td><td colspan="4">Kapitalbeteiligung</td></tr>
<tr><td>Zeitdauer</td><td colspan="6">temporär</td><td colspan="6">unbegrenzt</td></tr>
<tr><td>Zielidentität</td><td colspan="6">redistributiv</td><td colspan="6">reziprok</td></tr>
<tr><td>Kooperations- bereich</td><td colspan="2">F & E</td><td colspan="2">Vertrieb</td><td colspan="2">Einkauf</td><td colspan="2">Marketing</td><td colspan="2">Produktion</td><td colspan="2">usw.</td></tr>
</table>

Abb. 3: Strukturelle Merkmale von Kooperationen[1]

Quelle: Nach Killich (2005, S. 18) bzw. nach Zentes et al. (2005, S. 22), modifizierte Darstellung

[1] Das Attribut horizontal charakterisiert dabei Kooperationen auf derselben Wertschöpfungsstufe und innerhalb derselben Branche, während vertikale Kooperationen auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen innerhalb der gleichen Branche stattfinden (bspw. Zulieferer-Abnehmer). Diagonale Zusammenarbeit erfolgt zwischen Unternehmen, die weder auf der gleichen Wertschöpfungsstufe noch in der gleichen Branche tätig sind (Killich 2005 S. 18-19). In diesem Fall spricht man auch von Konglomeraten.

2.2 Ziele von Kooperationen

Die Ziele einer Kooperation hängen von den Zielen ab, die die kooperierenden Unternehmen jeweils unternehmensintern für eine zwischenbetriebliche Zusammenarbeit verfolgen (KILLICH/ LUCZAK 2003, S. 104). Hier kann wiederum eine Fülle möglicher Zielsetzungen konstatiert werden. Mit dem Hinweis, dass eine vollständige Auflistung aufgrund der Vielfalt potenzieller Unternehmensziele nicht möglich ist, liefern KILLICH/LUCZAK (2003, S. 105) folgende nach Funktionsbereichen gegliederte Auflistung von Kooperationszielen (Tab. 1).

Tab. 1: Mögliche Zielsetzungen von Unternehmenskooperationen

Beschaffungsziele	Preisnachlass durch Einkaufsbündelung Verringerung der Beschaffungszeiten Erschließung neuer Beschaffungsmärkte Verbesserung des Informationsstandes Verringerung von Investitionsrisiken Ermöglichen staatlicher Zuschüsse ...
Produktionsziele	Produktivitätssteigerungen durch große Stückzahlen Aneignung von Know-how Auslastung vorhandener Kapazitäten Verbesserung der Qualität Erweiterung des Produktspektrums Verringerung der Produktionszeiten ...
Absatzziele	Erweiterung des Absatzmarktes (z.B. geographisch) Positionierung am Absatzmarkt Verbesserung des Markennamens / Imagegewinn Kosteneinsparung im Bereich Marketing, Vertrieb oder Logistik Überwindung von Markteintrittsbarrieren ...

Quelle: KILLICH/LUCZAK 2003, S. 105.

Bemerkenswert ist hierbei, dass aus Sicht der Kooperationspartner keineswegs eine Identität der mit einer Kooperation verfolgten Ziele vorliegen muss. Versuchen bspw. Unternehmen, ihre Schwächen in bestimmten betrieblichen Funktionsbereichen durch eine Kooperation wechselseitig auszugleichen, liegt keine Zielidentität vor. In solchen *reziproken* Kooperationen (TRÖNDLE 1987, S. 20-21) erbringen die Unternehmen *komplementäre Leistungen füreinander*, wodurch den Kooperationspartnern bereits direkt Vorteile zuwachsen. Legen hingegen Unternehmen Ressourcen zusammen, um *betriebliche Funktionen gemeinsam* durchzuführen, liegt

Zielidentität vor. Solche Kooperationen erfordern in der Regel auch eine Aufteilung der gemeinschaftlich erwirtschafteten Vorteile und werden als *redistributiv* bezeichnet (Tröndle 1987, S. 21-22).

2.3 Kooperationsvorteile und ihre Allokation

Die durch Kooperationen hervorgerufenen Effekte können hinsichtlich ihrer Wirkung auf das Erreichen von Kooperationszielen differenziert werden. Effekte, die zur Zielerreichung beitragen, werden als positiv eingestuft. Es handelt sich um kooperationsbedingte Vorteile. Effekte, die den Grad der Zielerreichung mindern, sind negativ zu bewerten. Es handelt sich um kooperationsbedingte Nachteile. Diese umfassende Betrachtungsweise bezieht sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte ein. Der Erfolg der Kooperation ergibt sich damit aus dem Saldo aller kooperationsbedingten Vor- und Nachteile (Wohlgemuth/Hess 1999, S. 1 und 30-45).

Im Hinblick auf eine Verteilung gemeinsam erwirtschafteter Kooperationsvorteile bzw. -erfolge erscheint dieser Erfolgsbegriff insofern als zu umfassend, als nur monetär quantifizierbare Kooperationsvor- bzw. -nachteile auf die Partner verteilt werden können (Fromen 2004, S. 32). Häufig wird daher zur Ermittlung des Kooperationserfolgs vereinfachend auf eine Kostenbetrachtung zurückgegriffen (Wohlgemuth/Hess 1999, S. 33). Der Erfolg bemisst sich dabei nach der Differenz aus kooperationsbedingten Kostensenkungen und -steigerungen, also nach der Kostenersparnis. Dieses Vorgehen ist insbesondere dann zielführend, wenn Kosteneinsparungen als Motiv einer Kooperation im Vordergrund stehen und von nicht-monetären Zielen abstrahiert werden kann (vgl. Praxisfall in Kap. 6 und Kap. 7).

Zusätzlich kann die Erlösseite in die Betrachtung einbezogen werden (Abb. 4), um die durch die Kooperation verursachten erlössteigernden und -mindernden Effekte zu berücksichtigen. Gelegentlich steht die Erlösseite ganz im Vordergrund der Betrachtung, zum Beispiel bei der Zurechnung gemeinschaftlich erwirtschafteter Erlöse in Verkehrsverbünden (vgl. Fischer 2008).

In der kooperativen Transportdisposition ergibt sich jedoch das Problem einer hinreichenden Quantifizierung der erlösseitigen Effekte. Zudem wäre zu klären, ob und welche Veränderungen der Erlöse in der Zeit tatsächlich durch die Kooperation verursacht werden.

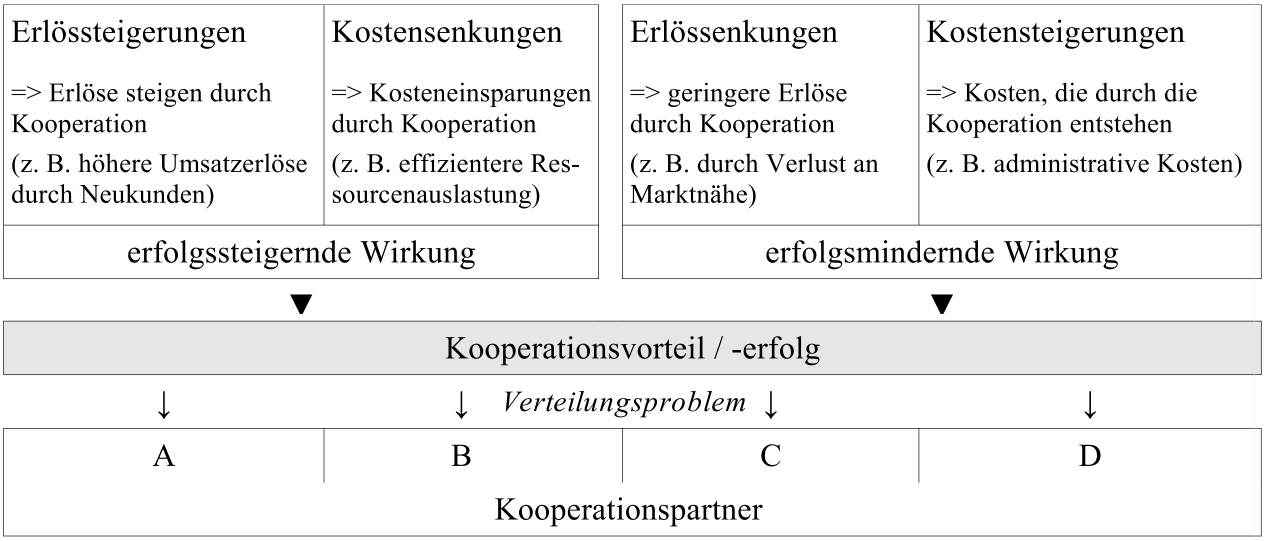

Abb. 4: Entstehung und Verteilung des Kooperationsvorteils
Quelle: Eigene Darstellung

In der weiteren Erörterung wird, soweit nichts anderes vermerkt ist, zwecks Vereinfachung angenommen, dass die Erlösseite von der Kooperation nicht berührt wird. In diesem Fall ist der zu verteilende Kooperationserfolg identisch mit dem Saldo von kooperationsinduzierten Kosteneinsparungen und kooperationsinduzierten Kostensteigerungen.

Nach der Ermittlung des Kooperationsvorteils bzw. -erfolgs[1] stellt sich bei redistributiven Kooperationen regelmäßig das Problem einer gerechten Verteilung dieser gemeinschaftlich erwirtschafteten Werte auf die einzelnen Kooperationspartner. Unterstellt man nun, dass die Kooperationspartner ihren jeweiligen Anteil am Kooperationserfolg maximieren wollen, führt dies zu dem Problem einer allseits akzeptierten Verteilung der kooperativ entstehenden Vorteile. Dieser zentrale Konflikt kann sowohl die Entstehung als auch den langfristigen Bestand von Kooperationen gefährden (FROMEN 2004, S. 38). Daher ist ein Hauptaugenmerk auf die Analyse und akzeptable Lösung dieses Verteilungsproblems zu richten.

[1] Eine einheitliche Terminologie ist in der wissenschaftlichen Literatur nicht gegeben. Die Begriffe Kooperationserfolg bzw. Kooperationsvorteil werden im Folgenden synonym verwendet. Häufig finden sich auch Begriffe wie Kooperationsrente oder Kooperationsgewinn.

3 Lösungsansätze der klassischen Kostenrechnung

Bevor in Kapitel 4 spieltheoretische Lösungsansätze untersucht werden, sollen die Möglichkeiten und Grenzen der klassischen Kostenrechnung beleuchtet werden.

Wesentliche Vorgehensweisen und Schwachstellen der Kostenzurechnung lassen sich bereits anhand der Kostenzurechnung innerhalb eines Unternehmens verdeutlichen.[1] Kritische Anwendungsfelder, an denen sich die Eignung von Zurechnungsverfahren erweisen kann, sind etwa die Verteilung von Gemeinkosten auf Produkte (so genannte Kostenauflösung), die anhand der Prozesskostenrechnung und am Beispiel der Kostenzurechnung bei Kuppelproduktion vorgestellt werden, und die Ermittlung von Verrechnungspreisen zur Erfolgsallokation zwischen selbständig agierenden, aber in einem Erfolgsverbund stehenden Unternehmen bzw. Unternehmensteilen.

Weiter sind die möglichen Ziele, die mit der Kostenrechnung und folglich auch mit der Kostenallokation verfolgt werden, in den Blick zu nehmen. Neben der Erfolgszurechnung nach innen und außen wird die Kostenrechnung für eine Palette von Aufgaben im Rahmen der Planung, Steuerung und Kontrolle des Unternehmenserfolgs benötigt. Dabei kann es zum Beispiel um die Kalkulation und Preisfindung betrieblicher Leistungen, um die Kostenkontrolle, um die Entfaltung von Anreizwirkungen oder auch um die Planung und Steuerung von Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung der Wettbewerbsposition des Unternehmens gehen.

Schließlich sind für die angeführten Fragestellungen in beliebigem Maße vereinfachende Näherungsverfahren denkbar, deren Einsatz dann in Frage kommt, wenn die betreffende Kostenposition wirtschaftlich unbedeutend ist. In diesem Fall können auch systematisch verzerrende Verfahren in Kauf genommen werden. Anders liegen die Dinge, wenn die „richtige“ oder „falsche“ Verteilung der Kostenposition die Wettbewerbsposition des Unternehmens beeinflussen kann. In diesem Fall sind valide, von systematischen Verzerrungen freie und bedarfsgerecht verfeinerbare Zurechnungsverfahren zu wählen.

Im Folgenden wird eine grundlegende Unterteilung und Einordnung der skizzierten Probleme vorgeschlagen. Sodann werden Lösungsansätze ausgewählter Verfahren der traditionellen Kos-

[1] Einen guten Überblick über die Grenzen der unternehmensinternen Kostenrechnung gibt RIEBEL 1994, S. 23 ff. Probleme der unternehmensübergreifenden Kostenrechnung, wie sie im kooperativen Fall auftreten, werden hier allerdings nicht explizit behandelt.

tenrechnung auf ihre Eignung für das vorliegende Kostenallokationsproblem untersucht. Schließlich wird gezeigt, dass das im Rechnungswesen durchaus verbreitete Marginalprinzip in erweiterter Form auch für die Kostenallokation in der kooperativen Transportdisposition genutzt werden kann. Es ist eine wesentliche Grundlage der in den Folgekapiteln vorgestellten, spieltheoretisch formulierten Lösungsansätze.

3.1 Anpassung bei gegebener Technik versus Technikwahl bei gegebener Anpassung

Kosten- und Leistungsrechnung behandelt in der Regel die Abbildung betrieblicher Anpassungsprozesse der Leistungsausbringung (mengen-, zeit- und intensitätsmäßige Anpassung) auf die Kosten *bei gegebener Technik*. Dahinter steht die Vorstellung der Leistungserbringung mittels einer gegebenen, kurzfristig nicht zu verändernden technisch-organisatorischen Ausstattung. Veränderungen der Ausbringungsmenge lassen sich in diesem Szenario erreichen durch Veränderungen der Arbeits- und Maschinenlaufzeiten (zeitliche Anpassung), durch Veränderungen der Menge der eingesetzten Betriebsmittel und Arbeitskräfte (Mengenanpassung) sowie durch Veränderungen der Arbeitsgeschwindigkeit und Taktzeiten von Menschen bzw. Maschinen (intensitätsmäßige Anpassung; vgl. GUTENBERG 1973, S. 348 ff.; GADATSCH/MAYER 2010, S. 435 ff.). Diese Anpassungsprozesse sind ein Standardthema der Kosten- und Leistungsrechnung in der Tradition von GUTENBERG, KILGER, HEINEN und Nachfolger und sind bestens untersucht.

Im Falle limitationaler Produktionsfunktionen bietet dieses Szenario wenig Ansatzpunkte für die Lösung der Kostenallokationsaufgabe. Anders im Falle substitutionaler Produktionsfunktionen, wenn es also möglich ist, bei gleichbleibender Ausbringungsmenge eine gewisse Menge des Produktionsfaktors A durch eine andere Menge des Produktionsfaktors B zu ersetzen. Wird zusätzlich eine unbegrenzte Teilbarkeit der Produktionsfaktoren angenommen, so ist aus der Unternehmenstheorie bekannt: In der Minimalkostenkombination entspricht das Verhältnis der Faktorpreise p_A, p_B dem Verhältnis der Grenzproduktivitäten (Formel 3.1; vgl. auch LORENZ 2009).

$$\frac{p_A}{p_B} = \frac{(\partial x)}{(\partial A)} : \frac{(\partial x)}{(\partial B)} = -\left(\frac{dB}{dA}\right) \tag{3.1}$$

Wenn die Dispositionskooperation mittels einer unternehmensübergreifenden Produktionsfunktion adäquat modelliert werden könnte und letztere nach den eingebrachten Produktionsfaktoren partiell ableitbar wäre, ließen sich auf der Basis der eingebrachten und entsprechend ihrem Grenzprodukt bewerteten Faktoren Verrechnungspreise ermitteln und ein Verteilungsschlüssel für die kooperationsbedingte Kostenersparnis generieren. Dieser Ansatz ist jedoch für die kooperative Transportdisposition nicht erfolgversprechend.[1] Dafür sind im Wesentlichen zwei Gegebenheiten verantwortlich:

- Die (fiktive) gemeinsame Produktionsfunktion ist hinsichtlich der für den Kooperationserfolg wesentlichen Kosteneinflussfaktoren nicht substitutional.

- Nicht alle Kooperationspartner bringen Produktionsfaktoren im herkömmlichen Sinn – zum Beispiel Fahrzeuge – in die Kooperation ein. Knüpfte die Verteilung des Kooperationserfolges daran an, so würden diese Kooperationspartner leer ausgehen und hätten keinen Anreiz, in der Kooperation zu bleiben. Was sie in die Kooperation einbringen, sind Transportaufträge, mit denen sie dazu beitragen, dass die Allianz ihr gesamtes Transportaufkommen kostengünstiger erledigen kann. Die zu hebenden Synergien resultieren aus den kooperativ beplanten Transportaufträgen, nicht allein aus den eingebrachten und zusammengeführten Ressourcen.[2]

Die Kostenallokation bei logistischer Kooperation erfordert daher eine andere Sichtweise. Die Transportdisposition kann als ein Problem der Technikwahl bei gegebener Menge, Zeit und Intensität aufgefasst werden. Dabei ist zu beachten, dass der hier verwendete Technikbegriff von jeglicher ingenieursmäßig zu beschreibenden Substanz abstrahiert. Eine Technik in diesem Sinn lässt sich aus ökonomischer Sicht durch eine spezifische Input-Output-Matrix charakterisieren. Jeder mögliche Transportplan am Beginn einer Planungsperiode, etwa eines Tages, bezeichnet dann eine eigene Technik. Das Dispositionsproblem wird gelöst, indem aus der Menge möglicher – ex ante nicht notwendigerweise bekannter – Techniken (Transportpläne) eine

[1] Er wird daher hier nicht weiter ausgearbeitet. Seine Einführung in den Argumentationsgang ist gleichwohl nützlich, weil sie zum Einen das in der Wirtschaftstheorie verbreitete und auch für die Kostenallokation wichtige „Denken an der Grenze" beleuchtet und zum Andern das Verständnis der Gründe erleichtert, warum etliche, in der neueren Kostentheorie hoch gehandelte Ansätze für die Kostenallokation in der kooperativen Transportdisposition nicht geeignet sind.

[2] Freilich könnten die gepoolten Transportaufträge als Elemente virtueller Produktionsfaktoren aufgefasst werden. Diese Sichtweise würde die Quellen der kooperationsbedingten Synergien betonen und mögliche Parallelen zu den Ursachen von Economies of Scale erkennbar machen. Allerdings ist fraglich, ob die damit gegebene Vermischung der Input- mit der Outputseite analytisch fruchtbar und der gedanklichen Klarheit förderlich wäre.

Teilmenge ausgesondert wird, deren Elemente näher untersucht und bewertet werden. Die schließlich ausgewählte Technik muss den Anforderungen genügen (Gültigkeit) und sollte dem Optimum nahekommen. Zu Beginn der nächsten Planungsperiode ergibt sich ein neues Bündel (anderer) möglicher Techniken, aus denen wiederum eine auszuwählen ist.

Weiter ist zu beachten, dass Linearkombinationen mehrerer Techniken im Allgemeinen nicht realisierbar sind. Beispiel: Entweder wird Ladung x mit Ladung y dem Fahrzeug f und der Tour t zugeordnet oder aber mit Ladung z dem Fahrzeug q. Da Fahrzeuge nicht teilbar sind, ergeben diesbezügliche Linearkombinationen wenig Sinn. Eine Aufteilung großer Sendungen auf mehrere Touren würde beim Empfänger zusätzliche Annahmekosten verursachen und wird allein schon aus diesem Grunde nach Möglichkeit vermieden.

3.2 Ausgewählte Verfahren der klassischen Kostenrechnung

3.2.1 Gemeinkostenallokation

3.2.1.1 Gemeinkostenbegriff

Die verursachungsgerechte Aufteilung von Gemeinkosten auf betriebliche Leistungen ist ein Dauerproblem der betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung. Gemeinkosten sind per definitionem Kosten, die nicht einem Bezugsobjekt (Kostenträger) direkt zugeordnet werden. Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

a) *Unechte Gemeinkosten* sind Kosten, die einem Bezugsobjekt zwar ursächlich zugeordnet werden könnten, aber tatsächlich nicht zugeordnet werden, weil die Erfassung und Verfolgung ihrer Zuordnungsbeziehungen als unwirtschaftlich angesehen wird. In Produktionsunternehmen wird der Werteverzehr bei Hilfs- und Betriebsstoffen wie z. B. Schrauben, Nägel, Nieten, Lacke usw. oft als unechte Gemeinkosten behandelt (COENENBERG/FISCHER/GÜNTHER 2009, S. 64). Die Zurechnung dieser Kosten kann durchaus von Bedeutung sein, zumal, wenn eine Strategie der Kostenführerschaft verfolgt wird. Ihr Anteil am Kostenblock und damit ihre potentielle Missweisung kann aber durch den Einsatz verfeinerter Administrationssysteme (z. T. unter Verwendung automatisierter Datenerfassungstechnologien) nahezu beliebig reduziert werden. Unechte Kosten werfen keine konzeptionellen Probleme auf und werden hier nicht weiter betrachtet.

b) *Echte Gemeinkosten* hingegen lassen sich ursächlich nicht einem Bezugsobjekt zuordnen.

Daher gilt es, ersatzweise andere Maßstäbe (Schlüssel) zu finden, anhand derer Gemeinkosten auf die Bezugsobjekte verteilt werden können. So können beispielsweise Materialgemeinkosten (etwa Lager-, Bestellkosten) den Bezugsgrößen proportional zum Wert (oder zum Gewicht oder zur beanspruchten Lagerfläche) des verbrauchten Materials zugeordnet werden. In der Fertigung werden Personalgemeinkosten proportional zu den Fertigungslöhnen auf die Produkte verteilt. Maschinenkosten (zum Beispiel kalkulatorische Abschreibungen, Finanzierungskosten, Energie) lassen sich den Produkten mittels Maschinenstunden zuschlüsseln.

Im Zuge der Technisierung und Kapitalintensivierung der Produktion hat der Anteil der Gemeinkosten an den Fertigungskosten in der Industrie der Vereinigten Staaten seit dem Ende des zweiten Weltkriegs dramatisch zugenommen (MILLER/VOLLMAN 1985). Vorbereitende, planende, steuernde und überwachende Tätigkeiten in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Informationstechnik, Beschaffung und Logistik, Produktionsplanung und -steuerung, Qualitätssicherung und -steuerung sowie Auftragsabwicklung, Vertrieb und Service markieren weitere Kosteneinflussfaktoren, die in neuerer Zeit mit einem steigenden Gemeinkostenanteil verbunden sind (vgl. COENENBERG/FISCHER/GÜNTHER 2009, S. 147). Auch aus diesem Grund wurden in Betriebswirtschaftslehre und Praxis verfeinerte Kalkulationsschemata und Methoden der Kostenzurechnung entwickelt, um zumindest einen Teil der Gemeinkosten annähernd verursachungsgerecht verteilen zu können.

3.2.1.2 Prozesskostenrechnungssyteme

Die Prozesskostenrechnung nach HORVÁTH und MAYER und das Activity-based Costing (ABC) nach COOPER und KAPLAN sind als eine solche Verfeinerung zu sehen. Sie unterscheiden sich in der Schlüsselung von älteren Verfahren vor allem dadurch, dass der Kostenverrechnung anstelle wertmäßiger Proportionalisierungen tatsächliche oder angenommene Mengen („Kostentreiber“) zugrunde gelegt werden (vgl. GADATSCH UND MAYER 2010, S. 518 ff.). Architektonisch ist die Prozesskostenrechnung zwischen Kostenstellenrechnung und Kostenträgerrechnung angesiedelt. Sachlich und logisch zusammenhängende Aktivitäten verschiedener Kostenstellen werden zu kostenstellenübergreifenden Prozessen zusammengefügt, z.B. „Schadensmeldung bearbeiten“, „Auftrag kommissionieren“ o. ä. Für jede an einem solchen Prozess beteiligte Kostenstelle wird der durchschnittliche (zeitliche) Aufwand für die Durchführung der jeweiligen prozessbezogenen Aktivität ermittelt. Die anschließende Bewertung einer prozessbezogenen Aktivität erfolgt mit einem geeigneten Kostensatz, z.B. mit den durchschnittlichen Kosten pro Zeiteinheit der jeweiligen Gemeinkostenstelle. Aus den Kosten der einzelnen Aktivitäten werden die durchschnittlichen „Prozess-Stückkosten“, die so genannten Prozesskostensätze, berechnet (vgl. GEHRING/PANKRATZ 2010, S. 55).

Systeme der prozessorientierten Kostenrechnung bewirken also eine verfeinerte Auflösung der Gemeinkosten von indirekten Leistungserstellungsprozessen, deren Inanspruchnahme sich im Zuge der direkten Leistungserstellung auf repetitive Aktivitäten abbilden lässt. Diese Aktivitäten werden gezählt und ggf. mit dem jeweiligen oder durchschnittlichen Zeitbedarf gewichtet. Die Anzahl der Prozesswiederholungen liefert einen Indikator für die bestenfalls quasi-verursachungsgerechte Aufteilung der Gemeinkosten repetitiver Unterstützungsprozesse. Würde dadurch eine verursachungsgerechte Allokation erreicht, so würden unechte Gemeinkosten in Prozess-Stückkosten transformiert.[1]

Die Leistungen nicht-repetitiver Prozesse des Gemeinkostenbereiches (echte Gemeinkosten) können, wie auch FRIEDL (2010, S. 394) betont, nicht quantifiziert werden und finden daher in keinem prozessorientierten Kostenrechnungssystem Berücksichtigung. In der kooperativen Transportdisposition geht es jedoch um die Allokation echter Gemeinkosten, deren konstituierende Aktivitäten keinen repetitiven Charakter im Sinne der Prozesskostenrechnungssyteme haben, wie oben die paradigmatische Gegenüberstellung Technikanpassung versus Technikwahl (Kapitel 3.1) verdeutlichen hilft. Prozesskostenrechnungssyteme sind daher nicht geeignet, das Kostenallokationsproblem der Transportdisposition zu lösen.[2]

3.2.1.3 Kostenzurechnung bei Kuppelproduktion

Bei Kuppelproduktion zeigt sich das Gemeinkostenproblem in voller Schärfe. Dabei fallen mehrere Produkte in festen oder nahezu festen (lenkbaren) Mengenverhältnissen an (RIEBEL 1955; WEBER 2011). Die verbundenen Kosten können als gemeine Einzelkosten der Produktion aufgefasst werden. RIEBEL (1994, S. 24) bezeichnet „insbesondere sämtliche Kosten eines Kuppelprozesses, die bis zur Trennung der Kuppelprodukte anfallen“, als „typische echte Gemeinkosten“, die den einzelnen Erzeugnissen auch bei bester Erfassung nicht ursächlich zugerech-

---

[1] FRIEDL (2010, S. 436) urteilt schärfer und argumentiert, die Prozesskostenrechnung ersetze nur das Näherungsverfahren der herkömmlichen Kostenrechnung durch ein anderes, nicht notwendig besseres. Das grundlegende Verrechnungsproblem werde nicht gelöst.

[2] FISCHER (2008, S. 57 ff.) behandelt die Erlösseite und untersucht in diesem Zusammenhang die Eignung der Prozess*erlös*rechnung nach HIRSCHMANN (1998) für das ähnlich gelagerte Problem der Verteilung von in unternehmensübergreifenden Prozessen entstehenden Netzwerkerlösen auf die beteiligten Partner. Sie fasst diese Erlöse als Gemeinerlöse auf und arbeitet heraus, dass aus der Prozesserlösrechnung keine eindeutige Erlöszuteilung für gemeinsam abgesetzte Leistungen abgeleitet werden kann (vgl. FISCHER 2008, S. 143).

net werden können. Bei festen Output-Relationen (limitationale Produktionsfunktion) ist eine nach dem Verursachungsprinzip differenzierende Kostenzurechnung nicht möglich.

Zwecks Kostenzurechnung wird auf Ersatzmaßstäbe zurückgegriffen, z.B. auf physikalische Eigenschaften wie Heizwerte, Molekulargewichte, Transportvolumen oder aber auf Marktpreise. Der betriebswirtschaftliche Erkenntniswert dieser allenfalls durch Opportunitätsbetrachtungen gestützten Maßstäbe ist begrenzt, laufen sie doch auf das so genannte Tragfähigkeitsprizip (Deckungsprinzip) hinaus.[1] Als methodisch einwandfreie Lösung bleibt der Verzicht auf die Auflösung der verbundenen Kosten zugunsten der Kalkulation einzelner, gesondert disponierbarer Kuppelprodukt-Päckchen (so genannte Päckchenrechnung).

Eine derartige „Problemlösung durch Nicht-Lösung“ verbietet sich jedoch im Anwendungsfall der kooperativen Transportdisposition, sodass aus der Domäne Kuppelproduktion keine Lösungsansätze generiert werden können.

3.2.1.4 Gemeinkosten hinsichtlich der Periodisierung

Ein weiteres Standardproblem der Gemeinkostenauflösung ergibt sich aus der Tatsache, dass erhebliche Teile des betrieblichen Werteverzehrs zum Zeitpunkt der Kostenrechnung nicht auf Ist-Basis festgestellt werden können, weil sie wesentlich auf Erwartungswerten beruhen, zum Beispiel „Ausgaben für Anlageinvestitionen und Großreparaturen, Kosten für Entwürfe bei Typenerzeugnissen, Kosten für den Aufbau einer Organisation, für die Markterschließung und andere. Der Güterverzehr dieser Art kann als *Gemeinkosten in bezug auf die einzelnen Abrechnungsperioden* aufgefaßt werden. Der Verbrauch solcher Kostengüter ist weder in bezug auf die Zeitabschnitte noch in bezug auf die Leistungseinheiten meßbar“ (Riebel 1994, S. 25). Dies wird beispielsweise bei den (kalkulatorischen) Abschreibungen daran deutlich, dass zur Kostenverrechnung fiktive periodenübergreifende Nutzungsdauern bzw. Totalkapazitäten an Leistungseinheiten angenommen werden müssen.

Die Ungewissheit der Zukunft führt zur Vermischung vergangenheits- und zukunftsbezogener Rechnungen, woraus sich tiefgreifende Konsequenzen für die Erfolgszuschreibung im internen und externen Rechnungswesen ergeben (Strangmeier 2000). Kalkulatorische Kosten sind – mit

[1] „Das Tragfähigkeitsprinzip (Deckungsprinzip) verteilt Kosten nach dem Kriterium der Tragfähigkeit auf die Bezugsgrößen, meist die Produkte. Die Tragfähigkeit wird idR an einer Deckungsbeitragsgröße gemessen. Das heißt, je höher der Stückdeckungsbeitrag eines Produktes ist, desto mehr (noch zu verteilende) Kosten werden ihm zugerechnet. Vor allem bei diesem Prinzip wird man sich fragen müssen, welcher Zweck mit einer solchen, fast willkürlich zu nennenden Kostenzurechnung erreicht werden soll“ (Ewert und Wagenhofer 2008, S. 694).

einigen Ausnahmen[1] – für betriebsinterne Steuerungsentscheidungen irrelevant. In der relativen Einzelkostenrechnung nach RIEBEL werden sie nicht berücksichtigt.

In Anbetracht der diskutierten Einwände wird die Verwendung von Gemeinkosten hinsichtlich des Periodenbezugs auch in der Transportdisposition und Kostenallokation im Rahmen des iCoTrans-Projektes vermieden.

3.2.2 Verrechnungspreise

Unter Verrechnungspreisen werden Preise verstanden, zu denen Lieferungen und Leistungen zwischen mehr oder weniger selbständig agierenden, in einem Erfolgsverbund stehenden Unternehmen oder Unternehmensteilen bewertet und abgerechnet werden. Dabei kann es sich um Transaktionen zwischen

– Kostenstellen,

– Werken, Unternehmensbereichen oder Geschäftseinheiten oder zwischen

– rechtlich selbständigen Konzernunternehmen

handeln (vgl. COENENBERG/FISCHER/GÜNTHER 2009, S. 690). Die Ausprägungen des Attributs „selbständig agierend" kann als Kontinuum auffasst werden, welches von fiktional (im Falle reiner Kostenstellen) bis zu auf eigene Rechnung wirtschaftenden Profit-Center reichen kann. Insoweit käme auch die Anwendung auf selbständige, aber im Hinblick auf die Transportdisposition zentral koordinierte Kooperationspartner in Frage.

Die Gestaltung von Verrechnungspreissystemen ist von ihrer Aufgabenstellung abhängig. COENENBERG/FISCHER/GÜNTHER (vgl. 2009, S. 691 f.) unterscheiden drei Funktionen:

– Abrechnungs- und Planungsfunktion

– Lenkungsfunktion

– Erfolgszuweisungsfunktion.

Die *Abrechnungsfunktion* ist Bestandteil der Definition von Verrechnungspreisen, denn sie dienen immer auch Abrechnungszwecken.

Lenkungsfunktionen werden seit Schmalenbachs „Pretialer Lenkung" immer wieder diskutiert.

---

[1] Zum Beispiel Gewährleistungsverpflichtungen.

Sie kommen allerdings nur bei dezentraler Koordination in Betracht. Bei zentraler Koordination wird das Gesamtoptimum des Erfolgsverbundes mit anderen Methoden ermittelt und Lenkpreise kämen allenfalls zur Umsetzung der zentral getroffenen Entscheidungen in Frage. Da Entscheidungen unter Nutzung moderner Informations- und Kommunikationsmittel auf direktem Wege übermittelt werden können, ist der Umweg über Lenkpreise in der Regel nicht erforderlich. Die hier nur kurz angerissenen Zusammenhänge werden in der Betriebswirtschaftslehre unter dem Label „Dilemma der pretialen Lenkung“ (vgl. auch WEDDEWER 2007, S. 47, 49) diskutiert. Danach muss zur Ermittlung der optimalen Verrechnungspreise das Gesamtoptimum bestimmt werden. Ist das geschehen, so sind Verrechnungspreise für die Lenkfunktion entbehrlich.

Schließlich bleibt die Eignung von Verrechnungspreisen für die Verteilung der Verbundvorteile bei kooperativer Transportdisposition (*Erfolgszuweisungsfunktion*) zu prüfen.[1]

Die Problematik lässt sich an einem sehr einfachen Beispiel erläutern: Gegeben seien zwei Lieferanten A und B unterschiedlicher Lebensmittel x und y, die im selben Ort angesiedelt sind und die jeder über ein Lieferfahrzeug desselben Typs verfügen. Sie haben an einem Tag jeweils einen Auftrag an denselben Kunden auszuliefern. Weiter sei angenommen, dass die Kapazität der Fahrzeuge ausreicht, um beide Lieferungen mit einem der beiden Fahrzeuge bewerkstelligen zu können.

Im isolierten Fall liefert jeder Lieferant mit seinem Fahrzeug aus. Die Kosten ergeben sich aus dem Werteverzehr zweier Fahrzeuge.

Im kooperativen Fall (zentrale Disposition) wird nur ein Fahrzeug bewegt.

a) A liefert beide Aufträge aus und stellt B seine Leistung in Rechnung.

b) B liefert beide Aufträge aus und stellt A seine Leistung in Rechnung.

---

[1] Verrechnungspreise spielen in der steuerlich relevanten Rechnungslegung von Konzernen mit Aktivitäten an steuerlich unterschiedlich belasteten Standorten eine große Rolle für die Erfolgszurechnung. Dabei geht es aus Sicht der Unternehmen vor allem um die Ausschöpfung steueroptimierender Gewinnverlagerungsmöglichkeiten und aus der Sicht der beteiligten Staaten um die Begrenzung eben dieser Möglichkeiten. Die zulässigen Regeln und Methoden zur Ermittlung von Konzernverrechnungspreisen im steuerlichen Kontext sind nicht erkennbar auf die verursachungsgerechte Zurechnung von Kooperationsvorteilen ausgerichtet. Soweit marktpreis-orientierte Methoden (”Dealing At Arm's Length Principle”) Verwendung finden, dürfte sich eine verzerrte Allokation von Verbundvorteilen ergeben (und beabsichtigt sein). Ohne der Frage hier weiter nachzugehen, ist anzumerken, dass vermeintlich objektivierende marktpreis-orientierte Verrechnungspreise bei gegebenen Verbundvorteilen das Ziel der verursachungsgerechten Allokation eben dieser Vorteile verfehlen.

Der Kooperationsgewinn entspricht den variablen Kosten eines Fahrzeugs. Welcher Verrechnungspreis ist hier zu wählen, sodass der Verbundvorteil angemessen, womöglich sogar verursachungsgerecht, verteilt wird?

Wenn der Verrechnungspreis entsprechend den Marktpreisen (hier: den Kosten bei Fremdvergabe) gewählt wird, fällt der gesamte Kooperationsgewinn an den Lieferanten, dessen Fahrzeug benutzt wird, also im Fall a) an A, im Fall b) an B. Beide Fälle sind unter Dispositionsgesichtspunkten äquivalent, ergeben aber diametral entgegengesetzte Verteilungsergebnisse. Das ist nicht verursachungsgerecht und enthält für den jeweils leer ausgehenden Partner keinen Anreiz zur Aufrechterhaltung einer derartigen Kooperation.

Der Verrechnungspreis muss daher kleiner sein als der Marktpreis (Preisobergrenze). Die Preisuntergrenze ergibt sich aus den tagesvariablen Kosten des Einsatzes eines Fahrzeugs. Innerhalb des dadurch gegebenen Intervalls sind alle Verrechnungspreise mit dem Gesamtoptimum vereinbar.

Es handelt sich also um eine nicht-eindeutige, mengenwertige Lösung. Benötigt wird jedoch eine eindeutige (punktwertige) Lösung. Eine solche liefern die in der klassischen Kostenrechnung üblichen Ansätze zur Bestimmung von Verrechnungspreisen genau dann nicht, wenn Verbundvorteile zu berücksichtigen sind (vgl. etwa COENENBERG/FISCHER/GÜNTHER 2009, S. 689-738). Ohne hier einen exakten Nachweis zu führen, kann vermutet werden, dass eine punktwertige Lösung auf der Basis von Verrechnungspreisen nicht möglich ist. Auch WEDDEWER (2007, S. 143 ff.), die insbesondere Verrechnungspreissysteme für Speditionsnetzwerke ausführlich und fundiert behandelt, betont wiederholt und in Übereinstimmung mit der einschlägigen Literatur die Wichtigkeit einer fairen Verteilung der Kooperationsgewinne, berücksichtigt in ihren Simulationsstudien aber mehr oder weniger komplexe Kostenverrechnungssätze (vgl. WEDDEWER 2007, S. 161), ohne ein allgemeines Lösungskonzept vorzuschlagen. FISCHER schließlich (vgl. 2008, S. 51 ff.), die Verrechnungspreise ausführlich im Hinblick auf ihre Eignung für die unternehmensübergreifende Zuordnung von Erlösen, verzichtet mangels leistungsgerechter Bezugsgrößen auf die Verwendung von Verrechnungspreisen bei Erlösverbundenheit (vgl. FISCHER 2008, S. 148).

Ein Indiz für die Tragfähigkeit der hier vertretenen Auffassung bieten EWERT/WAGENHOFER (2008, S. 576), wenn sie im Zusammenhang mit Verrechnungspreisen konstatieren:

> „Der Erfolg, der durch die gemeinsame Nutzung einer Leistung entsteht, wird auch *Syner-*

gieeffekt genannt. Er kann nicht verursachungsgerecht auf die dazu beitragenden Bereiche aufgeteilt werden. Es ist theoretisch unmöglich, eine derartige Aufteilung richtig durchzuführen, weil der Erfolg nur durch die gemeinsame Leistung anfällt. Würde ein Bereich ausfallen, würde der Erfolg entsprechend geschmälert oder ganz wegfallen. Man kann zwar Grenzen ableiten, indem ermittelt wird, welche Erfolgsminderung entstünde, wenn ein Bereich wegfiele oder dessen Beitrag von außen zugekauft würde. Es wäre möglich, ein Durchschnittsprinzip anzuwenden oder eine gleichmäßige Aufteilung durchzuführen, doch sind alle diese Möglichkeiten willkürlich."

3.3 Das verallgemeinerte Marginalprinzip als Lösungsansatz

Das vorstehende Zitat von EWERT und WAGENHOFER gibt Gelegenheit, das schon erwähnte Marginalprinzip erneut aufzugreifen. Es kann – etwas allgemeiner – wie folgt umschrieben werden:

> Der Erfolgsbeitrag einer Entität zu einer gemeinsamen Aktivität wird sichtbar, wenn man sie gedanklich wegnimmt und die resultierende Erfolgsminderung betrachtet. Das ist die Grundidee des Marginalprinzips, welches seit DAVID RICARDO (1817) und JOHANN HEINRICH VON THÜNEN (1826) das nationalökonomische und das betriebswirtschaftliche Denken durchzieht und prägt.

Freilich gehen Mikro- und Makroökonomik wie auch die Grenzkostenrechnung von infinitesimal kleinen oder zumindest kleinschrittigen Veränderungen der zu variierenden Größen aus. Dies erleichtert die mathematische Handhabbarkeit und Lehrbarkeit – vielleicht im Sinne einer didaktischen Reduktion –, ist jedoch konzeptionell keineswegs zwingend.

Im Fall der kooperativen Transportdisposition ist es der Kreis der Kooperationspartner (Koalition), den es – selbstverständlich ganzzahlig – zu variieren gilt. Aus der Betrachtung der sich ergebenden Differenzen hinsichtlich des Gesamterfolges lassen sich Erkenntnisse über den Erfolgsbeitrag einzelner Kooperationspartner gewinnen. In dieser Form ist das Marginalprinzip in Konzepten der kooperativen Spieltheorie enthalten, deren mögliche Lösungsansätze für das Kostenallokationsproblem in den folgenden Kapiteln untersucht und dargestellt werden.

4 Kooperative Spieltheorie und Allokation

Einen geeigneten Rahmen zur formalen Darstellung und Analyse des geschilderten Verteilungsproblems bildet die kooperative Spieltheorie. Sie betrachtet gemeinsam erwirtschaftete Werte und ermöglicht eine Verteilung dieser Werte mit Hilfe von Lösungskonzepten. Im Folgenden wird zunächst die grundlegende Konzeption der kooperativen Spieltheorie vorgestellt. Anschließend werden die Kosten- bzw. Vorteils-Allokation als ökonomische Anwendung der kooperativen Spieltheorie genauer beleuchtet und deren Vorteile gegenüber „klassischen" Allokationskonzepten diskutiert.

4.1 Grundlagen der kooperativen Spieltheorie

Kooperative Spiele bzw. Koalitionsspiele Γ werden üblicherweise in der Form (N,υ) dargestellt (HOLLER/ILLING 2005, S. 267-270). Hierbei repräsentiert $N=\{1,2,...,n\}$ die Menge aller Spieler i und υ die Koalitions- bzw. charakteristische Funktion. Diese Funktion ordnet jeder Koalition K mit $K \subseteq N$ einen Wert $\upsilon(K) \in \mathbb{R}$ zu. Die Anzahl der Spieler einer Koalition K wird im Folgenden mit $|K|$ bezeichnet. Zu unterscheiden sind dabei die große Koalition N, die sich aus allen Spielern zusammensetzt ($|K|=|N|=n$), die so genannten Einerkoalitionen $\{i\}$ mit $i \in N$, die aus jeweils nur einem Spieler bestehen ($|K|=1$), sowie die Koalitionen im engeren Sinne mit $K \subset N$ und $|K|>1$. Koalitionen K mit $|K|=|N|-1$ werden auch als Marginalkoalitionen bezeichnet. Unter Berücksichtigung der leeren Koalition[1] $\emptyset$, welcher der Wert $\upsilon(\emptyset)=0$ zuzuordnen ist, beträgt die Anzahl aller möglichen Koalitionen $2^{|N|}$ bzw. 2^n.

Die den Koalitionen zugeordneten Werte $\upsilon(K)$ spiegeln die Leistungsfähigkeit der jeweiligen Koalition K wider. Dabei wird die einschränkende Annahme getroffen, dass diese Werte zwischen den einzelnen Spielern transferierbar sind (HOLLER/ILLING 2005, S. 268-269). Koalitionsfunktionen ohne transferierbaren Nutzen sind für das Ausgangsproblem nicht relevant. Auf ihre Betrachtung wird hier daher verzichtet und auf die Ausführungen von WIESE (2005, S. 257-296) verwiesen.

[1] Auch als Nullkoalition bezeichnet, da $|K| = 0$.

Tab. 2: Beispiel einer Koalitionsfunktion

$\upsilon(\emptyset)$	=	0
$\upsilon(\{1\})$	=	2
$\upsilon(\{2\})$	=	1
$\upsilon(\{3\})$	=	2
$\upsilon(\{1,2\})$	=	4
$\upsilon(\{1,3\})$	=	5
$\upsilon(\{2,3\})$	=	6
$\upsilon(\{1,2,3\})$	=	9

Quelle: Eigene Darstellung

Tab. 2 zeigt eine beispielhafte Koalitionsfunktion für eine Koalition mit 3 Spielern. Durch die Bildung der großen Koalition N=({1,2,3}) erwirtschaften die Spieler gemeinsam einen Wert in Höhe von 9. Dieser Wert kann nun mit Hilfe von Lösungskonzepten der kooperativen Spieltheorie auf die einzelnen Spieler aufgeteilt werden.

Wie oben angekündigt (Kap. 3.3), spielt das Denken an der Grenze auch in der kooperativen Spieltheorie eine wichtige Rolle. „Der Grenzbeitrag eines Spielers *i* zu einer Koalition *S* entspricht der durch seinen Koalitionsbeitritt entstehenden Steigerung des Koalitionswertes. Formal ist der Grenzbeitrag des Spielers $i \notin S$ zu der Koalition *S* durch $\upsilon(S \cup \{i\}) - \upsilon(S)$ definiert" (Karagök 2006, S. 19). So beträgt z. B. der Grenzbeitrag des Spielers 1 gemäß der in Tab. 2 gezeigten Koalitionsfunktion $\upsilon(\{1,2,3\}) - \upsilon(\{2,3\}) = 9 - 6 = 3$.

Koalitionsfunktionen υ bzw. die zugehörigen Spiele (N,υ) können hinsichtlich bestimmter Eigenschaften klassifiziert werden. Diese Eigenschaften sind in Bezug auf die Beurteilung von Lösungskonzepten von Bedeutung und sollen im Folgenden dargestellt werden. Die Ausführungen stützen sich auf Wiese (2005, S. 102-110) und Karagök (2006, S. 15 ff.).

a) Eine bedeutsame Klassifizierung kann zunächst bezüglich des Merkmals der *Wesentlichkeit* vorgenommen werden. Koalitionsspiele heißen wesentlich, falls $\upsilon(N) > \sum_{i \in N} \upsilon(\{i\})$ gilt. Die große Koalition „erwirtschaftet" mithin einen höheren Wert als die Summe der Werte, die die daran beteiligten Spieler isoliert erreichen können. Die Botschaft beim Vorliegen dieser Eigenschaft lautet: „Eine Zusammenarbeit lohnt sich". Es ist leicht nachvollziehbar, dass die Koalitionsfunktion in Tab. 2 wesentlich ist, da die Spieler durch Zusammenarbeit einen Wert in Höhe von $\upsilon(N)=9$ erzielen können, isoliert dagegen lediglich einen Wert in Höhe von

$\sum_{i \in N} \upsilon(\{i\}) = 2+1+2=5$.

b) Eine weitere wichtige Eigenschaft stellt die *Superadditivität* dar. Dieses Merkmal liegt vor, falls für alle Koalitionen $R,S \subseteq N$ mit $R \cap S = \emptyset$ die Ungleichung $\upsilon(R)+\upsilon(S) \leq \upsilon(R \cup S)$ gilt. Der Zusammenschluss von (disjunkten) Koalitionen R, S führt zu einem Gesamtwert $\upsilon(R \cup S)$, der mindestens so hoch ist wie die Summe der Einzelkoalitionen $\upsilon(R)+\upsilon(S)$. Das Vorliegen dieser Eigenschaft gewährleistet somit, dass die große Koalition nicht durch eine günstigere Kombination zweier disjunkter Koalitionen gesprengt werden kann (vgl. KARAGÖK 2006, S. 18). Die in Tab. 2 dargestellte Koalitionsfunktion ist superadditiv, weil sie obige Bedingung für sämtliche Koalitionen $R, S \subseteq N$ erfüllt.

c) Eine verwandte Eigenschaft stellt die *Monotonie* dar. Sie ist gegeben, falls für alle Koalitionen $S,S' \subseteq N$ (wobei $S \subseteq S'$) die Ungleichung $\upsilon(S) \leq \upsilon(S')$ gilt. Eine Vergrößerung einer beliebigen Koalition verbessert deren Wert bzw. verschlechtert diesen zumindest nicht. Das heißt, dass bei einem monotonen kooperativen Spiel kein neuer Beitritt eines Spielers oder einer Koalition einer bestehenden Koalition schadet. Superadditive Spiele, die zudem die Eigenschaft der Nicht-Negativität, also $\upsilon(K) \geq 0$ für alle $K \subseteq N$, besitzen, sind auch stets monoton. Folglich ist auch die in Tab. 2 dargestellte Koalitionsfunktion in diesem Sinne monoton.

d) Gilt für alle Koalitionen S und S' (wobei $S \subseteq S'$) und für alle $i \in N$ (wobei $i \notin S'$) die Ungleichung $\upsilon(S \cup \{i\}) - \upsilon(S) \leq \upsilon(S' \cup \{i\}) - \upsilon(S')$, so liegt *Konvexität* vor. Wenn $\upsilon(S \cup \{i\}) - \upsilon(S) < \upsilon(S' \cup \{i\}) - \upsilon(S')$ gilt, liegt *strenge Konvexität* vor. Bei strenger Konvexität steigt beim Beitritt zu einer Koalition der marginale Beitrag für jeden Spieler i mit der Koalitionsgröße $|K|$ an. Die in Tab. 2 dargestellte Koalitionsfunktion ist folglich konvex, da $\upsilon(S \cup \{i\}) - \upsilon(S) \leq \upsilon(S' \cup \{i\}) - \upsilon(S')$ gilt; jedoch nicht streng konvex, da bspw. $\upsilon(\{2\} \cup \{3\}) - \upsilon(\{2\}) = \upsilon(\{1,2\} \cup \{3\}) - \upsilon(\{1,2\}) = 5$. Erfüllen alle $R, S \subseteq N$ die Ungleichung $\upsilon(R \cup S) + \upsilon(R \cap S) \geq \upsilon(R) + \upsilon(S)$, so beweist dies ebenfalls die Konvexität des zugrundeliegenden Koalitionsspiels (N,υ) (SHAPLEY 1971 S.12). Weiterhin gilt, dass jede konvexe Koalitionsfunktion stets superadditiv ist, eine superadditive Funktion aber nicht konvex sein muss (WIESE 2005, S. 108).

4.2 Imputationen und Lösungskonzepte

Die Zuteilung von gemeinschaftlich verursachten Werten auf einzelne Spieler erfolgt in Koalitionsspielen mittels sog. Auszahlungsvektoren. Ein Auszahlungsvektor[1] $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ weist dabei jedem beteiligten Spieler einen Teil des Koalitionswertes $\upsilon(N)$ zu. Von Interesse sind dabei die sog. Imputationen (Formel 4.1). Darunter sind diejenigen Auszahlungsvektoren x zu verstehen, die die beiden grundlegenden Bedingungen $x_i \geq \upsilon(\{i\})$ für alle $i = \{1, 2, \ldots, n\}$ und $\sum_{i \in N} x_i = \upsilon(N)$ erfüllen (HOLLER/ILLING 2005, S. 275). Die erste Bedingung wird als *individuelle Rationalität* bezeichnet, da kein rationaler Spieler weniger Auszahlung akzeptieren wird, als dieser im Falle eines isolierten Tätigseins erzielen könnte. Dies soll eine Blockade durch Einerkoalitionen verhindern. Die zweite Bedingung ist als *Gruppen- bzw. kollektive Rationalität*, aber auch allgemeiner unter dem Begriff der *Paretoeffizienz bzw. Paretooptimalität* bekannt. Diese Annahme stellt sicher, dass nicht mehr (Zulässigkeit), aber auch nicht weniger (da sonst Blockade durch die große Koalition) als der Koalitionswert verteilt wird (WIESE (2005, S. 59)). Dies soll eine Blockade durch die große Koalition verhindern.

$$I(N,\upsilon) = \{x \mid \sum_{i \in N} x_i = \upsilon(N) \ \wedge \ x_i \geq \upsilon(\{i\}) \ \ \forall \ i \in N\} \tag{4.1}$$

Hinsichtlich dieser zwei Grundbedingungen sind alle Imputationen eines Spiels $I(N,\upsilon)$ als Auszahlungsvektoren für die beteiligten Spieler akzeptabel. Damit eröffnen die Imputationen einen ersten Lösungsraum, welcher jedoch in der Regel eine Vielzahl von möglichen Auszahlungsvektoren beinhaltet. In obigem Beispiel (Tab. 2) ergibt sich der Imputationsraum durch $I(N,\upsilon) = \{x \mid x_1 \geq 2, x_2 \geq 1, x_3 \geq 2 \ \wedge \ x_1 + x_2 + x_3 = 9\}$. So stellt z. B. der Vektor x = (3, 3, 3) eine Imputation dar, ebenso aber auch x = (6, 1, 2) oder x = (2, 3, 4).

Zur Auswahl „geeigneter" Auszahlungsvektoren stehen in der kooperativen Spieltheorie eine Vielzahl von Lösungskonzepten (Kap. 5) bereit.

Die Frage danach, welche Lösung sich in der Realität ergeben wird, respektive nach dem „richtigen" Lösungskonzept beantwortet AUMANN (2008) anschaulich, indem er die verschiedenen Lösungskonzepte mit verschiedenen Kartentypen (Straßenkarte, Topologische Karte, Politische Karte, Geologische Karte, usw.) vergleicht. So halten die einzelnen Kartentypen jeweils verschiedene Informationen über ein bestimmtes Gebiet bereit, weshalb die Auswahl eines Kartentyps maßgeblich vom Einsatzzweck (Autoreise, Wanderung, Rohstoffgrabungen, usw.)

[1] Vektoren werden in diesem Beitrag aus Praktikabilitätsgründen durchweg „liegend" anstatt (wie üblich) vertikal dargestellt. Zur besseren Lesbarkeit erfolgt außerdem eine Trennung der einzelnen Vektorwerte durch Kommata.

abhängt. Ähnlich der Kartenanalogie betonen auch die Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie jeweils verschiedene Aspekte einer spieltheoretischen Situation bzw. beleuchten diese aus verschiedenen Blickwinkeln. Eine Eignung ist daher ebenfalls vom Einsatzzweck abhängig, weshalb in Frage kommende Lösungskonzepte (Kap. 5) anhand der jeweiligen Situation (Kap. 6) und festgelegter Kriterien auf Eignung zu prüfen sind (Kap. 7).

4.3 Allokation als Anwendung der kooperativen Spieltheorie

Durch das Erwirtschaften gemeinsamer Vorteile bzw. durch gemeinsam verursachte Kosten ergibt sich in wirtschaftlichen Kooperationen das bereits in Kap. 2.3 angesprochene Verteilungsproblem. Eine Anwendung von Konzepten der kooperativen Spieltheorie wurde in der betriebswirtschaftlichen Literatur bereits mehrfach zur Unterstützung von Allokationsentscheidungen vorgeschlagen.

Häufig stehen dabei Entscheidungen über eine Verteilung einmaliger Projekt- bzw. Investitionskosten, wie sie z. B. regelmäßig bei der Erstellung einer gemeinsam genutzten Infrastruktur anfallen, im Vordergrund. Wissenschaftliche Arbeiten widmen sich hier v. a. den Kosten, die beim Bau von Wasserversorgungsanlagen (Straffin/Heaney 1981; Young 1994, S. 1206-1209), Kraftwerken (Gately 1974), Flughafenlandebahnen (Littlechild/Thompson 1977), Hochhäusern (Ben-Shahar et al. 2006) sowie Eisenbahn- (Fragnelli et al. 1999) oder Kommunikationsnetzen (Granot/Hojati 1990) entstehen.

Auch für das klassische Problem einer verursachungsgerechten Zuteilung von Gemeinkosten auf Kostenträger liegen Untersuchungen vor, die sich Mitteln der kooperativen Spieltheorie bedienen (Shubik 1962; Hamlen et al. 1977, 1980; Balachandran 1981; Lemaire 1984 und Wissler 1997). Die Notwendigkeit einer Allokationsentscheidung ergibt sich hier, weil im Rahmen betrieblicher Wertschöpfungsprozesse Ressourcen in der Regel von verschiedenen Kostenträgern (z. B. Produkten oder Dienstleistungen) gemeinsam genutzt werden. Wissler (1997) zeigt, dass gerade bei dezentraler Unternehmensführung herkömmliche Zuteilungsverfahren zu kurz greifen. Dagegen entfaltet eine Gemeinkostenallokation auf der Basis kooperativer Lösungskonzepte zielkonforme Anreizwirkungen (im Sinne einer effizienten Ressourcennutzung), was wiederum zu einer Steigerung des Unternehmensgewinns führen kann.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung von zwischenbetrieblichen Kooperationen in der Praxis ist es kaum verwunderlich, dass auch auf diesem Gebiet bereits Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie erforscht werden. Die Verteilung von gemeinschaftlich verursachten Kooperationskosten bzw. von gemeinschaftlich erwirtschafteten Kooperationserfolgen erfordert gerade hier Allokationsentscheidungen, die von allen Partnern akzeptiert werden, da sonst die Stabilität einer Kooperationsbeziehung gefährdet ist (TRÖNDLE 1987, S. 20).

Zum einen werden Konzepte der kooperativen Spieltheorie für Verteilungsprobleme angewendet, die bei vertikalen Kooperationsbeziehungen entlang der Wertschöpfungskette entstehen (ZELEWSKI 2007a; BARTHOLDI/KEMAHLIOGLU-ZIYA 2005). Zum anderen werden spieltheoretische Modelle zur Analyse horizontaler Kooperationen von Unternehmen der gleichen Wertschöpfungsstufe eingesetzt. Arbeiten sind hier z. B. auf dem Gebiet der gemeinschaftlichen Beschaffung in Form von Einkaufskooperationen zu finden (SCHOTANUS 2007). Untersuchungen, die auf eine logistische Zusammenarbeit fokussieren, finden sich v. a. bezüglich der Kooperation von Logistikdienstleistern (CRUIJSSEN 2006, S. 145-168, KRAJEWSKA ET AL. 2008, KRAJEWSKA 2008 und ÖZENER/ERGUN 2008).

Üblicherweise greifen diese Anwendungen bei der spieltheoretischen Modellierung von ökonomischen Sachverhalten auf sog. Kostenaufteilungsspiele zurück (YOUNG 1994, S. 1197). Die Koalitionsfunktion wird dabei als diskrete Kostenfunktion c dargestellt, die jeder Koalition K einen Wert $c(K) \geq 0$ zuweist. Diese Werte können als die minimalen Kosten interpretiert werden, „mit denen eine Koalition eine Dienstleistung oder Ähnliches für sich bereitstellen kann“ (WIESE 2005, S. 101). Vereinbarungsgemäß beträgt der Wert der leeren Koalition $c(\emptyset)$ gleich 0. Ein anschauliches Beispiel liefert YOUNG (1995, S. 81-84), indem er drei benachbarte Städte A, B und C betrachtet, die vor der Wahl stehen, ein gemeinsames Wasserwerk oder jeweils eigene Anlagen zu errichten. Auch die Zusammenarbeit von nur zwei Städten ist denkbar. Die Kosten aller alternativen Vorgehensweisen sind in Tab. 3 als Kostenfunktion c dargestellt (in Mio. US-Dollar).

Da bei Kostenspielen keine positiven Werte, sondern Kosten anfallen, sind einige Eigenschaften der Kostenfunktionen etwas anders zu fassen als bei Koalitionsfunktionen.

Eine Kostenfunktion c heißt *subadditiv*, falls für alle disjunkten Koalitionen $R,S \subseteq N$ die Ungleichung $c(R \cup S) \leq c(R) + c(S)$ erfüllt ist (WIESE 2005, S. 110). Ist Subadditivität gegeben, verursachen Koalitionsbildungen Kosteneinsparungen oder sind kostenneutral. Die oben dargestellte Kostenfunktion c (Tab. 3) ist in diesem Sinne subadditiv.

Tab. 3: Kostenfunktion im Beispielfall

$c(\emptyset)$	=	0
$c(\{A\})$	=	11
$c(\{B\})$	=	7
$c(\{C\})$	=	8
$c(\{A,B\})$	=	15
$c(\{A,C\})$	=	14
$c(\{B,C\})$	=	13
$c(\{A,B,C\})$	=	20

Quelle: Angelehnt an das Beispiel in YOUNG 1995, S. 81-84.

Zudem muss die Eigenschaft der *Konvexität* durch die komplementäre Eigenschaft der *Konkavität* ersetzt werden. Diese gilt entsprechend, falls $c(R \cup S) + c(R \cap S) \leq c(R) + c(S)$ für alle R, S $\subseteq$ N (YOUNG 1985a, S.10). Die Kostenfunktion c in Tab. 3 ist damit zwar subadditiv, die Eigenschaft der Konkavität muss jedoch z. B. aufgrund von $c(\{A,B,C\}) + c(\{A\}) = 31 > 29 = c(\{A,B\}) + c(\{A,C\})$ verneint werden.

Um der Idee einer Aufteilung von Kooperationsvorteilen näher zu kommen, ist eine äquivalente Darstellung der Kostenfunktion c als Kostenersparnisfunktion υ ratsam. Diese zeigt für jede Koalition K die Kostenersparnis $\upsilon(K)$ im Vergleich zu einem isolierten Vorgehen an. Formal kann die Kostenersparnisfunktion durch $\upsilon(K) = \sum_{i \in K} c(\{i\}) - c(K)$ für alle $K \subseteq N$ ermittelt werden (YOUNG 1985a, S. 11). Für obige Kostenfunktion ergibt sich damit die in Tab. 4 dargestellte Kostenersparnisfunktion bzw. das korrespondierende Kostenersparnisspiel.

Tab. 4: Kostenersparnisfunktion im Beispielfall

$\upsilon(\emptyset)$	=	0
$\upsilon(\{A\})$	=	0
$\upsilon(\{B\})$	=	0
$\upsilon(\{C\})$	=	0
$\upsilon(\{A,B\})$	=	3
$\upsilon(\{A,C\})$	=	5
$\upsilon(\{B,C\})$	=	2
$\upsilon(\{A,B,C\})$	=	6

Quelle: Eigene Darstellung

Die zu einer subadditiven Kostenfunktion c korrespondierende Kostenersparnisfunktion υ ist sowohl superadditiv als auch nicht-negativ und monoton[1]. Das impliziert für den Beispielfall, dass eine Zusammenarbeit für die Städte lohnend ist und zwar in Form der großen Koalition (YOUNG 1994, S. 1198). Entsprechend der fehlenden Konkavität der korrespondierenden Kostenfunktion c ist auch eine Konvexität von υ nicht gegeben, da bspw. $\upsilon(\{A,B,C\}) + \upsilon(\{A\}) = 6 < 8 = \upsilon(\{A,B\}) + \upsilon(\{A,C\})$ gilt, was der Konvexitätsbedingung $\upsilon(R \cup S) + \upsilon(R \cap S) \geq \upsilon(R) + \upsilon(S)$ widerspricht.

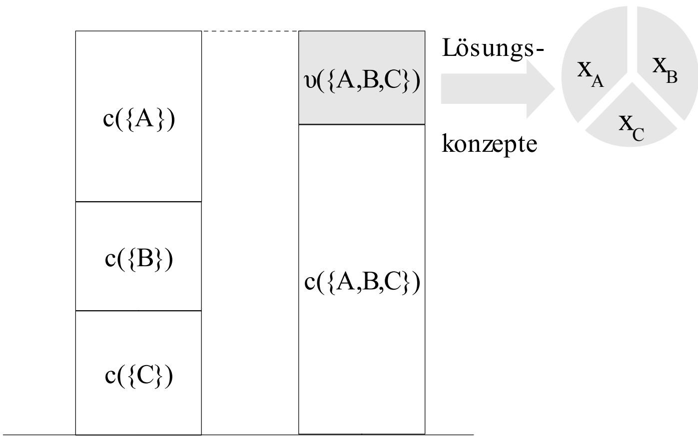

Abb. 5: Kosten, Kostenersparnis und Verteilung

Quelle: Eigene Darstellung

Um die Städte – oder allgemeiner Spieler – zu einer Zusammenarbeit zu motivieren, darf die ihnen aufgebürdete Kostenlast nicht größer sein als im Falle isolierten Handelns. Diese Forderung führt auf das Problem der Verteilung. Die Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie können zur Allokation der (durch die große Koalition N verursachten) Kosten c(N) respektive der erwirtschafteten Kostenersparnis $\upsilon(N)$ auf die einzelnen Kooperationspartner herangezogen werden (siehe Abb. 5).

4.4 Eignung spieltheoretischer Konzepte zur Allokation

Eine Verteilung gemeinschaftlich verursachter Kosten oder Einsparungen kann auch mittels einfacher Regeln vorgenommen werden, die auf den ersten Blick plausibel und v. a. praktikabel erscheinen. Hierzu zählen bspw. die Methode der Gleichverteilung, die einen gemeinsamen „Kuchen“ in (absolut) gleiche Stücke teilt. Auch die Verteilung proportional zu einer wichtigen Bezugsgröße ist eine einfache Methode, die in der betriebswirtschaftlichen Forschung und

[1] Für die Beweise siehe WIESE 2005, S. 101.

Praxis häufig zum Einsatz kommt (z. B. beim Problem der Gemeinkostenverteilung).

Bei näherer Analyse dieser einfachen Verteilungsregeln ergeben sich jedoch schnell gravierende Probleme. Eine Gleichverteilung wird wohl kaum als „faire" Lösung gelten, falls die an der Kooperation Beteiligten unterschiedliche Beiträge zur Erzielung des Kooperationsergebnisses liefern. Bei einer Kostenallokation besteht zudem die Gefahr, dass die Regel der Gleichverteilung dazu führt, dass einigen Beteiligten höhere Kosten zugeteilt werden, als sie im Nicht-Kooperationsfall tragen müssten. Für rationale Entscheider wäre damit der Anreiz für eine Kooperation erloschen. Bei einer proportionalen Aufteilung stellt sich die Frage nach der Wahl der geeigneten Bezugsgröße. Diese Wahlmöglichkeit gibt dem Vorwurf der Verteilungswillkür Raum, da die üblichen, aus der unternehmensinternen Kostenrechnung gewonnenen Bezugsgrößen die Ursachen der kooperationsbedingten Kostenersparnis nicht abbilden können. Zudem werden Rationalitätspostulate hinsichtlich der Verteilungsergebnisse nicht berücksichtigt.

Verteilungsregeln, die auf den Methoden der kooperativen Spieltheorie basieren, haben hier entscheidende Vorteile. Einerseits berücksichtigen diese Lösungskonzepte explizit Rationalitätspostulate, die hinsichtlich einer Stabilität der Kooperation von hervorragender Bedeutung sind. Andererseits operationalisiert die kooperative Spieltheorie die Forderung nach Fairness konkret in Form von Axiomen, die die Grundlage einzelner Lösungskonzepte darstellen. Verursachungsgerechte Lösungen werden außerdem an den Beiträgen der Koalitionspartner zur Kostenersparnis orientiert, die sich auf die zugrunde gelegte Koalitionsfunktion stützen. Dem Einwand einer willkürlichen bzw. unfair empfundenen Verteilung kann somit durch die Nutzung spieltheoretisch-kooperativer Konzepte vorgebeugt werden. Gerade für eine Verteilung von Kooperationsergebnissen scheinen daher diese Lösungskonzepte bestens geeignet.

5 Ausgewählte Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie

Aufgrund der Vielfalt von Lösungskonzepten der kooperativen Spieltheorie wird im Folgenden zunächst versucht, die Konzepte nach sinnvollen Kriterien zu systematisieren. Danach werden ausgewählte Konzepte vorgestellt, die im Hinblick auf das angesprochene Verteilungsproblem vielversprechend erscheinen.

5.1 Systematisierung

In der einschlägigen Literatur wird eine grundlegende Einteilung der Lösungskonzepte häufig nach dem Kriterium der Anzahl der ermittelten Lösungen vorgenommen (HOLLER/ILLING (2005, S. 276)). Lösungskonzepte, die eine eindeutige Lösung bestimmen, werden dort als Wertansätze (=punktwertige Konzepte) bezeichnet. Mengenansätze hingegen sind dadurch charakterisiert, dass sie im Allgemeinen keinen eindeutigen Lösungsvektor generieren, sondern lediglich die Menge aller möglichen Lösungen reduzieren. Für Aufteilungszwecke scheinen Wertansätze geeigneter, da im Gegensatz zu Mengenansätzen ein eindeutiger Zuteilungsvektor berechnet wird. Weitere Entscheidungen zur Auswahl einer bestimmten Lösung sind naturgemäß nicht erforderlich.

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Eigenschaften der betrachteten Koalitionsfunktion bzw. der Koalitionsspiele ebenfalls Einfluss auf die Anzahl möglicher Lösungen haben. Bspw. ist der Nucleolus (SCHMEIDLER 1969) grundsätzlich als Mengenansatz zu klassifizieren. Werden allerdings nur wesentliche Spiele (Kap. 4.1) betrachtet, liefert der Nucleolus stets genau einen Auszahlungsvektor (SCHMEIDLER 1969, S. 1164) und ist somit für diese Spielklasse als Wertansatz zu verstehen (Tab. 5). Zudem ist die Existenz einer Lösung bzw. Lösungsmenge bei der Anwendung einiger Lösungskonzepte keinesfalls gesichert. In konvexen Spielen (Kap. 4.1) ist bspw. die Existenz des Kerns, ebenfalls ein Mengenansatz, gewährleistet. In der Klasse der wesentlichen Spiele ist dies nicht notwendigerweise der Fall, da hier auch die Möglichkeit eines leeren Kerns besteht (Kap. 5.2.1).

Tab. 5: Systematisierung von Lösungskonzepten der kooperativen Spieltheorie

Mengenansätze	Wertansätze
Kern	Shapley-Wert
Stabile Mengen (=Von-Neumann-Morgenstern-Lösung)	τ-Wert
	Methode der marginalen Beiträge
Verhandlungsmengen	Banzhaf-Index
Kernel	Deegan-Packel-Index
Nucleolus	

Quelle: Eigene Darstellung (inhaltlich angelehnt an Holler/Illing 2005 S. 276-338)

5.2 Darstellung ausgewählter Lösungskonzepte

Damit ausgewählte Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie für den konkreten Praxisfall einer Distributionskooperation (Kap. 6) auf Eignung untersucht werden können, sollen diese im Folgenden zunächst vorgestellt werden. Um dabei eine graphische Darstellung der Lösungskonzepte zu ermöglichen, wird auf die exemplarische Spielsituation aus Kap. 4.3 mit drei Spielern zurückgegriffen.

Obwohl der Kern als Mengenansatz nur im Ausnahmefall eine eindeutige Lösung ermittelt, kann auf seine Darstellung und Analyse nicht verzichtet werden. Da der Kern als spieltheoretisches Basiskonzept einen Gradmesser für andere Lösungskonzepte bildet, ist er vielmehr als erstes Verfahren vorzustellen (Kap. 5.2.1). Ihm folgen die prominente und vieldiskutierte Shapley-Lösung (Kap. 5.2.2), deren Attraktivität aus einer gelungenen Kombination von Durchschnitts- und Marginalbetrachtung resultiert, sowie der τ-Wert (Kap. 5.2.3), der eine eingängige Kompromisslösung für Allokationsprobleme anbietet. Abschließend wird mit der Methode der marginalen Beiträge (Kap. 5.2.4) ein weiteres punktwertiges Lösungskonzept vorgestellt, das durch seine einfache Handhabung besticht.

Verzichtet wird dagegen auf eine Erläuterung des klassischen Konzepts der stabilen Mengen (von Neumann, Morgenstern 1953, S. 264), dessen Nutzung aufgrund der sehr beschwerlichen Anwendung kaum praktikabel ist (Wiese 2005, S. 177-184). Da ein allgemeingültiger Ermittlungsalgorithmus fehlt[1] (Wiese 2005, S. 177), wird auch der Nucleolus (Schmeidler 1969) nicht

[1] Die angewendeten Verfahren, die mit Hilfe von hintereinander geschalteten linearen Programmen den ganzen Raum der möglichen Auszahlungsvektoren x nach dem Nucleolus absuchen, sind durchweg sehr aufwendig und vor allem rechenintensiv (vgl. Karagök 2006). Die Anzahl der Variablen und Nebenbedingungen sowie die Anzahl der notwendigen linearen Programme steigt mit zunehmender

näher untersucht. Gleichfalls können Konzepte wie der Kernel oder die sog. Verhandlungsmengen unberücksichtigt bleiben, da ihre Lösungen zum Einen mathematisch nur schwer zu bestimmen sind und da sie zum Andern als Mengenansätze meist zu keiner eindeutigen Allokationsentscheidung führen (HOLLER/ILLING 2005, S. 292-299). Der von KRAJEWSKA/KOPFER (2006) und KRAJEWSKA (2008) vorgeschlagene Ansatz zur Verteilung von Kooperationsgewinnen auf der Basis von Collaboration-Advantage-Indices (CAI) verbindet konzeptionell kombinatorische Auktionen mit Elementen der kooperativen Spieltheorie. Das dreistufige Kollaborationsmodell ist auf eine dezentrale Lösung des Dispositionsproblems ausgelegt (vgl. KRAJEWSKA/KOPFER 2006, S. 307) und wird hier nicht weiter untersucht.[1] Keine Berücksichtigung finden zudem die sog. Machtindizes (bspw. der Banzhaf-Index), weil diese Verfahren vorwiegend für eine Analyse von Abstimmungsverhalten in Gremien und Versammlungen konzipiert sind (HOLLER/ILLING 2005, S. 317). Für die Lösung ökonomischer Allokationsprobleme sind sie dagegen weitgehend ungeeignet.

5.2.1 Der Kern

Der Kern C eines Spiels Γ bzw. der zugehörigen Koalitionsfunktion υ ist definiert als die Menge derjenigen Auszahlungsvektoren x, die die Bedingungen $\sum_{i \in N} x_i = \upsilon(N)$ und $\sum_{i \in K} x_i \geq \upsilon(K)$ für alle K ⊂ N erfüllen. Der Kern C(Γ) bzw. C(N,υ) schränkt den durch die Imputationen I(Γ) aufgespannten Lösungsraum (Kap. 4.2) weiter ein. Er tut dies, indem er neben den bekannten Bedingungen der *Paretoeffizienz bzw. kollektiven Rationalität* (keine Blockade durch die große Koalition) und der *individuellen Rationalität* (keine Blockade durch Einerkoalitionen) zusätzlich fordert, dass auch die Koalitionen im engeren Sinne keinen Anreiz zur Blockade haben (WIESE 2005, S.60). Diese weitergehende Bedingung wird auch als *Koalitionsrationalität* bezeichnet (HOLLER/ILLING 2005, S. 280). Eine Koalition K mit $\sum_{i \in K} x_i < \upsilon(K)$ hätte einen Anreiz, den Auszahlungsvektor x zu blockieren, da sie durch Bildung der Koalition K den Wert υ(K) realisieren könnte und damit ihre Position um $\upsilon(K) - \sum_{i \in K} x_i$ verbessern würde. Der Kern umfasst also gerade diejenigen Auszahlungsvektoren, die zulässig und durch keine einzige Koalition blockierbar sind (WIESE 2005, S. 146).

Spielerzahl n exponentiell (2^n) an; bereits eine Ermittlung des Nucleolus bei n=4 Spielern kann damit sehr aufwendig sein.

[1] Nach BERGER (2009, S. 101) ist die CAI-basierte Vorteilsverteilung anreizkompatibel, aber nicht zwingend leistungsgerecht.

$$C(N,\upsilon)=\{x \mid \sum_{i\in N} x_i=\upsilon(N) \ \wedge \ \sum_{i\in K} x_i \geq \upsilon(K) \ \ \forall \ \ K\subset N\} \tag{5.1}$$

Im obigen Beispiel eines Kostenersparnisspiels υ (Tab. 4) enthält der Kern C(υ) bspw. alle Auszahlungsvektoren (x_A, x_B, x_C), die $x_A + x_B + x_C = 6$ sowie $x_A + x_B \geq 3$, $x_A + x_C \geq 5$ und $x_B + x_C \geq 2$ erfüllen. Aus den Ungleichungen lässt sich folgern, dass $x_A \leq 4$, $x_B \leq 1$ und $x_C \leq 3$ gelten muss. Im Falle von 3 Spielern lässt sich der Kern (Abb. 6) anschaulich durch ein Auszahlungsdreieck[1] (Simplex) darstellen (HOLLER/ILLING 2005, S. 285). Dabei kann die Fläche des gesamten Auszahlungsdreiecks als Lösungsraum der Imputationen interpretiert werden, der durch die Forderung der Koalitionsrationalität auf die stabilen Lösungen des Kerns eingeschränkt wird.

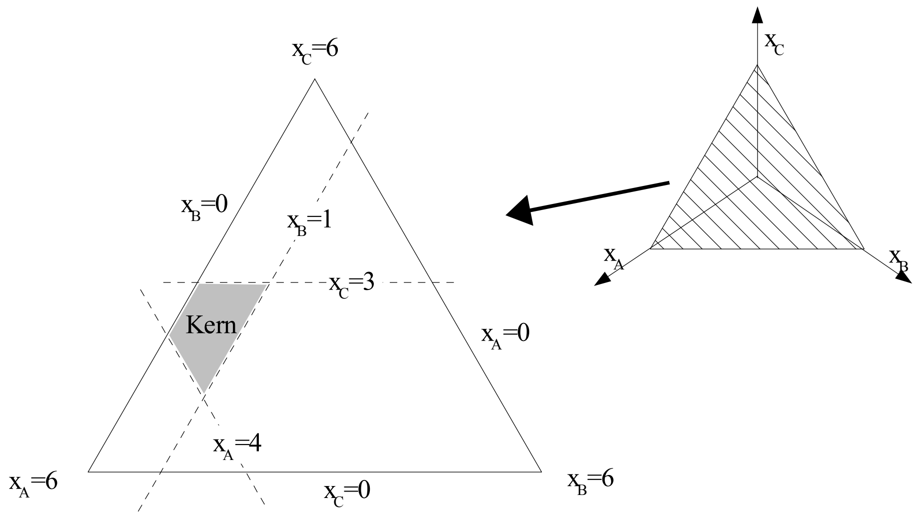

Abb. 6: Kern eines Spiels mit 3 Spielern
Quelle: Angelehnt an Simplex-Darstellungen bei HOLLER/ILLING (2005), LEMAIRE (1984, S. 67)

Neben dem gewichtigen Vorteil, stabile Lösungen zu generieren, beinhaltet das Lösungskonzept des Kerns auch Nachteile. So liefert der Kern als Mengenkonzept zwar einen Lösungsraum, jedoch keine weiteren Informationen darüber, welcher Auszahlungsvektor aus der unendlich großen Menge stabiler Lösungen zu wählen ist. Zudem ist die Existenz des Kerns selbst in wesentlichen Spielen nicht gewährleistet. Die Möglichkeit eines leeren Kerns stellt jedoch ein gravierendes Problem dar, da in solchen Spielen keinerlei stabile Lösungen existieren. Lediglich in der Klasse der konvexen Spiele ist stets ein nicht-leerer Kern vorhanden (SHAPLEY 1971, S. 21-22). Es wird deutlich, dass sich der Kern, zumindest hinsichtlich eindeutiger Allokationsentscheidungen, weniger als eigenständiges Lösungskonzept eignet. Seine Bedeutung

[1] Wie Abb. 6 zeigt, ist der Imputationsraum bei 3 Spielern eine Hyperebene im 3-dimensionalen Raum. Diese kann vereinfacht als Auszahlungsdreieck (Simplex) dargestellt werden. Die Schnittfläche der Halbebenen (gegeben durch $x_A \leq 4$, $x_B \leq 1$ und $x_C \leq 3$), die im Imputationsraum (Auszahlungsdreieck) liegt, bildet den Kern.

für die hier untersuchte Fragestellung gewinnt der Kern vielmehr, weil sich daraus eine Mindestanforderung an jegliche punktwertige Lösungskonzepte ableiten lässt.

5.2.2 Die Shapley-Lösung

Der Shapley-Wert (Shapley 1953) bzw. die Shapley-Lösung (Wiese 2005, S. 197) basiert auf der Grundidee, gemeinsam erwirtschaftete Vorteile gemäß der marginalen Beiträge, die Spieler beim Eintritt in eine Koalition K erzielen können, zu verteilen. Der marginale Beitrag, den Spieler i bezüglich einer Koalition K leistet, ist durch $\upsilon(K)-\upsilon(K\setminus\{i\})$ zu bestimmen.

Da die Reihenfolge des Zustandekommens der Koalitionen maßgeblich über die marginalen Beiträge der Spieler entscheidet, berücksichtigt die Shapley-Lösung alle möglichen Reihenfolgen $RF=(\rho_1,\rho_2,\ldots,\rho_{n!})$ des Zustandekommens der großen Koalition[1] mit gleicher Wahrscheinlichkeit. Bei der Berechnung der Shapley-Lösung wird zunächst für jeden Spieler i die Summe seiner marginalen Beiträge in allen Reihenfolgen RF addiert: $\sum_{\rho\in RF}[\upsilon(K_i(\rho))-\upsilon(K_i(\rho)\setminus\{i\})]$. Um Spieler i den Durchschnitt seiner marginalen Beiträge zuzuweisen, ist die Summe der marginalen Beiträge aller Reihenfolgen durch die Anzahl der Reihenfolgen n! zu dividieren. Daraus folgt für die Shapley-Lösung die folgende Berechnungsvorschrift (Wiese 2005, S. 215):

$$\psi_i^{SH}(\upsilon)=\frac{\sum_{\rho\in RF}[\upsilon(K_i(\rho))-\upsilon(K_i(\rho)\setminus\{i\})]}{n!} \tag{5.2}$$

Aufgrund der Gleichheit der $K_i(\rho)$ in vielen Reihenfolgen, kann (5.2) zur folgenden äquivalenten Formel (5.3) umgeformt werden (Wiese 2005, S. 215-216). Der Bruch in (5.3) kann dabei als Wahrscheinlichkeit gedeutet werden, dass Spieler i den marginalen Beitrag $\upsilon(K)-\upsilon(K\setminus\{i\})$ erhält (Wiese 2005, S. 216).

$$\psi_i^{SH}(\upsilon)=\sum_{K\subseteq N,K\ni i}\frac{(|K|-1)!(|N|-|K|)!}{|N|!}[\upsilon(K)-\upsilon(K\setminus\{i\})],\quad i\in N\,^{2} \tag{5.3}$$

Der besondere Reiz der Shapley Lösung liegt darin, dass die ermittelte Lösung auch anhand von Axiomen spezifiziert werden kann. So zeigt Shapley (1953), dass der nach ihm benannte

[1] Bei n Spielern sind stets n! mögliche Reihenfolgen RF denkbar. Bei den 3 Spielern A, B und C bspw. die 3!=6 Reihenfolgen ρ_1=(A,B,C), ρ_2=(A,C,B), ρ_3=(B,A,C), ρ_4=(B,C,A), ρ_5=(C,A,B) und ρ_6=(C,B,A).

[2] Für Kostenspiele gilt entsprechend: $\psi_i^{SH}(c)=\sum_{K\subseteq N,K\ni i}\frac{(|K|-1)!(|N|-|K|)!}{|N|!}[c(K)-c(K\setminus\{i\})],\ i\in N$.

Wert das einzige Lösungskonzept ist, welches die Axiome der Paretoeffizienz, der Symmetrie, der Additivität ebenso wie das Axiom über den Nullspieler erfüllt[1].

Das Pareto-Axiom (5.4) sichert für die Shapley-Lösung die Paretoeffizienz im Sinne einer vollständigen Aufteilung von $\upsilon(N)$:

$$\sum_{i \in N} \psi_i(\upsilon) = \upsilon(N) \tag{5.4}$$

Das Symmetrie-Axiom (5.5) stellt sicher, dass zwei Spieler i und j, die die gleichen Beiträge leisten, unabhängig von ihrer Identität auch gleich entlohnt werden:

$$\psi_i(\upsilon) = \psi_j(\upsilon) \quad \textit{falls} \quad \upsilon(K) - \upsilon(K \setminus \{i\}) = \upsilon(K) - \upsilon(K \setminus \{j\}) \quad \textit{für alle} \quad K \subseteq N \tag{5.5}$$

Das Nullspieler-Axiom (5.6) fordert, dass Spieler, die keinerlei Beiträge zu Koalitionen leisten, auch keinerlei Entlohnung erhalten:

$$\psi_i(\upsilon) = 0 \quad \textit{falls} \quad \upsilon(K) - \upsilon(K \setminus \{i\}) = 0 \quad \textit{für} \quad \textit{alle} \quad K \subseteq N \tag{5.6}$$

Das Additivitätsaxiom (5.7) fordert, dass die Summe der Lösungen zweier Spiele $\Gamma(N,\upsilon)$ und $\Gamma(N,\omega)$ gleich der Lösung aus der Summe der beiden Spiele ist:

$$\psi_i(\upsilon + \omega) = \psi_i(\upsilon) + \psi_i(\omega) \tag{5.7}$$

Die Shapley-Lösung hat sowohl aufgrund der eleganten Axiomatik als auch wegen des Konzepts der Grenzbeiträge und der einfachen mathematischen Handhabbarkeit weite Verbreitung gefunden (HART 2008).

Durch die Anwendung von (5.3) auf die Koalitionsfunktionen aus Tab. 3 (Kostenfunktion) und Tab. 4 (Kostenersparnisfunktion) ergibt sich die Shapley-Lösung[2] in Tab. 6:

[1] Für weitere Axiomensysteme, unter denen die Shapley-Lösung ebenfalls axiomatisiert, siehe WIESE 2005, S. 213-214.

[2] Zu beachten ist, dass die zugeteilte Kostenersparnis $\psi_i^{SH}(\upsilon)$ ebenfalls durch die Differenz aus $\psi_i^{SH}(c) - c(\{i\})$ ermittelbar ist. Für Spieler A ergibt sich bspw. eine Ersparnis von $\psi_A^{SH}(c) - c(\{A\})$ =11–8,33=2,67.

Tab. 6: Shapley-Lösung im Beispielfall

Spieler i	Kostenzuteilung $\psi_i^{SH}(c)$	Kostenersparnis $\psi_i^{SH}(\upsilon)$
A	8,33	2,67
B	5,83	1,17
C	5,83	2,17

Quelle: Eigene Darstellung

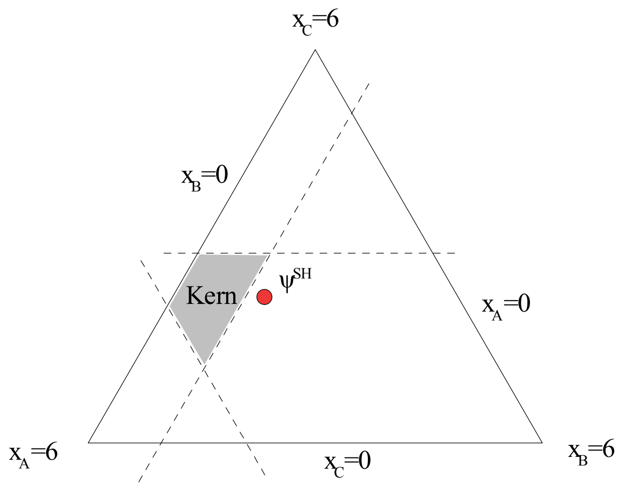

Abb. 7: Shapley-Lösung eines Kostenersparnisspiels
Quelle: Angelehnt an die Simplex-Darstellungen bei HOLLER/ILLING (2005)

Aufgrund der fehlenden Konvexitätseigenschaft von υ ist eine Lage innerhalb des Kerns nicht garantiert (siehe Kap. 4.3 bzw. Kap. 7.2.2). Tatsächlich liegt die Shapley-Lösung $\psi_i^{SH}(\upsilon)$ hier außerhalb des Kerns C des Kostenersparnisspiels (N,υ) (Abb. 7), weil $\psi_A^{SH}(\upsilon)+\psi_C^{SH}(\upsilon)= 2{,}67+2{,}17=4{,}84<5{,}00=\upsilon(\{A,C\})$ gilt. Die Spieler A und C könnten sich also durch eine gemeinsame Koalition ohne Spieler B um $\upsilon(\{A,C\})-(\psi_A^{SH}(\upsilon)+\psi_C^{SH}(\upsilon))=5{,}00-4{,}84=0{,}16$ verbessern und gefährden daher die Stabilität der großen Koalition.

5.2.3 Der τ-Wert

Der von STEF TIJS entwickelte τ-Wert (TIJS 1981; vgl. auch ZELEWSKI 1987, 2009) geht im Vergleich zur Shapley-Lösung einen völlig anderen Weg: Er legt zunächst für alle Spieler spieltheoretisch begründete Allokationsober- und -untergrenzen fest. Aus diesem Lösungsbereich ist anschließend der einzige Auszahlungsvektor zu wählen, der zur Menge der Imputationen gehört. Somit erhält man eine paretoeffiziente und individuell rationale Lösung, die einem Kompromissvorschlag gleichkommt. Die folgenden Ausführungen orientieren sich an TIJS (1987).

Die Obergrenze $M_i^\tau(\upsilon)$ wird durch die sog. Utopie-Auszahlung markiert. Dies ist der marginale Beitrag, den Spieler i zur großen Koalition beiträgt. Falls ein Spieler i eine höhere Auszahlung als $M_i^\tau(\upsilon)$ erhält, könnten die anderen Spieler ihre Situation verbessern, indem sie diesen Spieler aus der großen Koalition ausschließen.

$$M_i^\tau(\upsilon) \;=\; \upsilon(N)-\upsilon(N\setminus\{i\}) \tag{5.8}$$

Die Bildung von Außenseiterkoalitionen S mit $|S|<|N| \wedge |S|>1$ ist für Spieler dann attraktiv, falls ein Spieler $i \in S$ willens ist, den übrigen Koalitionspartnern $j \in S$ ihre Utopie-Auszahlung zu garantieren. Dem Spieler i bleibt somit in jedem Fall ein Restbetrag $R_\upsilon(S,i)$ in Höhe von

$$R_\upsilon(S,i) \;=\; \upsilon(S)-\sum_{j\in S\setminus\{i\}} M_j(\upsilon)\,. \tag{5.9}$$

Aus diesen möglichen Außenseiterkoalitionen S wird Spieler i nun diejenige auswählen, die ihm einen maximalen Restbetrag verspricht. Da Spieler i durch die Bildung einer Außenseiterkoalition in jedem Fall diese Auszahlung realisieren kann (=Drohpotenzial), stellt dieser Betrag dessen absolute Wert-Untergrenze $m_i^\tau(\upsilon)$ dar.

$$m_i^\tau(\upsilon) \;=\; \max_{S\ni i} R_\upsilon(S,i) \;=\; \max_{S\ni i}\left\{\upsilon(S)-\sum_{j\in S\setminus\{i\}} M_j^\tau(\upsilon)\right\} \tag{5.10}$$

Um den τ-Wert $\psi^\tau(\upsilon)$ zu ermitteln, ist schließlich diejenige Linearkombination aus dem oberen Vektor $M^\tau(\upsilon)$ und dem unteren Vektor $m^\tau(\upsilon)$ zu bestimmen, die einen paretoeffizienten Auszahlungsvektor gewährleistet (Abb. 8). Somit ergibt sich

$$\psi^\tau(\upsilon) \;=\; m^\tau(\upsilon)+\alpha_\upsilon(M^\tau(\upsilon)-m^\tau(\upsilon))\,, \tag{5.11}$$

wobei

$$\alpha_{\upsilon} = \begin{cases} 0 & , \textit{ wenn } M^{\tau}(\upsilon) = m^{\tau}(\upsilon) \\ \dfrac{\upsilon(N) - \sum\limits_{i=1}^{n} m_i^{\tau}(\upsilon)}{\sum\limits_{i=1}^{n} M_i^{\tau}(\upsilon) - \sum\limits_{i=1}^{n} m_i^{\tau}(\upsilon)} & , \textit{ sonst}. \end{cases} \tag{5.12}$$

Für die obige Kostenersparnisfunktion υ (Tab. 4) ergibt sich beispielsweise die in Tab. 7 dargestellte Allokationslösung.

Tab. 7: τ-Wert im Beispielfall

Spieler i	Unterer Wert $m_i^{\tau}(\upsilon)$	Oberer Wert $M_i^{\tau}(\upsilon)$	Faktor α_{υ}	τ-Wert $\psi_i^{\tau}(\upsilon)$
A	2,00	4,00		3,20
B	0,00	1,00	0,60	0,60
C	1,00	3,00		2,20

Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 8 verdeutlicht den Kompromiss-Charakter[1] des τ-Wertes und zeigt, dass die Allokationslösung für obige Koalitionsfunktion υ im Kern liegt.

Die Verteilung der Kosten im korrespondierenden Kostenspiel (Tab. 4) kann nun indirekt mithilfe der errechneten Kostenersparnisallokation $\psi^{\tau}(\upsilon)$ ermittelt werden, indem die Differenz aus den Stand-Alone-Kosten und der ermittelten Kostenersparnisallokation bestimmt wird $(\psi_i^{\tau}(c) = c(\{i\}) - \psi_i^{\tau}(\upsilon))$. Auch eine direkte Ermittlung des τ-Werts für Kostenspiele (N,c) ist möglich. Hierzu kann auf die von Tijs/Driessen (1986, S. 1022) eingeführte Cost-Gap-Methode zurückgegriffen werden[2].

---

[1] Der τ-Wert ist hier als Schnittpunkt der (Hyper-)Ebene der Imputationen mit der Geraden, die durch die Endpunkte $m^{\tau}(\upsilon)$ und $M^{\tau}(\upsilon)$ definiert ist, dargestellt.

[2] Auf eine ausführliche Darstellung der Cost-Gap-Methode soll aufgrund der gebotenen Kürze verzichtet werden. Zudem sei angemerkt, dass eine Bestimmung des τ-Wertes eines Kostenspieles (N,c) auch über $\psi^{\tau}(c) = -\psi^{\tau}(-c)$ erfolgen kann (Tijs/Otten 1993, S. 20).

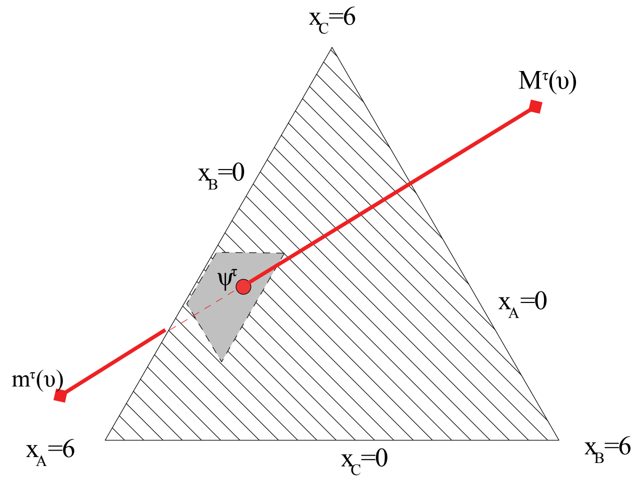

Abb. 8: τ-Wert als effiziente Linearkombination

Quelle: Angelehnt an TIJS (1987, S. 179) modifizierte Darstellung

5.2.4 Die ACA-Methode oder Allokation nach marginalen Beiträgen zu N

Ein weiteres vieldiskutiertes Lösungskonzept stellt die Alternate-Cost-Avoided-Methode[1] dar (GATELY 1974, STRAFFIN/HEANEY 1981, OTTEN 1993, YOUNG 1994). Die ACA-Methode verteilt die gemeinsam verursachten Kosten c(N) mit Hilfe eines zweistufigen Verfahrens (die folgenden Ausführungen orientieren sich an TIJS/DRIESSEN (1986, S. 1019) bzw. YOUNG (1985a, S. 12-13)). In einem ersten Schritt werden den Spielern dabei zunächst ihre separablen Kosten zugerechnet. Diese sind definiert durch den marginalen Kostenbeitrag (Grenzkosten) des Spielers i zur großen Koalition N:

$$s_i = c(N) - c(N \setminus \{i\}) \tag{5.13}$$

Die Differenz zwischen den Kosten der großen Koalition und der Summe der separablen Kosten

$$g(N) = c(N) - \sum_{i=1}^{N} s_i \tag{5.14}$$

wird als nicht-separable Kosten g(N) bezeichnet. Diese sind nun in einem zweiten Schritt den Spielern i mittels Gewichten w_i zuzuteilen. Damit ergibt sich ein Auszahlungvektor

[1] Im Folgenden kurz als ACA-Methode bezeichnet. Bei TIJS/DRIESSEN (1986, S. 1019) bzw. STRAFFIN/HEANEY (1981, S. 40) wird sie auch als Alterna**tive**-Cost-Avoided-Methode bezeichnet.

$$\psi_i^{SC}(c) \;=\; s_i + g(N)\frac{w_i}{\sum\limits_{i=1}^{N} w_i}\,. \tag{5.15}$$

Zur Wahl der Gewichte w stehen diverse Methoden zur Auswahl. So schlägt die Equal-Charge-Methode eine Gleichverteilung der nicht-separablen Kosten g(N) vor, indem jedem Spieler das Gewicht 1 beigemessen wird. Eine weniger willkürliche Wahl bietet die ACA-Methode an (YOUNG 1994, S. 1201). Sie berücksichtigt bei der Allokation der nicht-separablen Kosten g(N) die „alternativen" Kosten c({i}), die jeder Spieler i im Nicht-Kooperationsfall zu tragen hätte. Dazu wird der Begriff der im Kooperationsfall vermiedenen Kosten r_i =c({i})-s_i eingeführt. Die Verteilung erfolgt proportional zu den vermiedenen Kosten r_i:

$$\psi_i^{ACA}(c) \;=\; s_i + g(N)\frac{r_i}{\sum\limits_{i=1}^{N} r_i} \;=\; s_i + g(N)\frac{c(\{i\})-s_i}{\sum\limits_{i=1}^{N}[c(\{i\})-s_i]} \tag{5.16}$$

Die resultierende Kosteneinsparung der einzelnen Spieler i kann durch die Differenz $c(\{i\})-\psi_i^{ACA}(c)$ ermittelt werden. Für die Kostenfunktion aus Tab. 3 ergibt sich bspw. folgende Allokation:

Tab. 8: Kostenallokation mit der ACA-Methode im Beispielfall

Spieler i	separable Kosten s_i	nicht-separable Kosten $g(N)$	vermiedene Kosten r_i	Kosten-zuteilung $\psi_i^{ACA}(c)$	Kosten-ersparnis $c(\{i\})-\psi_i^{ACA}(c)$
A	7		4	8,00	3,00
B	6	2	1	6,25	0,75
C	5		3	5,75	2,25

Quelle: Eigene Darstellung

Um das Vorgehen der ACA-Methode transparenter zu machen, ist eine Formulierung in Begriffen des korrespondierenden Kostenersparnisspiels υ vorteilhaft. So kann gezeigt werden (YOUNG 1985a, S. 12-13), dass die ACA-Methode eine Verteilung der Kostenersparnis υ(N) proportional zu den marginalen Kostenersparnissen (Grenzbeiträgen zur großen Koalition)

$$M_i(\upsilon)=\upsilon(N)-\upsilon(N\setminus i) \tag{5.17}$$

vornimmt und somit in Kostenersparnisbegriffen auch wie folgt formuliert werden kann:

$$\psi_i^{MB}(\upsilon) = \upsilon(N)\frac{M_i(\upsilon)}{\sum_{i=1}^{N} M_i(\upsilon)} \tag{5.18}$$

Diese Darstellung verdeutlicht, dass es sich bei der ACA-Methode bzw. der Allokation nach marginalen Beiträgen zur großen Koalition (ähnlich dem τ-Wert) um eine Kompromiss-Lösung in Form der effizienten Linearkombination aus zwei Extremwerten handelt (Abb. 9). Im Falle der Kostenersparnisfunktion υ wird der obere Extremwert – wie beim τ-Wert – durch den Vektor der marginalen Beiträge zur großen Koalition $M(\upsilon)=(M_1(\upsilon), M_2(\upsilon), \ldots, M_n(\upsilon))$ operationalisiert. Der untere Extremwert ist durch den Vektor der Ersparnisse bei Nicht-Kooperation $m(\upsilon)=\upsilon(\{i\})=(\upsilon(\{1\}), \upsilon(\{2\}), \ldots, \upsilon(\{3\}))$ gegeben. Da in Kostenersparnisspielen Γ=(N,υ) durch Nicht-Kooperation üblicherweise keine Kostenersparnis erzielt werden kann, entspricht der Ersparnisvektor in diesem Fall dem Nullvektor $m(\upsilon)=(0,0,\ldots,0)$.

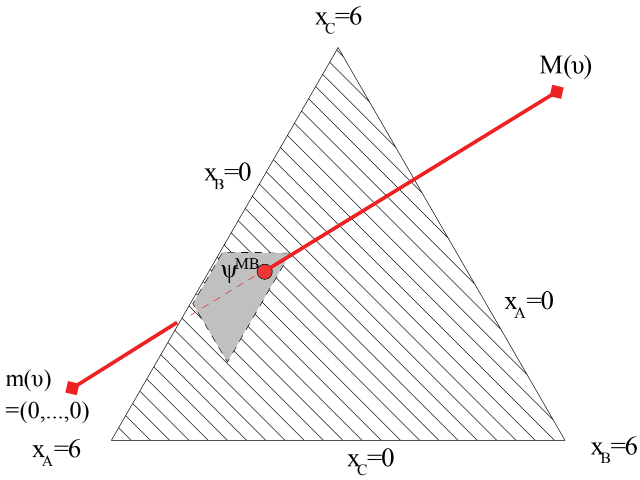

Abb. 9: Konzept der marginalen Beiträge als effiziente Linearkombination

Quelle: Angelehnt an Otten (1993, S. 179), modifizierte Darstellung

Die Methode der Verteilung nach marginalen Beiträgen zu N (respektive die ACA-Methode) kann als „einfache“ Variante des τ-Wertes interpretiert werden, die sowohl auf eine Operationalisierung des Drohpotenzials einzelner Spieler als auch auf eine Einbeziehung der Koalitionen K mit 1<|K|<|N|-1 verzichtet. Tatsächlich kann gezeigt werden, dass der τ-Wert (bzw. die Cost-Gap-Methode) und die Methode der marginalen Beiträge zu N (bzw. die ACA-Methode) für semi-konvexe[1] Spiele zu identischen Ergebnissen führt (Tijs/Driessen 1986, S. 1022).

[1] Semi-Konvexität liegt vor, falls $\min_{S;i\in S}\{c(S)-\sum_{i\in S} s_i\} = c(\{i\})-s_i \geq 0$ für alle $i \in N$ gilt (Tijs/Driessen 1986, S. 1022).

6 Kooperative Transportdisposition als kooperatives Spiel (Praxisbeispiel)

Die Anwendbarkeit der kooperativen Spieltheorie sowie die Eignung der kooperativen Lösungskonzepte soll im Folgenden für den Praxisfall der in Kap. 1.2 vorgestellten Distributionskooperation (Pankratz/Steinlein 2008, S. 163) diskutiert werden. Dazu wird zunächst die Realsituation dargestellt und eine Modellierung des Verteilungsproblems in Form eines kooperativen Spiels versucht. Um eine Beurteilung der vorgestellten Lösungskonzepte bezüglich des realen Falls vornehmen zu können, werden in einem zweiten Schritt Kriterien festgelegt, die hinsichtlich des Praxisfalles eine Beurteilung erlauben. Die Erfüllung der festgelegten Kriterien ist schließlich in einem dritten Schritt anhand der auf den Realfall angewandten Lösungskonzepte zu prüfen. Die Anwendung geschieht dabei wie bei Pankratz/Steinlein (2008) auf der Grundlage von Testproblemdaten, die den Praxisfall realitätsnah simulieren.

6.1 Beschreibung der Realsituation

Wie beschrieben steht die Untersuchung einer koordinierten Transportplanung in Lieferservice-Kooperationen im Mittelpunkt des Forschungsverbundprojektes “iCoTrans” (Pankratz 2008, S. 45). Um diese Kooperationsform für eine Untersuchung zugänglich zu machen, soll sie im Folgenden anhand des Praxisbeispiels der vier am Forschungsprojekt beteiligten Lebensmittellieferanten begrifflich eingeordnet und sachlich abgegrenzt werden. Die Praxispartner werden hier als E, F, K und W referenziert.

Die Zusammenarbeit innerhalb der exemplarischen Lieferservice-Kooperation beschränkt sich auf den Funktionsbereich einer gemeinsamen Disposition und Auslieferung von Lebensmitteln. Die Schnittmenge gemeinsamer Kunden – v. a. große Hotelketten – liegt bei etwa 40 Prozent und eröffnet damit bei kooperativer Transportdisposition ein beachtliches Einsparpotenzial von bis zu 25 Prozent der Logistikkosten. Obwohl die kooperierenden Unternehmen als Produzenten bzw. Veredler von Lebensmitteln sowohl derselben Branche angehören als auch derselben Wertschöpfungsstufe zugeordnet werden können (die Kooperationsrichtung also horizontal ist) besteht aufgrund komplementärer und überschneidungsfreier Sortimente keine Konkurrenzbeziehung zwischen den Partnern.

Die Kooperationspartner sind in Hessen, Niedersachsen und Hamburg angesiedelt; es kann von einer nationalen Kooperation gesprochen werden. Dies spiegelt sich auch im bundesweit operierenden Kundenstamm wider. Da keine temporäre Befristung der Zusammenarbeit bekannt ist, kann die beabsichtigte Kooperationsdauer als langfristig bzw. zeitlich unbegrenzt angesehen werden. Ein Beitritt weiterer geeigneter Kooperationspartner mit komplementären Produkten ist denkbar; hinsichtlich der Erweiterbarkeit liegt eine offene Kooperation vor.

Da die beteiligten Unternehmen Transportressourcen „poolen“ und die dadurch entstehenden Vorteile auf die Kooperationspartner zu verteilen sind, ist die Kooperation redistributiv im Sinne TRÖNDLES (1987). Um eine Win-Win-Situation für alle Kooperationspartner zu gewährleisten und damit den Bestand der Kooperation nicht zu gefährden, erfordert die Verteilung der entstehenden Kooperationserfolge eine vertragliche Regelung der Kooperationsbeziehungen.

Wenn man von einmaligen organisatorischen Anpassungen im Sinne des Postponement absieht (siehe S. 3), sind die repetitiv zu lösenden Teilprobleme, die sich aus dem Kooperationsszenario für eine IT-gestützte Disposition ergeben, zweistufig angeordnet (PANKRATZ/STEINLEIN 2008, S. 165). Auf einer ersten Stufe ist die Optimierung der Distributionskosten, welche im Rahmen der kooperativen Disposition anfallen, zu gewährleisten. Dieses Problem wird von PANKRATZ/STEINLEIN (2008) aufgegriffen und es werden Ansätze zu einer IT-gestützten Lösung diskutiert. Sie ermitteln aufgrund von Testdaten eine potenzielle Kostenersparnis für den Kooperationsfall von ca. 23-25%.[1] Auf einer zweiten Stufe ergibt sich das Problem der „fairen“ Verteilung der durch die konsolidierte Disposition gemeinschaftlich erwirtschafteten Kostenersparnis. Dies kann implizit über eine Allokation der angefallenen Kosten realisiert werden. Wie oben gezeigt, bietet sich die kooperative Spieltheorie für die Lösung dieses Allokationsproblems an. Daher soll im folgenden Abschnitt die reale Situation als kooperatives Spiel modelliert werden.

6.2 Modellierung als kooperatives Spiel

Für den Praxisfall ist eine Modellierung der kooperierenden Unternehmen als Spielermenge augenfällig. Da der Kooperationserfolg zunächst maßgeblich von Kosteneinsparungen abhängt, die durch eine gemeinsame Nutzung von Lieferfahrzeugen entstehen, ist die Modellierung der Koalitionsfunktion in Form einer Kostenfunktion folgerichtig. Diese zeigt für alle denkbaren Koalitionen K die Transportkosten c(K) an, die sich aus den fixen Fahrzeugkosten und den variablen Transportkosten zusammensetzen (MENNE 2008, S. 42).

[1] Zu den im Rahmen des Verbundprojektes iCoTrans entwickelten Dispositionsalgorithmen siehe auch NAGEL/PANKRATZ/GEHRING 2009 und SPRENGER/MÖNCH 2009.

Eine repräsentative Koalitionsfunktion zeigt Tab. 9:

Tab. 9: Kostenfunktion c(K) im Praxisfall

$c(\emptyset)$	0,00 EUR
c({E})	2.171,11 EUR
c({F})	1.822,54 EUR
c({K})	1.120,78 EUR
c({W})	2.594,90 EUR
c({E, F})	3.993,65 EUR
c({E, K})	3.291,89 EUR
c({E, W})	4.514,09 EUR
c({F, K})	2.943,32 EUR
c({F, W})	3.474,02 EUR
c({K, W})	3.514,37 EUR
c({E, F, K})	5.114,43 EUR
c({E, F, W})	5.436,81 EUR
c({E, K, W})	5.447,03 EUR
c({F, K, W})	4.391,39 EUR
c({E, F, K, W})	6.398,18 EUR

Quelle: Eigene Darstellung

Diese wurde mit Hilfe des IT-Systems „Kooperativer Transportplaner" ermittelt[1], indem anhand von Testdaten die Kosten der möglichen Koalitionen über 30 Instanzen simuliert und gemittelt wurden. Jede Testinstanz[2] entspricht dabei einem durchschnittlichen Transporttag. Da zunächst lediglich W Fahrzeuge für die Kooperation bereitstellt, enthalten alle Koalitionen, in denen W Mitglied ist, neben den variablen Transportkosten zusätzlich die fixen Fahrzeugkosten der 10 W-Fahrzeuge in Höhe von 1.648,50 EUR. Die Kosten der Koalitionen ohne W sind als Summe der Stand-Alone-Kosten $\sum_{i \in K} c(\{i\})$ angegeben.

Für die Verteilung des generierten Kooperationsvorteils ist eine Umformung der Kostenfunktion c(K) in eine korrespondierende Kostenersparnisfunktion $\upsilon(K)$ mit

[1] Für Ausführungen zum „Kooperativen Transportplaner" sowie zu Ermittlung der Fahrzeugfixkosten siehe MENNE (2008).

[2] Die Kosten(ersparnis)funktionen für die 30 Einzelinstanzen sind in Anhang A und B dargestellt.

$\upsilon(K)=\sum_{i\in K} c(\{i\})-c(K)$ für alle K ⊆ N durchzuführen. Somit ergibt sich die in Tab. 10 dargestellte Koalitionsfunktion:

Tab. 10: Kostenersparnisfunktion υ(K) im Praxisfall

υ(∅)	0,00 EUR
υ({E})	0,00 EUR
υ({F})	0,00 EUR
υ({K})	0,00 EUR
υ({W})	0,00 EUR
υ({E, F})	0,00 EUR
υ({E, K})	0,00 EUR
υ({E, W})	251,93 EUR
υ({F, K})	0,00 EUR
υ({F, W})	943,43 EUR
υ({K, W})	201,31 EUR
υ({E, F, K})	0,00 EUR
υ({E, F, W})	1.151,75 EUR
υ({E, K, W})	439,76 EUR
υ({F, K, W})	1.146,83 EUR
υ({E, F, K, W})	1.311,15 EUR

Quelle: Eigene Darstellung

Diese zeigt, dass Koalitionen ohne W keine Koalitionsvorteile erwirtschaften können, da eine Kosteneinsparung aufgrund der verbesserten Auslastung gemeinschaftlich genutzter Auslieferungsfahrzeuge in diesen Koalitionen nicht realisierbar ist. Spiele mit einer derartigen Struktur werden in der kooperativen Spieltheorie als Big-Boss-Spiele[1] klassifiziert. Big-Boss-Spiele weisen hinsichtlich der angewendeten Lösungskonzepte einige Besonderheiten auf (MUTO ET AL. 1988), die im Folgenden bei der Analyse der Lösungskonzepte berücksichtigt werden. Die

[1] Formal liegt ein Big-Boss-Spiel vor (MUTO ET AL. 1988, S. 304), falls genau ein Spieler i* die Bedingungen

a) $\upsilon(K)=0$, falls $i^*\notin K$ (Big-Boss-Eigenschaft) und

b) $\upsilon(N)-\upsilon(K)\geq \sum_{i\in N\setminus K} (\upsilon(N)-\upsilon(N\setminus\{i\}))$ falls $i^*\in K$ (Vereinigungs-Eigenschaft)

erfüllt. Dies ist für die repräsentative Koalitionsfunktion aus Tab. 10 gewährleistet. Bezüglich der einzelnen Instanzen ist jedoch die Vereinigungseigenschaft nur in etwa der Hälfte aller Fälle vorhanden (siehe Anhang D).

Spezifika der Big-Boss-Struktur dürfen im Hinblick auf eine allgemeingültige Analyse des Realfalls jedoch nicht überbewertet werden, zumal zu erwarten ist, dass künftig noch weitere Kooperationspartner der Kooperation eigene Fahrzeuge zur Verfügung stellen.[1]

Die Koalitionsfunktion zeigt deutlich, dass im Falle der Kooperation aller vier Unternehmen ein aufzuteilender Vorteil υ(N) von 1.311,15 EUR im Vergleich zur Summe der Stand-Alone-Alternative entsteht. Es handelt sich damit um ein wesentliches Spiel mit $\upsilon(N) > \sum_{i \in N} \upsilon(\{i\})$. Auch die Eigenschaft der Superadditivität kann der ermittelten Kostenersparnisfunktion υ(K) zugesprochen werden, weil für alle disjunkten Koalitionen R, S $\subseteq$ N die Ungleichung $\upsilon(R) + \upsilon(S) \leq \upsilon(R \cup S)$ erfüllt ist. Das bedeutet, es entsteht beim Zusammenschluss jeglicher disjunkter Koalitionen bereits ein „Kooperationsgewinn" von $\upsilon(R \cup S) - (\upsilon(R) + \upsilon(S)) \geq 0$. Aufgrund der Superadditivität und der Nicht-Negativität $\upsilon(K) \geq 0$ ist die Funktion ebenfalls monoton (vgl. Kap 4.1).

Lediglich die Eigenschaft der Konvexität ist für υ(K) nicht gegeben, da die Ungleichung $\upsilon(R \cup S) + \upsilon(R \cap S) \geq \upsilon(R) + \upsilon(S)$ nicht für alle Koalitionen R, S $\subseteq$ N erfüllt ist. Bspw. ergeben die Koalitionen R={W,E} und S={W,F} folgende Ungleichung $\upsilon(R \cup S) + \upsilon(R \cap S) = 1.151{,}75 < 1.195{,}36 = \upsilon(R) + \upsilon(S)$. Dies bedeutet, dass in mindestens einem Fall der marginale Beitrag eines Spielers i zu einer Koalition nicht mit der Koalitionsgröße ansteigt (WIESE 2005, S. 108).

Dies wird offensichtlich im Beispiel der Koalitionen S={F,W} und S'={F,K,W}. Tritt das Unternehmen E der kleineren Koalition S bei, so leistet es beim Eintritt einen marginalen Beitrag in Höhe von $\upsilon(S \cup \{i\}) - \upsilon(S) = 1.151{,}75 - 943{,}43 = 208{,}32$. Tritt es hingegen der größeren Koalition S' bei, so leistet es einen wesentlich geringeren marginalen Beitrag in Höhe von $\upsilon(S' \cup \{i\}) - \upsilon(S') = 1.311{,}15 - 1.146{,}83 = 164{,}32$ zur Kostenersparnis.

Um eine Analyse der Spielsituation hinsichtlich der Lösungskonzepte im Praxisfall zu ermöglichen, wird im Folgenden unterstellt, dass es sich im Praxisfall um ein wesentliches und insbesondere superadditives Spiel handelt. Dieses Vorgehen kann einerseits anhand der simulierten

[1] In diesem Fall würde aus dem Big-Boss-Spiel ein sog. Clan-Spiel werden (POTTERS ET AL. 1989). Als Clan ist diejenige Teilmenge der Kooperationspartner anzusprechen, die der Kooperation eigene Fahrzeuge zur Verfügung stellt. Ohne die Clan-Mitglieder können andere Kooperationspartner keine Ersparnis erzielen. Das Big-Boss-Spiel ist folglich ein spezielles Clan-Spiel mit nur einem Clan-Mitglied (POTTERS ET AL. 1989, S. 276).

Koalitionsfunktionen (30 Instanzen) begründet werden, da diese in nahezu allen Fällen[1] die Eigenschaften der Wesentlichkeit und der Superadditivität aufweisen. Andererseits ist eine Kooperation nur ökonomisch sinnvoll, wenn überhaupt ein (verteilbarer) Kooperationsvorteil $\upsilon(N)-\sum_{i\in N}\upsilon(\{i\})>0$ erzielt wird. Dieses Hauptmotiv der betrachteten Distributionskooperation ist nur in wesentlichen Spielen erfüllt.

Ähnlich kann bezüglich der Superadditivität argumentiert werden. Fehlt diese Eigenschaft, so entstehen bei einem Zusammenschluss von Kooperationspartnern (in mindestens einem Fall) „Kooperationsverluste" $\upsilon(R\cup S)-(\upsilon(R)+\upsilon(S))<0$.

[1] In einer der 30 Instanzen ist eine unwesentliche und damit unpropere Koalitionsfunktion zu beobachten. Der Grund für diese Anomalie ist ungeklärt. Möglicherweise ist diese Anomalie durch verfahrensbedingte Schwankungen, die bei dem Einsatz eines heuristischen Lösungsverfahrens zu Erzeugung der Instanzen für die Allokationsrechnung grundsätzlich nicht zu vermeiden sind, verursacht.

7 Anwendung und Eignung von Lösungskonzepten der kooperativen Spieltheorie

7.1 Eignungskriterien zur Bewertung von Lösungskonzepten

Zur Prüfung der Eignung eines spieltheoretischen Lösungskonzeptes zu Allokationszwecken kann eine Vielzahl möglicher Kriterien herangezogen werden (für eine Übersicht siehe FROMEN (2003, S. 178) oder ZELEWSKI (1987, S. 34-48)). Hier sollen jedoch nur Kriterien untersucht werden, die für den Praxisfall der betrachteten Distributionskooperation als bedeutsam erachtet werden.

7.1.1 Kriterien der Zulässigkeit, Stabilität und Praktikabilität

Um die Anwendbarkeit eines Lösungskonzepts für den Praxisfall zu gewährleisten, muss dieses zunächst die *Existenz einer eindeutigen Lösung* garantieren. Nur die Erfüllung dieser Basisforderung ermöglicht einen funktionsfähigen Allokationsmechanismus.

Weiterhin ist die Forderung nach *Paretoeffizienz* der Verteilung notwendig, um die Verteilung der kompletten Kosten bzw. Einsparungen zu gewährleisten. Nur so kann die Zulässigkeit der Lösungen sichergestellt werden.

Falls die *Koalitionsrationalität* erfüllt ist, besteht für keinen Kooperationspartner ein Anreiz, die große Koalition zu verlassen. Die Forderung nach Stabilität ist daher durch das Kriterium der Koalitionsrationalität zu operationalisieren. Kann die Koalitionsrationalität nicht garantiert werden, so ist das abgeschwächte Kriterium der *individuellen Rationalität* zu prüfen. Dessen Vorliegen stellt zumindest sicher, dass die Kooperationspartner nicht schlechter gestellt werden als im Nicht-Kooperationsfall.

Um den Rechenaufwand zu minimieren, ist bei der Beurteilung der Lösungsverfahren zudem das Kriterium der *minimalen Koalitionskenntnis* (ZELEWSKI 2007a, S. 559) zu beachten. Im Hinblick auf dieses Kriterium ist zu fragen, ob die Konzepte zur Ermittlung der Allokationslösung eine vollständige Koalitionsfunktion mit allen Koalitionswerten benötigen oder lediglich auf Teile einer Koalitionsfunktion zurückgreifen. Das ist von Bedeutung, weil die Kostenwerte, die der Koalitionsfunktion im Praxisfall zugrunde liegen, für alle Teilkoalitionen mittels rechenintensiver heuristischer Optimierungsverfahren algorithmisch bestimmt werden müssen. Die Beschränkung auf Teile der Koalitionsfunktion führt somit zu kürzeren Rechenzeiten sowie geringerer Ressourcenbelastung.

7.1.2 Kriterien der Fairness und Akzeptanz

Die Akzeptanz der Allokationslösung durch die Kooperationspartner hängt maßgeblich von Fairnesserwägungen ab. Um die Forderung nach einer „fairen" Lösung überprüfbar zu machen, ist der Fairnessbegriff in Form von Bewertungskriterien zu operationalisieren. Die kooperative Spieltheorie bietet hierfür eine Vielzahl theoretisch begründeter Fairnessmerkmale an (SCHOTANUS 2007, S. 171). Relevante Kriterien sind neben der Vernunftkompatibilität die Einhaltung der Additivitäts-, Anonymitäts-, Dummy-Spieler- sowie der Symmetrieeigenschaft (FROMEN 2003, S. 164-174).[1]

Die Eigenschaft der Vernunftkompatibilität (FROMEN 2003, S. 164-165) bestimmt für jeden Spieler einen sinnvollen Allokationsbereich. GERARD-VARET/ZAMIR (1987) definieren zu diesem Zweck Ober- und Untergrenzen für die Zuteilungen, die ein Spieler vernünftigerweise erwarten kann. Als Obergrenze für eine Auszahlung setzen sie dessen größten marginalen Beitrag $\max_{K \subseteq N \setminus \{i\}} \{\upsilon(K \cup \{i\}) - \upsilon(K)\}$ zu einer beliebigen Koalition fest. Die Untergrenze ist entsprechend durch den minimalen Beitrag $\min_{K \subseteq N \setminus \{i\}} \{\upsilon(K \cup \{i\}) - \upsilon(K)\}$ zu einer beliebigen Koalition festgelegt. Ein Überschreiten der Obergrenze bzw. ein Unterschreiten der Untergrenze ist als unvernünftige Lösung zu klassifizieren und würde von den anderen Kooperationspartnern mit Sicherheit als unfair eingestuft werden. Für den Praxisfall liegt somit folgender vernunftkompatibler Allokationsbereich vor:

[1] Auf eine Analyse von Monotonieeigenschaften (YOUNG 1985b) kann hier verzichtet werden. Monotoniekriterien untersuchen die Reaktion eines Lösungskonzepts (dynamische Sichtweise) auf Änderungen der Koalitionsfunktion (FROMEN 2003, S. 165). Allerdings gehen Monotoniekriterien von der Variation einzelner Koalitionswerte υ(K) aus (YOUNG 1985b, S. 66-69), unter der Nebenbedingung, dass alle anderen Koalitionswerte unverändert bleiben. Im Praxisfall ist es jedoch ausgeschlossen, dass sich nur einzelne Koalitionswerte υ(K) *ceteris paribus* ändern. Eine Analyse von Monotonieeigenschaften ist daher in diesem Zusammenhang nicht erforderlich.

Tab. 11: Vernunftkompatibler Auszahlungsbereich im Praxisfall

	Untergrenze	Obergrenze
E	0,00 EUR	251,93 EUR
F	0,00 EUR	945,52 EUR
K	0,00 EUR	203,41 EUR
W	0,00 EUR	1.311,15 EUR

Quelle: Eigene Darstellung

Weiterhin sollte es für ein Lösungskonzept keine Rolle spielen, ob die kooperativen Einsparungen täglich oder wöchentlich verteilt werden. Bei täglicher Allokation sollte die Summe der Wochentage zum gleichen Ergebnis führen wie eine Wochenverteilung. Diese Forderung ist erfüllt, wenn die Eigenschaft der Additivität[1] vorliegt. Es widerspricht intuitiven Fairnessvorstellungen, dass eine Variation der Verteilungsfrequenz zu einer Änderung der Verteilungsergebnisse führt.

Zudem ist es zweifelsohne sinnvoll, von einem Lösungskonzept zu fordern, dass Spieler unabhängig von ihrem Namen gleich behandelt werden (Anonymitätseigenschaft, siehe FROMEN 2004, S. 171-172). Könnte ein Spieler durch bloße „Namensänderung“ (bei gleichbleibenden Koalitionsbeiträgen) seinen Allokationsanteil erhöhen, wäre dies mit einem intuitiven Fairnessbegriff nicht vereinbar und würde sicherlich zur Ablehnung des Lösungskonzepts führen. Außerdem sollte ein sog. unwesentlicher Spieler i, der zu jeder Koalition genau einen Beitrag in Höhe von $\upsilon(\{i\})$ leistet, durch das Lösungskonzept ebenfalls eine Entlohnung in Höhe von $\psi_i(\upsilon)=\upsilon(\{i\})$ erhalten (Dummy-Spieler-Eigenschaft, siehe WIESE 2005, S. 202). Dies beinhaltet auch, dass ein Spieler, der zu keiner Koalition etwas beiträgt (Nullspieler), keinen Anteil erhält. Falls zwei Spieler i und j zu jeder Koalition genau die gleichen Beiträge leisten, so muss ein Lösungskonzept die beiden Spieler auch identisch mit $\psi_i(\upsilon)=\psi_j(\upsilon)$ entlohnen. Eine ungleiche Allokation widerspräche in diesem Fall zweifellos der Idee einer fairen Verteilung (Symmetrieeigenschaft, siehe WIESE 2005, S. 206-208).

Für eine Beurteilung der Fairness eines Lösungskonzeptes ist im normativen Sinne die Erfüllung der eben erläuterten Fairnesseigenschaften ausschlaggebend. Für die praktische Anwen-

[1] Formal erfüllt ein Lösungskonzept ψ die Eigenschaft der Additivität, falls $\psi_i(\upsilon+\omega)=\psi_i(\upsilon)+\psi_i(\omega)$ gilt (vgl. Formel 5.7 in Kap. 5.2.2). Wird ein Lösungskonzept bspw. auf jeweils zwei Einzelinstanzen υ und ω aus dem Testset angewendet, so sollte die Summe der so ermittelten Allokationen $\psi_i(\upsilon)+\psi_i(\omega)$ mit der Verteilung übereinstimmen, die durch Anwendung des Lösungskonzepts auf die Summe der Einzelinstanzen $\psi_i(\upsilon+\omega)$ ermittelt werden kann.

dung ist jedoch das Vorliegen theoretisch abgesicherter Fairnesseigenschaften nicht hinreichend. Für die von der Allokationsentscheidung betroffenen Unternehmensvertreter sind vielmehr die subjektiv wahrgenommenen Fairnessmerkmale eines Lösungskonzepts ebenfalls relevant (SCHOTANUS 2007, S. 208). Ausgeklügelte Konzepte, die im spieltheoretischen Sinne hohe Fairnessanforderungen erfüllen, können trotzdem als unfair empfunden werden, wenn die Methode eines Konzeptes sowie dessen Implikationen nicht verstanden werden (SCHOTANUS 2007, S. 221). Um die Akzeptanz einer Allokationslösung zu gewährleisten, ist die Erfüllung von Kriterien wie der intuitiven Verständlichkeit bzw. der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit von Lösungskonzepten zu fordern (ZELEWSKI 2007b, S. 22). Das Vorliegen dieser Merkmale begünstigt die Kommunizierbarkeit des jeweiligen Konzepts und fördert somit die Akzeptanz von spieltheoretischen Allokationslösungen.

7.2 Anwendung und Bewertung der Lösungskonzepte im Praxisfall

7.2.1 Der Kern

Der Raum der Imputationen I(Γ) wird durch die Bedingungen $x_i \geq \upsilon(\{i\})$ und $\sum_{i \in N} x_i = \upsilon(N)$ für alle Spieler i aufgespannt. Für die Koalitionsfunktion υ(K) im Praxisfall ergeben sich damit die in Tab. 12 gezeigten Bedingungen. Nur Auszahlungsvektoren x, die dies gewährleisten, erfüllen die Grundforderungen der Individual- und Gruppenrationalität und stellen für die Kooperationspartner überhaupt zulässige Lösungen dar (Kap. 4.2).

Tab. 12: Imputationsbedingungen der υ(K) im Praxisfall

x_E	≥	0,00 EUR
x_F	≥	0,00 EUR
x_K	≥	0,00 EUR
x_W	≥	0,00 EUR
$x_E+x_F+x_K+x_W$	=	1.311,15 EUR

Quelle: Eigene Darstellung

Da im Kern C eines Spiels Γ(N,υ) für alle Koalitionen K die Ungleichung $\sum_{i \in K} x_i \geq \upsilon(K)$ einzuhalten ist, wird für den Kern zusätzlich die Koalitionsrationalität postuliert. Für die Koalitionsfunktion υ(K) des Praxisfalls ergeben sich damit die in die Tab. 13 gezeigten Kernbedingungen.

Tab. 13: Kernbedingungen der υ(K) im Praxisfall

x_E	≥	0,00 EUR
x_F	≥	0,00 EUR
x_K	≥	0,00 EUR
x_W	≥	0,00 EUR
x_E+x_F	≥	0,00 EUR
x_E+x_K	≥	0,00 EUR
x_E+x_W	≥	251,93 EUR
x_F+x_K	≥	0,00 EUR
x_F+x_W	≥	943,43 EUR
x_K+x_W	≥	201,31 EUR
$x_E+x_F+x_K$	≥	0,00 EUR
$x_E+x_F+x_W$	≥	1.151,75 EUR
$x_E+x_K+x_W$	≥	439,76 EUR
$x_F+x_K+x_W$	≥	1.146,83 EUR
$x_E+x_F+x_K+x_W$	=	1.311,15 EUR

Bzw. zusammengefasst:

0,00 EUR	≤	x_E	≤	164,32 EUR
0,00 EUR	≤	x_F	≤	871,39 EUR
0,00 EUR	≤	x_K	≤	159,14 EUR
116,04 EUR	≤	x_W	≤	1.311,15 EUR
$x_E+x_F+x_K+x_W$			=	1.311,15 EUR

Quelle: Eigene Darstellung

Wegen der fehlenden Konvexitätseigenschaft von υ(K) kann allerdings die Möglichkeit eines leeren Kerns nicht ausgeschlossen werden. Im vorliegenden Fall ist aufgrund der Big-Boss-Struktur trotz allem sichergestellt, dass der Kern nicht-leer ist (MUTO ET AL. 1988, S. 306).

Für den Fall, dass künftig die Big-Boss-Struktur entfällt, kann zum Beweis, dass ein nicht-leerer Kern existiert, auf das allgemeingültige Bondareva-Shapley-Theorem zurückgegriffen werden (SHAPLEY 1969). Es besagt, dass ein Kern genau dann nicht-leer ist, wenn das zugrundeliegende Spiel (N,υ) balanciert ist (für einen Beweis siehe KANNAI 1992, S. 360-361). Dabei heißt ein Spiel (N,υ) genau dann balanciert, wenn für jedes balancierte Mengensystem[1] $\{S_1, ..., S_k\}$ auf N mit den Teilzeitfaktoren $\lambda_1, ... \lambda_k > 0$ die Ungleichung $\sum_{j=1,...,m} \lambda_j \upsilon(S_j) \leq \upsilon(N)$ erfüllt ist (WIESE 2005, S. 163).

Zur Anwendung des Theorems muss jedoch nicht jedes balancierte Mengensystem eines Spiels (N,υ) einbezogen werden. Eine Beschränkung auf die Teilmenge der sog. „minimalen" balancierten Mengensysteme ist ausreichend (KANNAI 1992, S. 361). Dabei wird ein balanciertes Mengensystem als minimal bezeichnet, dessen (echte) Teil-Mengensysteme nicht balanciert sind. Die minimalen balancierten Mengensysteme für die Koalitionsfunktion υ(K) des Praxisfalls sind im Anhang E dargestellt (SHAPLEY 1969, S. 459; KANNAI 1992, S. 361).

Der Tabelle[2] im Anhang E ist zu entnehmen, dass die Ungleichung $\sum_{j=1,...,m} \lambda_j \upsilon(S_j) \leq \upsilon(N)$ für alle (minimalen) balancierten Mengensysteme unseres Spiels (N,υ) erfüllt ist. Damit ist das ganze Spiel (N,υ) balanciert und bewiesen, dass für unsere Koalitionsfunktion υ der Kern nicht-leer ist. Obige Koalitionsfunktion υ(K) erlaubt also stabile Auszahlungsvektoren x (im Kern), die sowohl die Forderungen nach Individual- und Gruppenrationalität erfüllen als auch Koalitionsrationalität garantieren.

Durch die Einhaltung sämtlicher Rationalitätspostulate generiert der Kern eine Menge stabiler Lösungen bzw. — betriebswirtschaftlich ausgedrückt — einen Handlungsspielraum für stabile Verteilungsergebnisse. Die Forderung nach einer eindeutigen Allokation kann vom Lösungskonzept des Kerns damit jedoch offensichtlich nicht erfüllt werden. Die Verletzung des Eindeutigkeitskriteriums disqualifiziert den Kern als praktisch einsetzbares Lösungskonzept, da er das Verteilungsproblem (zumindest im Sinne einer eindeutigen Allokation) nicht lösen kann. Auf die Untersuchungen weiterer Kriterien soll daher verzichtet werden.

---

[1] Ein Mengensystem $\{S_1,...,S_k\}$ stellt eine Menge dar, deren Elemente S_j wiederum Teilmengen einer gemeinsamen Grundmenge (in unserem Fall N) sind. Im Gegensatz zu Partitionen (einem Spezialfall eines Mengensystems) müssen die Teilmengen nicht disjunkt sein. Ein Mengensystem heißt balanciert, falls es positive Zahlen (sog. Teilzeitfaktoren bzw. Gewichte) $\lambda_1, ... \lambda_k$ aus (0,1] gibt, sodass für jeden Spieler i aus N die Gleichung $\sum_{i:S_j \ni i} \lambda_j = 1$ erfüllt ist (WIESE 2005, S. 161-165).

[2] Die Tabelle im Anhang E orientiert sich an der Darstellung von SHAPLEY (1967, S. 459). Es reicht aus, die properen Mengensysteme (in der Tabelle rot markiert) zu prüfen (SHAPLEY 1967, S. 457-459). Es ist bemerkenswert, dass für Spiele mit n=6 Spielern bereits 71.508 (!) minimal balancierte Mengensysteme zu prüfen sind (SHAPLEY 1967, S.459).

Allerdings soll bei der folgenden Untersuchung praktikablerer Lösungskonzepte im Blick behalten werden, ob die generierten Verteilungsergebnisse innerhalb des Kerns liegen, sofern dieser nicht-leer ist, weil daraus bereits Aussagen über die Erfüllung grundlegender Rationalitätsanforderungen abgeleitet werden können.

7.2.2 Die Shapley-Lösung

Für die Shapley-Lösung ergibt sich unter Verwendung der Formel 5.3 die folgende Kosten- bzw. Ersparnisallokation an die kooperierenden Unternehmen:

Tab. 14: Shapley-Lösung im Praxisfall

Spieler i	Kostenzuteilung $\psi_i^{SH}(c)$	Ersparniszuteilung $\psi_i^{SH}(\upsilon)$
E	2.071,80 EUR	99,30 EUR
F	1.372,29 EUR	450,25 EUR
K	1.031,55 EUR	89,23 EUR
W	1.922,53 EUR	672,37 EUR
Summe	6.398,17 EUR	1.311,15 EUR

Quelle: Eigene Darstellung

Der Shapley-Wert garantiert für praktische Anwendungen stets ein existierendes und eindeutiges Verteilungsergebnis. Aufgrund des Axioms der Paretoeffizienz ist die ermittelte Allokation im Sinne einer vollständigen Verteilung zudem stets zulässig. Sie verteilt also die gemeinschaftlich verursachte Kostenersparnis restlos auf die kooperierenden Unternehmen.

Im Allgemeinen ist jedoch nicht gewährleistet, dass die Shapley-Lösung ein stabiles Verteilungsergebnis ermittelt. Vielmehr ist die Koalitionsrationalität nur im Falle konvexer Koalitionsfunktionen gesichert (SHAPLEY 1971, S. 23). Die betrachtete Koalitionsfunktion des Praxisfalls ist zwar nicht konvex, der Shapley-Wert liegt hier jedoch trotzdem innerhalb des Kerns. Er erfüllt also die Bedingung der Koalitionsrationalität $\sum_{i \in K} \psi_i^{SH} \geq \upsilon(K)$. Problematisch erscheint, dass bei Einzeluntersuchung der 30 Testinstanzen in 6 Fällen der ermittelte Shapley-Wert keine Kernlösung liefert (siehe Anhang D). Ob die Shapley-Lösung für den untersuchten Fall der kooperativen Transportdisposition koalitionsrationale und somit stabile Verteilungsergebnisse erzielt, kann anhand der Auswertungen nicht gezeigt werden. Diese berechtigen vielmehr zu Zweifeln. Das abgeschwächte Kriterium der individuellen Rationalität ist dagegen aufgrund der Wesentlichkeit bzw. Superadditivität der untersuchten Koalitionsfunktion als erfüllt anzusehen. Dies bestätigen auch die positiven Verteilungsergebnisse $(\psi_i^{SH} > 0)$ bei Analyse der einzelnen Instanzen (siehe Anhang C).

Die Shapley-Lösung liegt stets im vernunftkompatiblen Auszahlungsbereich (GERARD-VARET/ZAMIR 1987, S. 132). Außerdem sind durch dieses Lösungskonzept die Anonymitäts-, Dummy-Spieler- und Symmetrieeigenschaften erfüllt (SHAPLEY 1953). Da die Shapley-Lösung definitionsgemäß auch die Eigenschaft der Additivität gewährleistet, ist zu konstatieren, dass dieses Lösungskonzept im Allgemeinen – aber auch im vorliegenden Fall – höchsten (spiel-)theoretischen Fairnessansprüchen[1] genügt.

Eine weitere – in diesem Zusammenhang bemerkenswerte – Eigenheit der Shapley-Lösung ergibt sich aus der Tatsache, dass dieses Lösungskonzept jedem Kooperationspartner die gleiche Drohmacht[2] zuweist (WIESE 2005, S.211-212). Würde bspw. W drohen, die Kooperation zu verlassen, so wäre der finanzielle Schaden für den Kooperationspartner E durch $\psi_E^{SH}(\upsilon) - \psi_E^{SH}(\upsilon|_{N\setminus\{W\}}) = 99{,}30 - 0{,}00 = 99{,}30$ gegeben. Falls dagegen E mit einem Rückzug aus der Kooperation drohen würde, so wäre der finanzielle Schaden für W mit $\psi_W^{SH}(\upsilon) - \psi_W^{SH}(\upsilon|_{N\setminus\{E\}}) = 672{,}37 - 573{,}07 = 99{,}30$ genauso hoch.

Die intuitive Nachvollziehbarkeit der Shapley-Lösung ist dagegen eingeschränkt. So mutet die Berücksichtigung *aller* Marginalbeiträge, die ein Spieler zu allen denkbaren Koalitionen leisten kann, für Entscheidungsträger in der Praxis unter Umständen übertrieben an. Auch die eigentliche Berechnung der Shapley-Lösung kann nicht als intuitiv gelten. So setzt ein Verständnis der Shapley-Formel (5.3) „voraus, die abstrakte Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit von Koalitionsbildungen in unterschiedlich permutierten Reihenfolgen des Spielerzutritts nachvollziehen zu können" (ZELEWSKI 1987, S. 6). HOLLER/ILLING (2005, S. 314) kritisieren zudem grundsätzlich die Einbeziehung der Reihenfolge des Zustandekommens von Koalitionen

---

[1] Es sei darauf hingewiesen, dass die Shapley-Lösung zudem sämtliche Monotonieeigenschaften (YOUNG 1985b) erfüllt. Diese wurden allerdings aus den oben genannten Gründen für den vorliegenden Fall nicht berücksichtigt

[2] Diese, auf den ersten Blick überraschende Eigenschaft kann damit begründet werden, dass die Shapley-Lösung das „Axiom der ausgewogenen Beiträge" erfüllt (MYERSON 1980, S. 172). Danach gilt für je zwei Spieler i und j aus N: $\psi_i^{SH}(\upsilon) - \psi_i^{SH}(\upsilon|_{N\setminus\{j\}}) = \psi_j^{SH}(\upsilon) - \psi_j^{SH}(\upsilon|_{N\setminus\{i\}})$. Drohmacht ist hier als finanzieller Schaden operationalisiert, den ein Unternehmen einem anderen Kooperationspartner durch Austritt aus der Kooperation zufügen kann.

bei Ermittlung der Shapley-Lösung. Sie fordern, dass die Reihenfolge des Eintretens in eine Koalition bei der Lösung keine Rolle spielen darf, da in der Realität die Sequenz des Zustandekommens von Koalitionen nur in Ausnahmefällen von Bedeutung sei (HOLLER/ILLING 2005, S. 314). Da *alle* denkbaren Reihenfolgen des Zustandekommens von Koalitionen berücksichtigt werden, spricht dieser Einwand jedoch nicht gegen die Anwendung des Shapley-Wertes.

Auch das Verdikt von EWERT/WAGENHOFER, die Vorteilsverteilung auf der Basis des Shapley-Wertes könne zwar „als ‚faires' Ergebnis gesehen werden", sei aber „ebenfalls willkürlich, ebenso wie jede andere Aufteilung" (EWERT/WAGENHOFER 2008, S. 576), erscheint als überzogen oder zumindest doch als missverständlich.[1] Wie in Kap. 3 – durchaus in Übereinstimmung mit den zitierten Autoren – dargelegt wird, ist eine strikt verursachungsgerechte Zuordnung von Kooperationsvorteilen bzw. Synergieeffekten aus grundsätzlichen Erwägungen nicht möglich. Gleichwohl sind Approximationen möglich und notwendig. Dafür stehen mehr oder weniger geeignete Verfahren zur Verfügung, deren Eignung im Allgemeinen sowie im Besonderen für die hier betrachtete Dispositionskooperation anhand konsensfähiger Kriterien nachvollziehbar bewertet werden kann. Findet eine solche Bewertung statt, so kann die resultierende Wahl eines Verfahrens, etwa des Shapley-Wertes, nicht als willkürlich bezeichnet werden.

Zur Berechnung der Shapley-Lösung sind im Allgemeinen alle Werte der Koalitionsfunktion erforderlich, da diese zur Ermittlung der Marginalbeiträge dienen. Ohne Berücksichtigung der leeren Koalition sind somit die Werte von 2^n-1 Koalitionen zu ermitteln. Im Praxisfall mit n=4 sind wegen der Irrelevanz von Koalitionen ohne W statt 2^4-1=15 lediglich 11 relevante Koalitionsmöglichkeiten zu berücksichtigen.

[1] Vgl. auch FISCHER 2008, S. 149.

7.2.3 Der τ-Wert

Die Methode des τ-Werts ermittelt für die Kooperationspartner folgende Allokation:

Tab. 15: τ-Wert im Praxisfall

Spieler i	Kostenzuteilung $\psi_i^\tau(c)$	Ersparniszuteilung $\psi_i^\tau(\upsilon)$
E	2.088,95 EUR	82,16 EUR
F	1.386,84 EUR	435,70 EUR
K	1.041,08 EUR	79,70 EUR
W	1.881,31 EUR	713,59 EUR
Summe	6.398,18 EUR	1.311,15 EUR

Quelle: Eigene Darstellung

Wie der Praxisfall zeigt, bestimmt der τ-Wert eine eindeutige Allokationslösung. Zu bedenken ist allerdings, dass die Existenz des τ-Wertes nicht für alle Spiele gewährleistet ist. Der τ-Wert ist vielmehr nur für sog. quasi-balancierte[1] Spiele definiert (Tijs/Otten 1993, S. 5). Weiterhin ist eine Verteilung der gesamten Kosten bzw. Kostenersparnis sichergestellt, da der τ-Wert *per definitionem* paretoeffiziente Zuteilungen ermittelt.

Das Kriterium der Stabilität (Koalitionsrationalität) ist durch eine Allokation mittels τ-Wert selbst bei superadditiven Spielen nicht abgesichert. Lediglich für n=2 bzw. 3 Spieler ist die Stabilität des τ-Wertes sichergestellt. Für n=4 Spieler liegt der τ-Wert im Kern, falls die Koalitionsfunktion semi-konvex[2] ist (Driessen/Tijs 1985, S. 239). Obwohl im Praxisfall keine semi-konvexe Koalitionsfunktion vorliegt, liefert der τ-Wert hier eine stabile, koalitionsrationale Allokationslösung. Hier sind die Eigenheiten der Big-Boss-Struktur von Bedeutung. Falls ein Big-Boss-Spiel – wie hier im Praxisfall – vorliegt, repräsentiert der τ-Wert den Mittelpunkt des nicht-leeren Kerns und kann vereinfacht durch die Formel

[1] Eine Spiel gilt als quasi-balanciert, falls es
a) $m^\tau(\upsilon) \leq M^\tau(\upsilon)$ und b) $\sum_{i \in N} m_i^\tau(\upsilon) \leq \upsilon(N) \leq \sum_{i \in N} M_i^\tau(\upsilon)$
erfüllt (Tijs/Otten 1993, S. 5). Bedingung a) fordert, dass die Obergrenze über der Untergrenze liegt. Bedingung b) stellt sicher, dass die Hyperebene aller effizienten Auszahlungen zwischen der Ober- und der Untergrenze liegen. Der τ-Wert ist dann der einzige zulässige Auszahlungsvektor auf dem Geradenabschnitt mit den Endpunkten $m^\tau(\upsilon)$ und $M^\tau(\upsilon)$. Die Koalitionsfunktion im Praxisfall ist quasi-balanciert, weil sie a) und b) erfüllt.

[2] Semi-Konvexität ist eine Erweiterung des Konvexitätsbegriffs (Driessen/Tijs 1985, S. 237).

$\psi^{\tau}(\upsilon)=(\upsilon(N)-(\sum_{i\in N\setminus\{i^*\}} M_i(\upsilon))/2,\ M_2(\upsilon)/2,\ \ldots,\ M_n(\upsilon)/2)$ bestimmt werden (MUTO ET AL. 1988, S. 309).

Der τ-Wert hält im Praxisfall die vernunftkompatiblen Grenzen ein. Auch die Fairness-Eigenschaften der Anonymität, der Symmetrie sowie die Dummy-Spieler-Eigenschaft werden vom τ-Wert erfüllt (TIJS/OTTEN 1993, S. 8). Lediglich die Eigenschaft der Additivität ist durch den τ-Wert nicht gewährleistet. Dies ist bereits aus den Daten im Anhang C ersichtlich. So führt eine Addition aller 30 τ-Werte, die für die Einzelinstanzen (Transporttage) ermittelt wurden – im Gegensatz zur Shapley-Lösung – nicht zum gleichen Ergebnis wie eine Anwendung des τ-Wertes auf die Summe aller 30 Kostenersparnisfunktionen. Da die Abweichung allerdings gering ist (≈ 1%), kann das Fehlen der Additivitätseigenschaft für den Praxisfall vernachlässigt werden.

Hinsichtlich der benötigten Koalitionskenntnis sind für die Ermittlung der Obergrenze zunächst nur die Werte der Marginalkoalitionen (|K|=|N|-1) sowie der großen Koalition N notwendig. Bei der Bestimmung der Untergrenze sind jedoch alle „Außenseiterkoalitionen“ S einzubeziehen, weswegen letztlich (wie bei der Shapley-Lösung) die Koalitionswerte aller Koalitionen erforderlich sind. Im Praxisfall sind damit wegen der Irrelevanz von Koalitionen ohne W wiederum nur 11 Koalitionsmöglichkeiten zu berücksichtigen.

Die Darstellung des τ-Wertes als Kompromiss zwischen zwei Extrema ist leicht verständlich. Zudem entspricht gerade dieser Kompromiss-Charakter in hohem Maße der Forderung nach intuitiver Fairness. Dies ist hinsichtlich der Forderung nach leichter Kommunizierbarkeit hilfreich. Die Bedeutung der Extrema als Droh- bzw. Idealpunkt lässt sich ebenso wie die effiziente Hyperebene, die aus dem Kontinuum möglicher Lösungen einen eindeutigen Allokationsvektor ermittelt, aus einer betriebswirtschaftlichen Perspektive nachvollziehbar erläutern (ZELEWSKI 2007a, S. 568). Auch die formale Ermittlung der Allokation als einfache Linearkombination verlangt zudem von den Entscheidern keine „intellektuellen Klimmzüge“ (ZELEWSKI 2007a, S. 569). Eine Erläuterung kann durch graphische Darstellung (Abb. 8) unterstützt werden, was die Nachvollziehbarkeit und Kommunizierbarkeit zusätzlich erleichtert.

7.2.4 Die ACA-Methode oder Allokation nach marginalen Beiträgen zu N

Für die hier betrachten wesentlichen und superadditiven Spiele ermittelt die ACA-Methode stets eine eindeutige Allokationslösung. Auch eine paretoeffiziente Verteilung ist *per definitio-*

nem abgesichert (Tab. 16):

Tab. 16: Allokation nach der ACA-Methode im Praxisfall[1]

Spieler i	Kostenzuteilung $\psi_i^{ACA}(c)$	Ersparniszuteilung $\psi_i^{MB}(\upsilon)$
E	2.085,14 EUR	85,96 EUR
F	1.366,67 EUR	455,87 EUR
K	1.037,39 EUR	83,39 EUR
W	1.908,98 EUR	685,93 EUR
Summe	6.398,18 EUR	1.311,15 EUR

Quelle: eigene Darstellung

Hinsichtlich der Stabilitätskriterien garantiert die ACA-Methode im Allgemeinen keine Kernlösung. Zwar zeigt YOUNG (1994, S. 1202) unter der Annahme der Subadditivität der Kostenfunktion (bzw. der Superadditivität der Kostenersparnisfunktion), dass die ermittelte Lösung für Spiele mit $n \leq 3$ Spielern stets im Kern liegt. Für Situationen mit $n>3$ Spielern kann dies jedoch nicht gezeigt werden. Die Kernzugehörigkeit der Lösung muss hier jeweils anhand der betrachteten Koalitionsfunktion geprüft werden. Lediglich die gelockerten Bedingungen des Halbkerns (”semicore”) sind auch im Falle $n>3$ (unter der Bedingung der Subadditivität/Superadditivität) garantiert (YOUNG 1994, S. 1202). Der Halbkern schränkt jedoch die Bedingung der vom Kern geforderten Koalitionsrationalität auf die Marginalkoalitionen mit $|K|=|N|-1$ ein. Für die „kleineren“ Koalitionen mit $|K|<|N|-1$ ist die Koalitionsrationalität nicht mehr gewährleistet. Für den untersuchten Praxisfall sind bezüglich der ermittelten Koalitionsfunktionen (30 Instanzen) stets stabile Kernlösungen zu beobachten[2] (Anhang D). Zudem ist für den allgemeinen Fall die Eigenschaft der individuellen Rationalität stets erfüllt (OTTEN 1993, S. 179).

Die ACA-Methode hält im Praxisfall die vernunftkompatiblen Grenzen ein. Weiterhin können der ACA-Methode zwar die Eigenschaften der Anonymität sowie der Symmetrie zugesprochen werden (OTTEN 1993, S. 179), jedoch ist die Dummy-Spieler-Eigenschaft nicht gewährleistet. Allerdings ist zumindest die Nullspieler-Eigenschaft erfüllt, d. h. Kooperationspartner, die zu

[1] Da die ACA-Methoden und die Methode der Allokation nach marginalen Beiträgen zu N äquivalent sind, kann sowohl die Kostenersparniszuteilung mittelbar durch $\psi_i^{MB}(\upsilon)=c(\{i\})-\psi_i^{ACA}(c)$ berechnet werden als auch die Kostenzuteilung mittelbar durch $\psi_i^{ACA}(c)=c(\{i\})-\psi_i^{MB}(\upsilon)$.

[2] Unklar ist jedoch, ob beim Wegfall der Big-Boss-Struktur, falls also weitere Kooperationspartner Fahrzeuge in die Kooperation einbringen, die ACA-Methode weiterhin koalitionsrationale Allokationslösungen generiert.

keiner Koalition etwas beitragen, erhalten gerechterweise auch keinen Ersparnisanteil. Auch die Additivitätseigenschaft kann durch dieses Lösungskonzept nicht erfüllt werden (siehe wiederum den Summenvergleich im Anhang C). Ähnlich wie beim τ-Wert kann dieses Problem vernachlässigt werden, da die Abweichungen der Summen sehr gering sind (< 1%).

Zur Ermittlung der Allokationswerte durch die ACA-Methode ist lediglich die Kenntnis der Einerkoalitionswerte c(K) mit |K|=1, der Marginalkoalitionswerte c(K) mit |K|=|N|-1 sowie der zu verteilenden Gesamtkosten c(N) notwendig. Die Anzahl der zu berücksichtigenden Koalitionen reduziert sich damit im Allgemeinen von 2^n-1 auf 2n+1 Koalitionen. Bei n=4 Spielern wären statt 15 (=2^4-1) lediglich 9 (=2·4+1) Koalitionen zu berücksichtigen. Da im Praxisfall aufgrund der Big-Boss-Struktur die Koalitionen ohne W nicht relevant sind, verringert sich die Anzahl der benötigten Koalitionswerte hier nur von 11 auf 8. Damit ist die Forderung nach minimaler Koalitionskenntnis durch die ACA-Methode zumindest ansatzweise erfüllt. Ein stärkeres Gewicht erhält dieses Argument, falls zukünftig weitere Kooperationspartner hinzukommen. Bereits bei n=6 Kooperationspartnern wären im allgemeinen Fall statt 63 (=2^6-1) lediglich 13 (=2·6+1) Koalitionen zu berücksichtigen.

Dem von Fromen (vgl. 2004, S. 188) und Fischer (vgl. 2008, S. 148) vorgebrachten Einwand mangelnder intuitiver Nachvollziehbarkeit kann hier nicht gefolgt werden. Die Präsentation der ACA-Methode als Verteilung nach Grenzbeiträgen zur großen Koalition dürfte für Entscheidungsträger vielmehr ein einfaches und vor allem intuitives Lösungskonzept darstellen.[1] Auch eine Darstellung als zweistufige Kostenallokation von separablen und nicht-separablen Kosten verspricht Akzeptanz, weil dies stark an die in der Praxis gebräuchliche Unterscheidung von Einzel- und Gemeinkosten erinnert. Für die Kommunizierbarkeit ist ebenfalls der Verzicht auf die Koalitionen K mit |K|<|N|-1 von Vorteil, denn gerade die Einbeziehung solcher hypothetischer Koalitionen könnte auf Entscheidungsträger unter Umständen künstlich wirken und dem Vorwurf der „mathematischen Spielerei” Vorschub leisten.

7.2.5 Zusammenfassende Bewertung

Eine Untersuchung der Lösungskonzepte im Hinblick auf den Praxisfall zeigt ein heterogenes Bild. Der Kern ist als eigenständiges Lösungskonzept nicht zu empfehlen, da er unter Umständen gar keine oder zumindest keine eindeutige Lösung generiert.

[1] Unterstützt wird diese Einschätzung durch die Tatsache, dass die ACA-Methode – im Gegensatz zu anderen spieltheoretischen Lösungskonzepten – im Rahmen eines realen Verteilungsproblems der Praxis entwickelt wurde (Straffin/Heaney 1981).

Die Shapley-Lösung dagegen ist unter normativen Aspekten bestens als Allokationskonzept geeignet. Die fehlenden Stabilitätseigenschaften sowie die eingeschränkte Nachvollziehbarkeit des Konzeptes könnten sich im Praxiseinsatz jedoch als hinderlich erweisen.

Der τ-Wert entfaltet zunächst einen durchaus überzeugenden Kompromisscharakter. Außerdem befindet er sich zumindest auf der Basis der vorliegenden Daten stets im Kern. Seine Berechnung ist nicht trivial, kann jedoch nachvollzogen werden. Womöglich ist die Operationalisierung des Drohpotenzials nicht für jedermann eingängig und realistisch. Außerdem fordert er ähnlich der Shapley-Lösung stets vollständige Koalitionskenntnis, um eine Lösung zu ermitteln.

Die ACA-Methode dagegen ist für Außenstehende intuitiv und leicht nachvollziehbar, falls eine Präsentation in Form der Methode der marginalen Beiträge zu N erfolgt. Da auch sie für den Praxisfall durchwegs stabile Lösungen anbietet und zudem nur Teile der Koalitionsfunktion beansprucht, scheint sie für einen praktischen Einsatz durchaus geeignet.

7.2.6 Vergleich der Allokationsergebnisse

Ein Vergleich der im Praxisfall ermittelten Verteilungsergebnisse (Abb. 10, Tab. 17) macht deutlich, dass W bei einer Allokation mittels der Shapley-Lösung einen deutlich geringeren Ersparnisanteil erhält als bei einer Allokation mit dem τ-Wert. Für die übrigen Kooperationspartner E, F und K gilt genau das Umgekehrte. Eine Begründung hierfür liefert wiederum die Big-Boss-Struktur. So beweisen MUTO ET AL. (1988, S. 310), dass im Falle der Shapley-Zuteilung der Big-Boss (hier W) grundsätzlich weniger erhält als bei einer Allokation mit dem τ-Wert. Hiervon profitieren alle „schwachen" Spieler durch höhere Auszahlungen.

Tab. 17: Vergleich der Allokationsergebnisse im Praxisfall

	Shapley-Lösung $\psi^{SH}(\upsilon)$	marginale Beiträge $\psi^{MB}(\upsilon)$	τ-Wert $\psi^{\tau}(\upsilon)$
E	99,30 EUR	85,96 EUR	82,16 EUR
F	450,25 EUR	455,87 EUR	435,70 EUR
K	89,23 EUR	83,29 EUR	79,70 EUR
W	672,37 EUR	685,93 EUR	713,59 EUR
Summe	1.311,15 EUR	1.311,05 EUR	1.311,15 EUR

Quelle: eigene Darstellung

Die Vorteilhaftigkeit des τ-Wertes für W ergibt sich auch bei einem Vergleich mit den Allokationen, die durch das Konzept der marginalen Beiträge (ACA-Methode) ermittelt wurden. Dieses Ergebnis kann kaum verwundern, so werden doch bei der Ermittlung des τ-Wertes (im Gegensatz zur ACA-Methode) die Drohpotenziale (vgl. Formel 5.10) der einzelnen Spieler berücksichtigt. Da aus der Sichtweise des τ-Wertes lediglich W ein glaubhaftes Drohpotenzial entfalten kann, ist dessen höherer Ersparnisanteil nur folgerichtig.

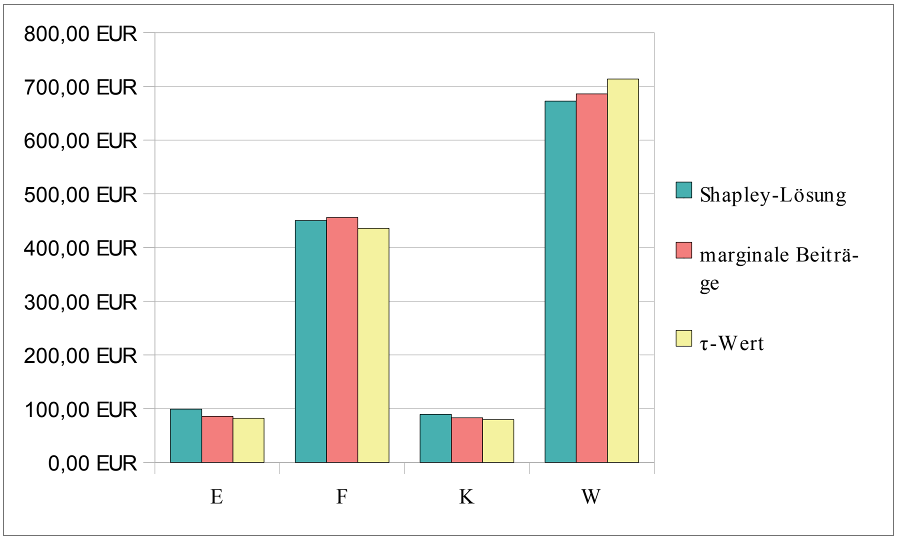

Abb. 10: Vergleich der Allokationsergebnisse im Praxisfall
Quelle: eigene Darstellung

Beim Vergleich der ermittelten Shapley-Lösung mit den Werten, die durch die Methode der marginalen Beiträge alloziert werden, ergibt sich ein zweigeteiltes Bild. So profitieren E und K von der Einbeziehung aller Koalitionsalternativen durch die Shapley-Allokation, wohingegen F und W durch die Beschränkung der ACA-Methode auf die Marginalkoalitionen Vorteile erzielen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag untersucht die Möglichkeiten, die durch eine kooperative Disposition erzielten Kostenersparnisse fair, anreizkompatibel und stabilitätserhaltend auf die Kooperationspartner zu verteilen.

Nach Klärung des Begriffs der Kooperation, deren Ziele sowie des generischen Verteilungsproblems, das sich aus der gemeinschaftlichen Erwirtschaftung von Kooperationsvorteilen ergibt (Kapitel 2), werden klassische und neuere Ansätze der Kostenrechnung durchgeprüft und gezeigt, weshalb diese Ansätze für die zwischenbetriebliche Kostenallokation nicht zum Erfolg führen (Kapitel 3). Diese Untersuchungen eröffnen zusätzlich den Blick darauf, dass etliche der für die innerbetriebliche Kostenallokation geeigneten Ansätze der Kostenrechnung auf demselben Grundprinzip fußen wie die im Weiteren vorgestellten Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie, nämlich auf Betrachtungen an der Grenze (Marginalprinzip).

Anschließend werden Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie im Hinblick auf ihre Eignung zur Allokation von Kooperationsvorteilen detailliert vorgestellt und untersucht. Die Analyse wird jeweils konkret an den Praxisfall einer kooperativen Transportdisposition (iCoTrans) zurück gebunden.

Kapitel 4 führt in die konzeptionellen Grundlagen der kooperativen Spieltheorie ein. In Kapitel 5 werden darauf aufbauend ausgewählte Lösungskonzepte systematisiert und dargestellt. Neben dem grundlegenden Konzept des Kerns wurden die Shapley-Lösung, der τ-Wert, sowie die ACA-Methode bzw. die äquivalente Methode der marginalen Beiträge einbezogen.

In Kapitel 6 wird schließlich der konkrete Praxisfall einer kooperativen Transportdisposition eingeführt und als kooperatives Spiel modelliert. Zu diesem Zweck wird auf simulierte Werte aus 30 Testinstanzen zurückgegriffen und deren Mittel zur Bildung einer repräsentativen Koalitionsfunktion herangezogen. Um die Eignung der Lösungskonzepte der kooperativen Spieltheorie für den vorliegenden Praxisfall zu prüfen, werden in Kapitel 7.1 zunächst Eignungskriterien formuliert und in Kapitel 7.2 zur Bewertung der Lösungskonzepte herangezogen.

Hierbei erweist sich die „einfache" Methode der marginalen Beiträge (ACA-Methode) als durchaus empfehlenswertes Konzept für den vorliegenden Praxisfall. Vor allem aufgrund der intuitiven Nachvollziehbarkeit lässt dieses Konzept auf Akzeptanz der Kooperationspartner hoffen. Zudem erfüllten nahezu alle mit dem Lösungskonzept ermittelten Lösungen die wichtige Stabilitätseigenschaft. Auch hinsichtlich der Praktikabilität kann dieses Konzept als vorteilhaft gelten, da es zur Ermittlung einer Lösung nicht auf alle Koalitionswerte zurückgreifen muss.

Die Shapley-Lösung weist spieltheoretisch hervorragende Fairnesseigenschaften auf, zeigt aber auch einige Nachteile. Diese gründen zum Einen in den teilweise fehlenden Stabilitätseigenschaft, zum anderen in der geringeren Intuitivität dieses Konzepts, die die Kommunizierbarkeit der Methode erschwert. Im Vergleich zur Methode der marginalen Beiträge scheint auch der τ-Wert weniger intuitiv nachvollziehbar. Zudem benötigen beide Konzepte stets alle Koalitionswerte, um eine Lösung zu generieren.

Alle drei favorisierten Lösungskonzepte sind grundsätzlich geeignet und jeweils mit speziellen Vor- und Nachteilen verbunden. Deshalb sind im Rahmen von iCoTrans auch alle implementiert worden, sodass die kooperierenden Unternehmen wählen können und diese Wahl auch im Produktivbetrieb noch bei Bedarf konsensual ändern können.

Dieser Beitrag basiert aufgrund der aktuellen Situation in der konkret betrachteten Transportkooperation auf einer Big-Boss-Struktur. Widmen weitere Kooperationspartner ihre Fahrzeuge der Kooperation, so verändert sich diese Struktur und somit auch die betrachtete Spielsituation. Eine ähnliche Wirkung ist zu erwarten, falls Einsparmöglichkeiten durch Sendungsgestaltung im Rahmen eines Fremdtransportes zu erzielen sind (PANKRATZ 2002, S. 42). Das Ziel weiterer Forschungsarbeiten könnte folglich darin bestehen, die Auswirkungen dieser strukturellen Veränderungen hinsichtlich der betrachteten Lösungskonzepte zu analysieren. Hier ergeben sich möglicherweise „clan-ähnliche" Strukturen (POTTERS ET AL. 1985), die unter Umständen die Einbeziehung partitiver Ansätze (WIESE 2005, S. 309-391) nahelegen.

Dieser Beitrag zeigt, dass spieltheoretische Lösungskonzepte zur Bestimmung einer fairen Verteilung von Kooperationsvorteilen mit Erfolg angewendet werden können. Allerdings sollte die Bedeutung der intuitiven Nachvollziehbarkeit und der Kommunizierbarkeit der Konzepte für die Akzeptanz in der Praxis nicht unterschätzt werden.

Literaturverzeichnis

ALT, R.; CATHOMEN, I.: Handbuch Interorganisationssysteme. Anwendungen für die Waren- und Finanzlogistik. Unter Mitarbeit von Ivo Cathomen, Braunschweig, Vieweg (Wirtschaftsinformatik / Business computing) 1995.

ALT, R.: Interorganisationssysteme in der Logistik. Interaktionsorientierte Gestaltung von Koordinationsinstrumenten. Univ., Diss. St. Gallen, 1997. Wiesbaden, Dt. Univ.-Verl. (DUV) 1997.

AUMANN, R. J.: Game Theory. In: Durlauf S. N., Blume L. E. (Hrsg): The New Palgrave Dictionary of Economics. Second Edition. Palgrave Macmillan, 2008.
http://www.dictionaryofeconomics.com/article?id=pde2008_G000007
(zuletzt abgerufen am 18.05.2009).

BALACHANDRAN, B. V., RAMAKRISHNAN, R. T. S.: Joint Cost Allocation: A Unified Approach. In: The Accounting Review 56 (1981) 1, S. 85-96.

BARTHOLDI, J., KEMAHLIOGLU-ZIYA, E.: Using Shapley Value to Allocate Savings in a Supply Chain. In: Geunes, J., Pardalos, P. (Hrsg.): Supply Chain Optimization. S. 169-208. Springer, New York 2005.

BEN-SHAHAR, D., DENG, Y., SULGANIK, E.: Shapley cost allocation coincides with relative status: The case of skyscrapers. Working paper. 2007.
http://www.usc.edu/schools/sppd/lusk/research/pdf/wp_2006-1011.pdf
(zuletzt abgerufen am 18.05.2009).

BERGER, S. (2009): Kooperative Tourenplanung. Eine quantitative Analyse. Univ., Juristische und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Diss., Halle 2009.

COENENBERG, A. G.; FISCHER, T. M.; GÜNTHER, T.: Kostenrechnung und Kostenanalyse. 7., überarb. u. erw. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2009.

CRUIJSSEN, F.: Horizontal Cooperation in Transport and Logistics. Dissertationsschrift. Universität von Tilburg, Tilburg 2006.
http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=55815
(zuletzt abgerufen am 18.05.2009).

DEHEZ, P. (2009): Allocation of fixed costs and the weighted Shapley value. Louvain-la-Neuve: CORE 2009.
http://www.ecore.be/DPs/dp_1245413181.pdf
(zuletzt abgerufen am 08.10.2009).

DRIESSEN, T., TIJS., S.: The τ-Value, the Core and Semiconvex Games. In: International Journal of Game Theory 14 (1985) 4, S. 229-247.

EWERT, R.; WAGENHOFER, A. (2008): Interne Unternehmensrechnung. 7. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg 2008.
http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-77284-2
(zuletzt abgerufen am 12.11.2009).

FIEDLER, M.: Allokation von Kooperationsvorteilen auf der Basis von Lösungskonzepten der kooperativen Spieltheorie am Beispiel der kooperativen Transportdisposition, Bachelorarbeit, FernUniversität in Hagen, Hagen 2009.

FISCHER, D.: Leistungsgerechte Zuteilung von Erlösen in Netzwerkorganisationen. Am Beispiel von Verkehrsverbünden, Nomos, Baden-Baden 2008.

FRAGNELLI, V., GARCÍA-JURADO, I., NORDE, H., PATRONE F., TIJS S.: How to share railways infrastructure costs? In: Patrone F., García-Jurado, I., Tijs, S. (Hrsg.): Game practice: contributions from applied game theory. S. 91-101. Kluwer, Dordrecht 1999.

FRIEDMAN, T. L.: The world is flat. A brief history of the twenty-first century. 2. rev. and expanded ed., Farrar Straus and Giroux, New York 2007.

FROMEN, B.: Faire Aufteilung in Unternehmensnetzwerken: Lösungsvorschläge auf der Basis der kooperativen Spieltheorie. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 2004.

FRIEDL, B.: Kostenrechnung. Grundlagen, Teilrechnungen und Systeme der Kostenrechnung: Oldenbourg, München 2010.

GADATSCH, A., MAYER, E.: Masterkurs IT-Controlling. Grundlagen und Praxis für IT-Controller und CIOs - Balanced Scorecard - Portfoliomanagement - Wertbeitrag der IT - Projektcontrolling - Kennzahlen - IT-Sourcing - IT-Kosten- und Leistungsrechnung. 4. Aufl. Wiesbaden 2010.
Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-9740-4.

GATELY, D.: Sharing the Gains from Regional Cooperation: A Game Theoretic Application to Planning Investment Electric Power. In: International Economic Review 15 (1974) 1, S. 195-208.

GEHRING, H.; PANKRATZ, G.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Kurseinheit 3, Systeme der innerbetrieblichen Informationsverarbeitung, FernUniversität in Hagen, Hagen 2010.

GERARD-VARET, L. A., ZAMIR, S.: Remarks on reasonable set of outcomes in a general coalition function form game. In: International Journal of Game Theory 16 (1987) 2, S. 123-143.

GRANOT, D., HOJATI, M.: On cost allocation in communication networks. In: Networks 20 (1990) 2, S. 209-229.

GUTENBERG, E.: Die Produktion. 20. Aufl., Springer, Berlin 1973.

HAMLEN, S. S., HAMLEN, W. A., TSCHIRHART, J. T.: The Use of Core Theory in Evaluating Joint Cost Allocation Schemes. In: The Accounting Review 52 (1977) 3, S. 616-627.

HAMLEN, S. S., HAMLEN, W. A., TSCHIRHART, J. T.: The Use of the Generalized Shapley Allocation in Joint Cost Allocation Schemes. In: The Accounting Review 55 (1980) 2, S. 269-287.

HART, S.: Shapley Value. In: Durlauf S. N., Blume L. E. (Hrsg): The New Palgrave Dictionary of Economics. Second Edition. Palgrave Macmillan, 2008.
http://www. dictionaryofeconomics.com/article?id=pde2008_S000106
(zuletzt abgerufen am 18.05.2009).

HILLER, T.: Die gewichtete Shapley-Lösung. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium 36 (2007) 11, S. 584-587.

HIRSCHMANN, P.: Kooperative Gestaltung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, Diss. Univ. Saarbrücken 1998, Gabler, Wiesbaden 1998.

HOLLER, M. J., ILLING, G.: Einführung in die Spieltheorie. 6. Aufl. Springer, Berlin 2005.

KARAGÖK, Y.: Methoden zur Berechnung des Nukleolus kooperativer Spiele mit einer Anwendung für die Schweiz. Dissertation. Universität Freiburg (Schweiz) 2006.

KANNAI, Y.: The Core and Balancedness. In: Aumann R. J. und S. Hart (Hrsg.): Handbook of game theory, with economic applications. Vol. 1. S. 355–395, Kap. 12. North-Holland, Amsterdam 1992.

KILLICH, S.: Kooperationsformen. In: Becker, T., Dammer, I., Howaldt, J., Killich, S. Loose, A. (Hrsg.): Netzwerkmanagement – Mit Kooperationen zum Unternehmenserfolg. S. 13-22. Springer, Berlin 2005.

KILLICH, S., LUCZAK, H.: Unternehmenskooperation für kleine und mittelständische Unternehmen. Lösungen für die Praxis. Springer, Berlin 2003.

KRAJEWSKA, M. A.: Potentials for efficiency increase in modern freight forwarding, Diss. Univ. Bremen 2007, Gabler (Gabler Edition Wissenschaft), Wiesbaden 2008.

KRAJEWSKA, M. A.; KOPFER, H.: Collaborating freight forwarding enterprises. Request allocation and profit sharing. In: OR spectrum, Jg. 28, 2006, H. 3, S. 301–317.

KRAJEWSKA, M. A., KOPFER, H., LAPORT, G., ROPKE, S., ZACCOUR, G.: Horizontal cooperation among freight carriers: request allocation and profit sharing. In: Journal of the Operational Research Society 59 (2008), S. 1483–1491.

LEMAIRE, J.: An Application of Game Theory: Cost Allocation. In: The Astin Bulletin 14 (1984), S. 61 -81.

LITTLECHILD, S., THOMPSON, G.: Aircraft landing fees. A game theory approach. In: Bell Journal of Economics 8 (1977), S. 186–204.

LORENZ, W.: <mikro>online 2009.
http://www.mikrooekonomie.de.
(Zuletzt abgerufen am 26.01.2011)

MENNE, K.: Faire Kostenallokation in Distributionskooperationen – Lösungskonzepte unter Berücksichtigung der Fixkostenproblematik. Diplomarbeit. FernUniversität in Hagen, Hagen 2008.

MILLER, J. G., VOLLMAN, T. E.: The hidden factory. In: Harvard Business Review. H. 5, September/Oktober 1985, S. 142–150.

MOLDASCHL, M.: Das Elend des Kompetenzbegriffs. Kompetenzkonstrukte in der aktuellen Unternehmenstheorie. In: STEPHAN, M. et al.: 25 Jahre ressourcen- und kompetenzorientierte Forschung. Der kompetenzbasierte Ansatz auf dem Weg zum Schlüsselparadigma in der Managementforschung, 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler (Gabler research/ Strategisches Kompetenz-Management), 2010, S. 3-40.
Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-8856-0.

MUCKE, T.: Allokation von Effzienzgewinnen in Unternehmensnetzwerken, Diplomarbeit, FernUniversität in Hagen, Hagen 2011.

MUTO, S., NAKAYAMA, M., POTTERS, J., TIJS, S.: On Big Boss Games. In: The Economics Studies Quarterly 39 (1988) 4, S. 303-321.

MYERSON, R. B.: Conference Structures and Fair Allocation Rules. In: International Journal of Game Theory 9 (1985b) 3, S. 169-182.

NAGEL, A.; PANKRATZ, G.; GEHRING, H.: Tourenplanung in einer Distributionskooperation komplementärer Lieferanten. In: DANGELMAIER W., BLECKEN A., RÜNGENER N. (Hrsg.): Nachhaltigkeit in flexiblen Produktions- und Liefernetzwerken, Verlag Monsenstein und Vannerdat, Münster, 2009, S.281-292

NETT, L.: Der Shapley-Wert. Ein Allokationsmechanismus für die Zuordnung von Gemeinkosten. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium 27 (1998) 10, S. 525-528.

NEUMANN, J. VON, MORGENSTERN, O.: Theory of Games and Economic Behavior. 3. Aufl. Princeton University Press, Princeton 1953.

OTTEN, G.-J.: Characterizations of a Game Theoretical Cost Allocation Method. In: ZOR – Methods and Models of Operations Research 38 (1993), S. 175-185.

ÖZENER, O., ERGUN, Ö.: Allocating Costs in a Collaborative Transportation Procurement Network. In: Transportation Science 42 (2008) 2, S. 146-165.

PANKRATZ, G.: Speditionelle Transportdisposition. Modell- und Verfahrensentwicklung unter Berücksichtigung von Dynamik und Fremdvergabe, Diss. FernUniversität in Hagen, 1. Aufl., Dt. Univ.-Verl. (Gabler Edition Wissenschaft), Wiesbaden 2002.

PANKRATZ, G.: Gemeinschaftlich ausliefern - Fleischwaren, Fruchtsäfte, Fisch und Obst gemeinsam disponieren und transportieren. In: Fleischwirtschaft (2008) 7, S. 45-48.

PANKRATZ, G., STEINLEIN, J.: Konsolidierte Disposition von Eigentransport und Fremdvergabe in Distributionskooperationen komplementärer Lieferanten. In: Mönch, L.; Pankratz, G. (Hrsg.): Intelligente Systeme zur Entscheidungsunterstützung. S. 163-178. SCS Publishing House, San Diego/Erlangen 2008.

PETERSEN, TL; FABER, M.: Verantwortung und das Problem der Kuppelproduktion. Reflexionen über die Grundlagen der Umweltpolitik, Discussion Paper Series Nr. 411, Universität Heidelberg, Department of Economics, Heidelberg 2004
http://www.awi.uni-heidelberg.de/with2/Discussion
papers/papers_2003_2005/dp411.pdf
(zuletzt abgerufen: 02.02.2011).

PIONTEK, J.: Bausteine des Logistikmanagements. Supply Chain Management, E-Logistics, Logistikcontrolling, Verl. Neue Wirtschafts-Briefe, Herne [u.a.] 2003.

POTTERS, J., POOS, R., TIJS, S., MUTO, S.: Clan Games. In: Games an Economic Behavior 1 (1989), S. 275-293.

RICARDO, D.: On the Principles of political economy and taxation, Murray, London 1817.

RIEBEL, P.: Die Kuppelproduktion. Betriebs- und Marktprobleme. Habilitationsschrift vom 17. Februar 1954, Hochschule für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften Nürnberg. Westdeutscher Verlag, Köln, Opladen 1955.

RIEBEL, P.: Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung. Grundfragen einer markt- und entscheidungsorientierten Unternehmensrechnung, 7., überarb. und wesentlich erw. Aufl., Betriebswirtschaftlicher Verlag Gabler, Wiesbaden 1994.

SCHMALENBACH, E.: Über Verrechnungspreise. In: Zeitschrift für Handelswissenschaftliche Forschung 3 (1909), S. 165 – 185.

SCHMEIDLER, D.: The Nucleolus of a Characteristic Function Game. In: SIAM Journal of Applied Mathematics 17 (1969) 6, S. 1163-1170.

SCHOTANUS, F.: Horizontal Cooperative Purchasing. Dissertationsschrift. Universität von Twente, Enschede 2007.
http://www.mb.utwente.nl/ompl/chairs/utips/staff/Schotanus/gpr/ documents/
books/schotanus_PhD-thesis.pdf
(zuletzt abgerufen am 18.05.2009).

SCHOPPMANN, R.: Interorganisationales Kostencontrolling. Kostenmanagement, Kostenrechnung und Open-Book-Accounting für Kooperationen und Netzwerke. Diss. Münster, 2004, Vahlen (Controlling Praxis), München 2005.

SHAPLEY, L. S.: A value for n-person games. In: KUHN H. W. und TUCKER A. W. (Hrsg.): Contributions to the theory of games II. Annals of mathematics studies. Vol 28. S. 307-317. Princeton University Press, Princeton 1953.

SHAPLEY, L. S.: On balanced sets and cores. In: Naval Research Logistics Quarterly 14 (1967), S. 453-460.

SHAPLEY, L. S.: Cores of Convex Games. In: International Journal of Game Theory 1 (1971), S. 11-26.

SHUBIK, M.: Incentives, Decentralized Control, the Assignment of Joint Costs and Internal Pricing. In: Management Science 8 (1962) 2, S. 325-343.

SPRENGER, R.; MÖNCH, L.: A Simulation Framework for Assessing the Performance of Cooperative Transportation Planning Algorithms. In: Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference, Dec. 08, Miami, USA, 2769-2776, 2008.

SPRENGER, R.; MÖNCH, L.: An Ant Colony Optimization Approach to Solve Cooperative Transportation Planning Problems. In: Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference, Austin, TX, USA, 2488-2495, 2009.

STEINLEIN, J.: Distributionskooperation zwischen Zulieferunternehmen – Möglichkeiten der IT-Unterstützung und Bestimmung des Einsparungspotentials, Diplomarbeit, FernUniversität in Hagen, Hagen 2007.

STEPHAN, M.; KERBER, W.; KESSLER, T.; LINGENFELDER, M. (2010): 25 Jahre ressourcen- und kompetenzorientierte Forschung. Der kompetenzbasierte Ansatz auf dem Weg zum Schlüsselparadigma in der Managementforschung, 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler (Gabler research/Strategisches Kompetenz-Management).
Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-8856-0.

STRAFFIN, P. D., HEANEY, J. P.: Game Theory and the Tennessee Valley Authority. In: International Journal of Game Theory 10 (1981) 1, S. 35-43.

STRANGMEIER, R.: Die steuerliche Betriebsprüfung und die Unbestimmtheit des ökonomischen Erfolges. Eine wirtschaftssoziologische Studie mit einer Analyse der Groß- und Konzernbetriebsprüfung. Erich Schmidt, Bielefeld 2000.

THELING, T.; LOOS, P.: Determinanten und Formen von Unternehmenskooperationen. Mainz: ISYM (Working papers of the Research Group Information Systems & Management, 18) 2004.
http://www.econbiz.de/
archiv/mz/umz/winformatik/determinanten_un-kooperationen.pdf
(zuletzt abgerufen am 13.10.2009).

TIJS, S.: Bounds for the Core and for the τ-Value. In: Moeschlin, O., Pallaschke, D. (Hrsg.): Game Theory and Mathematical Economics, North-Holland, Amsterdam 1981, S. 123-132.

TIJS, S.: An Axiomatization of the τ-Value. In: Mathematical Social Sciences 13 (1987), S. 177-181.

TIJS, S., DRIESSEN, T.: Game Theory and Cost Allocation Problems. In: Management Science 32 (1986) 8, S. 1015-1028.

TIJS, S., OTTEN, G.-J.: Compromise Values in Cooperative Game Theory. In: Top 1 (1993) 1, S. 1-51.

TRÖNDLE, D.: Kooperationsmanagement: Steuerung interaktioneller Prozesse bei Unternehmenskooperationen. Josef Eul Verlag, Bergisch-Gladbach 1987.

THÜNEN, J. H. VON (1826): Der isolirte Staat in Beziehung auf Landwirthschaft und Nationalökonomie, oder Untersuchungen über den Einfluß, den die Getreidepreise, der Reichthum des Bodens und die Abgaben auf den Ackerbau ausüben, Perthes, Hamburg 1826.

WAGNER, J.: Corporate Governance Strukturen zur Lösung von Koordinations- und Anreizproblemen bei Auftreten spezifischer Investitionsprobleme. Wien, Univ., Diss., 2008.

WEBER, J.: Kuppelprodukte, in: Gabler Verlag (Hrsg.), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Kuppelprodukte, o. J. [2011] http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/994/kuppelprodukte-v7.html (zuletzt abgerufen am 01.02.2011).

WEDDEWER, M.: Verrechnungspreissysteme für horizontale Speditionsnetzwerke. Simulationsgestützte Gestaltung und Bewertung. 1. Aufl., Wiesbaden, Deutscher Universitäts-Verlag 2007.

WIESE, H.: Kooperative Spieltheorie. Oldenbourg, München 2005.

WISSLER, W.: Unternehmenssteuerung durch Gemeinkostenzuteilung: Eine spieltheoretische Untersuchung. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1997.

WOHLGEMUTH, O., HESS, T.: Erfolgsbestimmung in Kooperationen: Entwicklungsstand und Perspektiven. Arbeitsbericht 6/1999 der Abteilung Wirtschaftsinformatik II der Universität Göttingen, Göttingen 1999.

YOUNG, H. P.: Methods and Principles of Cost Allocation. In: Young, H. P. (Hrsg.): Cost Allocation: Methods, Principles, Applications. S. 3–29, Kap. 1. North-Holland, Amsterdam 1985a.

YOUNG, H. P.: Monotonic Solutions of Cooperative Games. In: International Journal of Game Theory 14 (1985b) 2, S. 65-72.

YOUNG, H. P.: Cost Allocation. In: Aumann R. J. und S. Hart (Hrsg.): Handbook of game theory, with economic applications. Vol. 2. S. 1193–1235, Kap. 34. North-Holland, Amsterdam 1994.

YOUNG, H. P.: Equity: In Theory and Practice. Princeton University Press, Princeton 1995.

ZELEWSKI, S.: Der τ-Wert: Ein spieltheoretischer Ansatz zur fairen Preisbildung aus kostenrechnerischer Perspektive. Arbeitsbericht Nr. 9. Köln 1987.

ZELEWSKI, S.: Faire Verteilung von Effizienzgewinnen in Supply Webs. In: Corsten H. und H. Missbauer (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement. S. 552–572. Vahlen, München 2007a.

ZELEWSKI, S.: Modellierung von Fairness. Verteilung von Effizienzgewinnen in Supply Webs aus spieltheoretischer Sicht. Ringvorlesung, Universität Duisburg-Essen 2007b. http://www.pim.wiwi.uni-due.de/uploads/tx_itochairt3/talks/20071219_Ringvorlesung_Zelewski.pdf (zuletzt abgerufen am 18.05.2009).

ZELEWSKI, S.: Faire Verteilung von Effizienzgewinnen in Supply Webs - ein spieltheoretischer Ansatz des τ-Werts. Berlin, Logos-Verl. 2009.

ZENTES, J., SWOBODA, B., MORSCHETT, D.: Kooperationen, Allianzen und Netzwerke – Entwicklung der Forschung und Kurzabriss. In: Zentes, J., Swoboda, B., Morschett, D. (Hrsg.): Kooperationen, Allianzen und Netzwerke. S. 3-52. Gabler, München 2005.

Anhang

1 Anhang A – Kostenfunktionen für alle 30 Instanzen[1]

Kostenfunktion	1	2	3	4	5	6	7	8
c(∅)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
c({E})	2.650,76	2.480,09	2.606,15	2.195,62	2.227,84	2.169,68	1.795,23	2.069,55
c({F})	1.721,38	1.906,33	1.788,53	1.785,00	1.808,22	1.762,93	1.745,42	1.770,98
c({K})	1.053,79	1.045,38	920,51	1.208,38	1.000,86	1.065,23	1.299,49	1.175,89
c({W})	2.470,51	2.645,07	2.570,98	2.422,92	2.401,46	2.571,61	2.625,21	2.506,19
c({E, F})	4.372,14	4.386,42	4.394,68	3.980,62	4.036,06	3.932,61	3.540,65	3.840,53
c({E, K})	3.704,55	3.525,47	3.526,66	3.404,00	3.228,70	3.234,91	3.094,72	3.245,44
c({E, W})	4.537,95	5.062,17	4.849,46	4.249,25	4.264,18	4.331,33	4.368,51	4.410,15
c({F, K})	2.775,17	2.951,71	2.709,04	2.993,38	2.809,08	2.828,16	3.044,91	2.946,87
c({F, W})	3.429,66	3.694,06	3.525,05	3.286,30	3.479,63	3.453,69	3.468,03	3.405,06
c({K, W})	3.171,58	3.518,74	3.204,17	3.566,93	3.255,55	3.462,93	3.678,45	3.275,20
c({E, F, K})	5.425,93	5.431,80	5.315,19	5.189,00	5.036,92	4.997,84	4.840,14	5.016,42
c({E, F, W})	5.716,97	6.026,50	5.845,41	5.210,61	5.396,63	5.356,93	5.133,42	5.211,30
c({E, K, W})	5.322,93	5.703,78	5.555,18	5.403,67	5.123,35	5.294,58	5.377,55	4.966,64
c({F, K, W})	4.163,28	4.611,25	4.186,33	4.413,58	4.360,57	4.300,59	4.473,31	4.149,47
c(N)	6.487,02	6.943,94	6.548,38	6.402,02	6.222,17	6.219,10	6.235,00	5.921,43

Kostenfunktion	9	10	11	12	13	14	15	16
c(∅)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
c({E})	2.213,53	2.209,73	2.230,98	2.097,25	2.107,03	1.861,69	2.167,00	2.079,09
c({F})	1.874,33	1.801,95	1.749,49	1.806,25	1.687,46	1.908,01	1.785,93	1.845,74
c({K})	1.214,40	1.469,31	1.560,48	1.257,46	1.102,16	1.154,53	988,11	1.111,45
c({W})	2.656,92	2.631,63	2.481,47	2.502,80	2.749,30	2.639,06	2.709,67	2.415,62
c({E, F})	4.087,86	4.011,68	3.980,47	3.903,50	3.794,49	3.769,70	3.952,93	3.924,83
c({E, K})	3.427,93	3.679,04	3.791,46	3.354,71	3.209,19	3.016,22	3.155,11	3.190,54
c({E, W})	4.600,63	4.551,07	4.674,32	4.284,65	4.588,65	4.411,08	4.513,69	4.374,80
c({F, K})	3.088,73	3.271,26	3.309,97	3.063,71	2.789,62	3.062,54	2.774,04	2.957,19
c({F, W})	3.301,46	3.277,37	3.312,61	3.388,56	3.580,46	3.575,01	3.473,46	3.242,47
c({K, W})	3.827,09	3.768,25	3.855,08	3.293,88	3.626,18	3.692,87	3.651,09	3.222,43
c({E, F, K})	5.302,26	5.480,99	5.540,95	5.160,96	4.896,65	4.924,23	4.941,04	5.036,28
c({E, F, W})	5.164,39	5.201,80	5.548,72	5.301,70	5.503,36	5.446,49	5.369,71	5.056,29
c({E, K, W})	5.737,09	5.829,80	6.139,92	5.206,38	5.505,02	5.515,91	5.484,06	5.032,79
c({F, K, W})	4.391,08	4.484,73	4.734,00	4.211,43	4.426,20	4.668,42	4.399,50	4.119,78
c(N)	6.430,00	6.629,76	6.954,75	6.176,41	6.439,62	6.433,03	6.296,50	6.112,12

Kostenfunktion	17	18	19	20	21	22	23	24
c(∅)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
c({E})	2.289,00	2.561,67	1.287,63	2.442,51	1.991,02	2.495,60	1.743,68	2.014,54
c({F})	1.819,73	1.972,40	2.004,60	1.827,18	1.786,33	1.726,00	1.843,87	1.846,44
c({K})	1.072,80	1.124,30	951,15	1.058,73	1.148,36	1.174,24	963,57	1.003,91
c({W})	2.694,83	2.679,17	2.483,92	2.995,29	2.542,19	2.690,83	2.545,03	2.583,76
c({E, F})	4.108,73	4.534,07	3.292,23	4.269,69	3.777,35	4.221,60	3.587,55	3.860,98
c({E, K})	3.361,80	3.685,97	2.238,78	3.501,24	3.139,38	3.669,84	2.707,25	3.018,45
c({E, W})	4.814,82	5.079,94	3.749,77	5.301,58	4.349,42	4.956,38	3.949,27	4.162,94
c({F, K})	2.892,53	3.096,70	2.955,75	2.885,91	2.934,69	2.900,24	2.807,44	2.850,35
c({F, W})	3.459,04	3.499,63	3.577,52	4.094,87	3.413,04	3.669,47	3.360,20	3.653,05
c({K, W})	3.526,40	3.511,54	3.357,88	3.906,05	3.579,90	3.619,50	3.319,70	3.458,77
c({E, F, K})	5.181,53	5.658,37	4.243,38	5.328,42	4.925,71	5.395,84	4.551,12	4.864,89
c({E, F, W})	5.568,89	6.042,86	4.836,42	6.401,54	5.199,65	5.972,94	4.742,05	5.316,75
c({E, K, W})	5.661,32	5.907,03	4.571,27	6.184,51	5.382,38	5.848,80	4.920,77	5.123,16
c({F, K, W})	4.360,24	4.385,44	4.435,51	4.892,30	4.336,46	4.597,57	4.092,82	4.478,05
c(N)	6.535,83	6.836,27	5.698,93	7.292,11	6.202,67	6.885,35	5.583,43	6.296,49

Kostenfunktion	25	26	27	28	29	30	Summe	Mittel
c(∅)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
c({E})	1.845,17	2.355,50	2.147,58	2.521,84	2.532,31	1.743,97	65.133,24	2.171,11
c({F})	1.815,92	1.829,90	1.852,26	1.919,83	1.812,56	1.871,15	54.676,12	1.822,54
c({K})	975,05	1.008,20	1.012,75	1.618,24	964,93	919,77	33.623,43	1.120,78
c({W})	2.728,22	2.619,49	2.378,11	2.550,90	2.533,47	2.821,53	77.847,15	2.594,90
c({E, F})	3.661,09	4.185,40	3.999,84	4.441,67	4.344,87	3.615,12	119.809,36	3.993,65
c({E, K})	2.820,22	3.363,70	3.160,33	4.140,08	3.497,24	2.663,74	98.756,67	3.291,89
c({E, W})	4.331,20	4.580,54	4.265,12	4.915,79	4.684,52	4.209,38	135.422,56	4.514,09
c({F, K})	2.790,97	2.838,10	2.865,01	3.538,07	2.777,49	2.790,92	88.299,55	2.943,32
c({F, W})	3.595,31	3.484,80	3.148,62	3.587,21	3.298,47	3.486,35	104.220,46	3.474,02
c({K, W})	3.568,28	3.545,14	3.279,75	3.889,21	3.343,55	3.455,07	105.431,16	3.514,37
c({E, F, K})	4.636,14	5.193,60	5.012,59	6.059,91	5.309,80	4.534,89	153.432,79	5.114,43
c({E, F, W})	5.331,97	5.464,30	5.116,40	6.021,04	5.590,32	5.008,79	163.104,15	5.436,81
c({E, K, W})	5.182,74	5.518,09	5.240,00	6.334,79	5.397,21	4.940,26	163.410,98	5.447,03
c({F, K, W})	4.443,58	4.427,13	4.049,67	4.954,26	4.089,99	4.105,14	131.741,68	4.391,39
c(N)	6.200,48	6.420,45	6.006,15	7.366,80	6.416,62	5.752,49	191.945,32	6.398,18

[1] Alle Beträge in Euro.

2 Anhang B – Kostenersparnisfunktionen für alle 30 Instanzen[1]

Kostenersparnisfunktion	1	2	3	4	5	6	7	8
υ(∅)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({F})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({W})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, F})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, W})	583,32	62,99	327,67	369,29	365,12	409,96	51,93	165,59
υ({F, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({F, W})	762,23	857,34	834,46	921,62	730,05	880,85	902,60	872,11
υ({K, W})	352,72	171,71	287,32	64,37	146,77	173,91	246,25	406,88
υ({E, F, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, F, W})	1.125,68	1.004,99	1.120,25	1.192,93	1.040,89	1.147,29	1.032,44	1.135,42
υ({E, K, W})	852,13	466,76	542,46	423,25	506,81	511,94	342,38	784,99
υ({F, K, W})	1.082,40	985,53	1.093,69	1.002,72	849,97	1.099,18	1.196,81	1.303,59
υ(N)	1.409,42	1.132,93	1.337,79	1.209,90	1.216,21	1.350,35	1.230,35	1.601,18

Kostenersparnisfunktion	9	10	11	12	13	14	15	16
υ(∅)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({F})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({W})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, F})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, W})	269,82	290,29	38,13	315,40	267,68	89,67	362,98	119,91
υ({F, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({F, W})	1.229,79	1.156,21	918,35	920,49	856,30	972,06	1.022,14	1.018,89
υ({K, W})	44,23	332,69	186,87	466,38	225,28	100,72	46,69	304,64
υ({E, F, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, F, W})	1.580,39	1.441,51	913,22	1.104,60	1.040,43	962,27	1.292,89	1.284,16
υ({E, K, W})	347,76	480,87	133,01	651,13	453,47	139,37	380,72	573,37
υ({F, K, W})	1.354,57	1.418,16	1.057,44	1.355,08	1.112,72	1.033,18	1.084,21	1.253,03
υ(N)	1.529,18	1.482,86	1.067,67	1.487,35	1.206,33	1.130,26	1.354,21	1.339,78

Kostenersparnisfunktion	17	18	19	20	21	22	23	24
υ(∅)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({F})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({W})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, F})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, W})	169,01	160,90	21,78	136,22	183,79	230,05	339,44	435,36
υ({F, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({F, W})	1.055,52	1.151,94	911,00	727,60	915,48	747,36	1.028,70	777,15
υ({K, W})	241,23	291,93	77,19	147,97	110,65	245,57	188,90	128,90
υ({E, F, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, F, W})	1.234,67	1.170,38	939,73	863,44	1.119,89	939,49	1.390,53	1.127,99
υ({E, K, W})	395,31	458,11	151,43	312,02	299,19	511,87	331,51	479,05
υ({F, K, W})	1.227,12	1.390,43	1.004,16	988,90	1.140,42	993,50	1.259,65	956,06
υ(N)	1.340,53	1.501,27	1.028,37	1.031,60	1.265,23	1.201,32	1.512,72	1.152,16

Kostenersparnisfunktion	25	26	27	28	29	30	Summe	Mittel
υ(∅)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({F})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({W})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, F})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, W})	242,19	394,45	260,57	156,95	381,26	356,12	7.557,83	251,93
υ({F, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({F, W})	948,83	964,59	1.081,75	883,52	1.047,56	1.206,33	28.302,81	943,43
υ({K, W})	134,99	82,55	111,11	279,93	154,85	286,23	6.039,42	201,31
υ({E, F, K})	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
υ({E, F, W})	1.057,34	1.340,59	1.261,55	971,53	1.288,02	1.427,86	34.552,36	1.151,75
υ({E, K, W})	365,70	465,10	298,44	356,19	633,50	545,01	13.192,84	439,76
υ({F, K, W})	1.075,61	1.030,46	1.193,45	1.134,71	1.220,97	1.507,31	34.405,02	1.146,83
υ(N)	1.163,88	1.392,64	1.384,55	1.244,01	1.426,65	1.603,93	39.334,62	1.311,15

[1] Alle Beträge in Euro.

3 Anhang C – Ersparnisallokation für alle 30 Instanzen[1]

		Shapley-Lösung	Tau-Wert	„Marginale Beiträge“
	E	202,27	162,46	178,82
	F	308,85	276,85	304,74
1	K	149,41	140,96	155,16
	W	748,90	829,15	770,70
	Summe	1409,42	1409,42	1409,42
	E	78,99	73,70	80,50
	F	384,31	333,09	363,82
2	K	90,62	63,97	69,87
	W	579,01	662,17	618,73
	Summe	1132,93	1132,93	1132,93
	E	133,41	121,92	125,85
	F	401,62	397,23	410,05
3	K	117,83	108,65	112,16
	W	684,94	710,00	689,73
	Summe	1337,79	1337,79	1337,79
	E	135,09	103,59	112,88
	F	420,30	393,33	428,59
4	K	20,86	8,49	9,25
	W	633,66	704,50	659,19
	Summe	1209,90	1209,90	1209,90
	E	177,89	178,97	180,54
	F	353,10	346,67	349,70
5	K	77,86	85,67	86,43
	W	607,35	604,89	599,54
	Summe	1216,21	1216,21	1216,21
	E	147,33	120,48	128,33
	F	421,56	402,15	428,36
6	K	91,95	97,40	103,75
	W	689,52	730,33	689,92
	Summe	1350,35	1350,35	1350,35
	E	31,54	16,77	17,56
	F	458,13	443,99	464,95
7	K	118,72	98,95	103,63
	W	621,96	670,64	644,22
	Summe	1230,35	1230,35	1230,35
	E	141,65	147,16	149,81
	F	432,27	403,62	410,87
8	K	237,92	230,33	234,46
	W	789,35	820,08	806,04
	Summe	1601,18	1601,18	1601,18
	E	120,65	110,39	94,22
	F	616,25	593,23	637,47
9	K	7,78	-24,56	-27,63
	W	784,51	850,12	825,12
	Summe	1529,18	1529,18	1529,18

		Shapley-Lösung	Tau-Wert	„Marginale Beiträge“
	E	76,49	32,35	37,03
	F	533,24	501,00	573,47
10	K	75,77	20,68	23,67
	W	797,36	928,84	848,69
	Summe	1482,86	1482,86	1482,86
	E	0,82	4,96	5,04
	F	455,67	453,30	460,50
11	K	73,68	74,91	76,10
	W	537,50	534,50	526,03
	Summe	1067,67	1067,67	1067,67
	E	90,09	64,96	69,31
	F	425,59	410,71	438,16
12	K	198,75	187,99	200,55
	W	772,93	823,69	779,33
	Summe	1487,35	1487,35	1487,35
	E	80,07	46,80	50,90
	F	397,92	376,43	409,34
13	K	97,10	82,95	90,20
	W	631,24	700,15	655,89
	Summe	1206,33	1206,33	1206,33
	E	34,15	45,98	45,98
	F	479,15	469,35	469,35
14	K	59,63	79,57	79,57
	W	557,34	535,36	535,36
	Summe	1130,26	1130,26	1130,26
	E	148,15	132,71	137,51
	F	492,50	478,48	495,79
15	K	25,87	30,14	31,23
	W	687,69	712,88	689,68
	Summe	1354,21	1354,21	1354,21
	E	76,18	43,38	51,69
	F	452,56	383,21	456,66
16	K	96,59	27,81	33,14
	W	714,44	885,39	798,29
	Summe	1339,78	1339,78	1339,78
	E	70,21	56,70	60,69
	F	495,23	472,61	505,82
17	K	79,73	52,93	56,65
	W	695,37	758,29	717,37
	Summe	1340,53	1340,53	1340,53
	E	56,50	53,64	55,72
	F	532,45	504,83	524,44
18	K	151,69	160,13	166,35
	W	760,62	782,66	754,75
	Summe	1501,27	1501,27	1501,27

[1] Die Tabelle „Summe“ ermittelt die Lösungen aus der Summe der 30 Kostenersparnisfunktionen, die Tabelle „1-30“ ergibt sich aus der Aufsummierung der Einzellösungen, die für jede der 30 Kostenersparnisfunktionen gebildet wurde. Alle Beträge in Euro.

		Shapley-Lösung	Tau-Wert	„Marginale Beiträge“
19	E	16,45	12,11	12,34
	F	448,90	438,47	446,85
	K	47,16	44,32	45,16
	W	515,86	533,47	524,01
	Summe	1028,37	1028,37	1028,37
20	E	47,02	21,35	22,45
	F	371,21	359,79	378,34
	K	90,80	84,08	88,42
	W	522,58	566,38	542,39
	Summe	1031,60	1031,60	1031,60
21	E	79,26	61,64	63,13
	F	481,62	477,10	488,63
	K	73,92	71,78	73,51
	W	630,42	654,71	639,96
	Summe	1265,23	1265,23	1265,23
22	E	109,33	103,20	105,77
	F	356,09	342,38	350,89
	K	129,92	130,02	133,26
	W	605,98	625,72	611,40
	Summe	1201,32	1201,32	1201,32
23	E	133,59	121,02	124,73
	F	557,85	564,84	582,19
	K	64,87	58,43	60,23
	W	756,41	768,43	745,58
	Summe	1512,72	1512,72	1512,72
24	E	143,72	98,05	110,45
	F	359,69	336,56	379,13
	K	35,33	12,09	13,61
	W	613,42	705,47	648,96
	Summe	1152,16	1152,16	1152,16
25	E	70,52	44,14	47,63
	F	424,93	399,09	430,71
	K	58,74	53,27	57,49
	W	609,69	667,39	628,05
	Summe	1163,88	1163,88	1163,88
26	E	186,63	181,09	184,46
	F	470,11	463,77	472,40
	K	31,27	26,03	26,51
	W	704,64	721,76	709,27
	Summe	1392,64	1392,64	1392,64
27	E	100,08	92,55	95,01
	F	535,28	526,03	540,00
	K	52,47	59,57	61,15
	W	696,71	706,40	688,38
	Summe	1384,55	1384,55	1384,55

		Shapley-Lösung	Tau-Wert	„Marginale Beiträge“
28	E	54,09	53,03	54,09
	F	434,69	430,73	439,39
	K	128,98	132,19	134,85
	W	626,23	628,06	615,67
	Summe	1244,01	1244,01	1244,01
29	E	143,12	102,84	114,44
	F	449,99	396,58	441,30
	K	83,03	69,32	77,13
	W	750,51	857,92	793,78
	Summe	1426,65	1426,65	1426,65
30	E	93,86	48,31	52,79
	F	556,33	529,46	578,58
	K	108,69	88,04	96,20
	W	845,06	938,13	876,36
	Summe	1603,93	1603,93	1603,93
Summe	E	2979,13	2464,80	2578,91
	F	13507,36	13070,89	13676,03
	K	2676,95	2391,13	2501,83
	W	20171,18	21407,80	20577,85
	Summe	39334,62	39334,62	39334,62
Mittel	**E**	**99,30**	**82,16**	**85,96**
	F	**450,25**	**435,70**	**455,87**
	K	**89,23**	**79,70**	**83,39**
	W	**672,37**	**713,59**	**685,93**
	Summe	**1311,15**	**1311,15**	**1311,15**
1 - 30	E	2979,13	2456,24	2569,67
	F	13507,36	12904,82	13660,48
	K	2676,95	2356,09	2472,05
	W	20171,18	21617,47	20632,41
	Summe	39334,62	39334,62	39334,62

4 Anhang D – Auswertung der 30 Instanzen

	Kern nicht-leer	Big-Boss-Game	Shapley im Kern	AVA im Kern	Tau im Kern
Gesamt	**ja**	**ja**	**ja**	**ja**	**ja**
Instanz 1	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 2	ja	ja	ja	ja	ja
Instanz 3	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 4	ja	ja	nein	ja	ja
Instanz 5	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 6	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 7	ja	ja	ja	ja	ja
Instanz 8	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 9	nein	nein	nein	nein	nein
Instanz 10	ja	ja	nein	ja	ja
Instanz 11	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 12	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 13	ja	ja	ja	ja	ja
Instanz 14	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 15	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 16	ja	ja	nein	ja	ja
Instanz 17	ja	ja	ja	ja	ja
Instanz 18	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 19	ja	ja	ja	ja	ja
Instanz 20	ja	ja	nein	ja	ja
Instanz 21	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 22	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 23	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 24	ja	ja	nein	ja	ja
Instanz 25	ja	ja	ja	ja	ja
Instanz 26	ja	ja	ja	ja	ja
Instanz 27	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 28	ja	nein	ja	ja	ja
Instanz 29	ja	ja	ja	ja	ja
Instanz 30	ja	ja	ja	ja	ja

5 Anhang E – Ausgewogene Mengensysteme[1]

minimale ausgewogene Mengensysteme $\{S_1,\ldots,S_k\}$	Teilzeitfaktoren λ_j	$\sum_{j=1,\ldots,m}[\lambda_j \cdot \upsilon(S_j)]$	$\upsilon(N)$
{{E,F},{K,W}}	1,1	201,31	1.311,15
{{E,K},{F,W}}	1,1	943,43	
{{E,W},{F,K}}	1,1	251,93	
{{E,F,K},{W}}	1,1	0,00	
{{E,F,W},{K}}	1,1	1.151,75	
{{E,K, W},{F}}	1,1	439,76	
{{F,K,W},{E}}	1,1	1.146,83	
{{E,F},{K},{W}}	1, 1, 1	0,00	
{{E,K},{F},{W}}	1, 1, 1	0,00	
{{E,W},{F},{K}}	1, 1, 1	251,93	
{{F,K},{E},{W}}	1, 1, 1	0,00	
{{F,W},{E},{K}}	1, 1, 1	943,43	
{{K,W},{E},{F}}	1, 1, 1	201,31	
{{E,F,K},{E,F,W},{K,W}}	1/2, 1/2, 1/2	676,53	
{{E,K,F},{E,K,W},{F,W}}	1/2, 1/2, 1/2	691,59	
{{F,K,E},{F,K,W},{E,W}}	1/2, 1/2, 1/2	699,38	
{{F,K,E},{F,K,W},{F,K}}	1/2, 1/2, 1/2	573,42	
{{F,K,E},{F,K,W},{E,K}}	1/2, 1/2, 1/2	573,42	
{{K,W,E},{K,W,F},{E,F}}	1/2, 1/2, 1/2	793,30	
{{E},{F},{K},{W}}	1, 1, 1, 1	0,00	
{{E,F},{E,K},{F,K},{W}}	1/2, 1/2, 1/2, 1	0,00	
{{E,F},{E,W},{F,W},{K}}	1/2, 1/2, 1/2, 1	597,68	
{{E,K},{E,W},{K,W},{F}}	1/2, 1/2, 1/2, 1	226,62	
{{F,K},{F,W},{K,W},{E}}	1/2, 1/2, 1/2, 1	572,37	
{{E,F,K},{E,W},{F,W},{K}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	597,68	
{{E,W,K},{E,F},{F,W},{K}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	691,59	
{{F,W,K},{E,F},{E,W},{K}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	699,38	
{{F,W,E},{K,W},{F,K},{E}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	676,53	
{{F,K,E},{K,W},{F,W},{E}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	572,37	
{{K,W,E},{F,K},{F,W},{E}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	691,59	
{{E,F,W},{E,K},{F,K},{W}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	575,87	
{{E,K,W},{E,F},{F,K},{W}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	219,88	
{{F,K,W},{E,K},{F,E},{W}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	573,42	
{{E,K,F},{E,W},{K,W},{F}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	226,62	
{{E,W,F},{E,K},{K,W},{F}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	676,53	
{{K,W,F},{E,W},{E,K},{F}}	1/2, 1/2, 1/2, 1/2	699,38	
{{E,F,K},{E,W},{F,W},{K,W}}	2/3, 1/3, 1/3, 1/3	465,56	
{{E,F,W},{E,K},{F,K},{K,W}}	2/3, 1/3, 1/3, 1/3	834,93	
{{E,K,W},{E,F},{F,K},{F,W}}	2/3, 1/3, 1/3, 1/3	607,65	
{{F,K,W},{E,F},{E,K},{E,W}}	2/3, 1/3, 1/3, 1/3	848,53	

[1] Alle Beträge in Euro.

Die Diskussionspapiere ab Nr. 183 (1992) bis heute, können Sie im Internet unter http://www.fernuni-hagen.de/FBWIWI/ einsehen und zum Teil downloaden.
Die **Titel** der Diskussionspapiere von Nr 1 (1975) bis 182 (1991) können bei Bedarf in der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft angefordert werden:
FernUniversität, z. Hd. Frau Huber oder Frau Mette, Postfach 940, 58084 Hagen .
Die Diskussionspapiere selber erhalten Sie nur in den Bibliotheken.

Nr	**Jahr**	**Titel**	**Autor/en**
322	2001	Spreading Currency Crises: The Role of Economic Interdependence	Berger, Wolfram Wagner, Helmut
323	2002	Planung des Fahrzeugumschlags in einem Seehafen-Automobilterminal mittels eines Multi-Agenten-Systems	Fischer, Torsten Gehring, Hermann
324	2002	A parallel tabu search algorithm for solving the container loading problem	Bortfeldt, Andreas Gehring, Hermann Mack, Daniel
325	2002	Die Wahrheit entscheidungstheoretischer Maximen zur Lösung von Individualkonflikten - Unsicherheitssituationen -	Mus, Gerold
326	2002	Zur Abbildungsgenauigkeit des Gini-Koeffizienten bei relativer wirtschaftlicher Konzentration	Steinrücke, Martin
327	2002	Entscheidungsunterstützung bilateraler Verhandlungen über Auftragsproduktionen - eine Analyse aus Anbietersicht	Steinrücke, Martin
328	2002	Die Relevanz von Marktzinssätzen für die Investitionsbeurteilung – zugleich eine Einordnung der Diskussion um die Marktzinsmethode	Terstege, Udo
329	2002	Evaluating representatives, parliament-like, and cabinet-like representative bodies with application to German parliament elections 2002	Tangian, Andranik S.
330	2002	Konzernabschluss und Ausschüttungsregelung im Konzern. Ein Beitrag zur Frage der Eignung des Konzernabschlusses als Ausschüttungsbemessungsinstrument	Hinz, Michael
331	2002	Theoretische Grundlagen der Gründungsfinanzierung	Bitz, Michael
332	2003	Historical background of the mathematical theory of democracy	Tangian, Andranik S.
333	2003	MCDM-applications of the mathematical theory of democracy: choosing travel destinations, preventing traffic jams, and predicting stock exchange trends	Tangian, Andranik S.

334	2003	Sprachregelungen für Kundenkontaktmitarbeiter – Möglichkeiten und Grenzen	Fließ, Sabine Möller, Sabine Momma, Sabine Beate
335	2003	A Non-cooperative Foundation of Core-Stability in Positive Externality NTU-Coalition Games	Finus, Michael Rundshagen, Bianca
336	2003	Combinatorial and Probabilistic Investigation of Arrow's dictator	Tangian, Andranik
337	2003	A Grouping Genetic Algorithm for the Pickup and Delivery Problem with Time Windows	Pankratz, Giselher
338	2003	Planen, Lernen, Optimieren: Beiträge zu Logistik und E-Learning. Festschrift zum 60 Geburtstag von Hermann Gehring	Bortfeldt, Andreas Fischer, Torsten Homberger, Jörg Pankratz, Giselher Strangmeier, Reinhard
339a	2003	Erinnerung und Abruf aus dem Gedächtnis Ein informationstheoretisches Modell kognitiver Prozesse	Rödder, Wilhelm Kuhlmann, Friedhelm
339b	2003	Zweck und Inhalt des Jahresabschlusses nach HGB, IAS/IFRS und US-GAAP	Hinz, Michael
340	2003	Voraussetzungen, Alternativen und Interpretationen einer zielkonformen Transformation von Periodenerfolgsrechnungen – ein Diskussionsbeitrag zum LÜCKE-Theorem	Terstege, Udo
341	2003	Equalizing regional unemployment indices in West and East Germany	Tangian, Andranik
342	2003	Coalition Formation in a Global Warming Game: How the Design of Protocols Affects the Success of Environmental Treaty-Making	Eyckmans, Johan Finus, Michael
343	2003	Stability of Climate Coalitions in a Cartel Formation Game	Finus, Michael van Ierland, Ekko Dellink, Rob
344	2003	The Effect of Membership Rules and Voting Schemes on the Success of International Climate Agreements	Finus, Michael J.-C., Altamirano-Cabrera van Ierland, Ekko
345	2003	Equalizing structural disproportions between East and West German labour market regions	Tangian, Andranik
346	2003	Auf dem Prüfstand: Die geldpolitische Strategie der EZB	Kißmer, Friedrich Wagner, Helmut

347	2003	Globalization and Financial Instability: Challenges for Exchange Rate and Monetary Policy	Wagner, Helmut
348	2003	Anreizsystem Frauenförderung – Informationssystem Gleichstellung am Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der FernUniversität in Hagen	Fließ, Sabine Nonnenmacher, Dirk
349	2003	Legitimation und Controller	Pietsch, Gotthard Scherm, Ewald
350	2003	Controlling im Stadtmarketing – Ergebnisse einer Primärerhebung zum Hagener Schaufenster-Wettbewerb	Fließ, Sabine Nonnenmacher, Dirk
351	2003	Zweiseitige kombinatorische Auktionen in elektronischen Transportmärkten – Potenziale und Probleme	Pankratz, Giselher
352	2003	Methodisierung und E-Learning	Strangmeier, Reinhard Bankwitz, Johannes
353 a	2003	A parallel hybrid local search algorithm for the container loading problem	Mack, Daniel Bortfeldt, Andreas Gehring, Hermann
353 b	2004	Übernahmeangebote und sonstige öffentliche Angebote zum Erwerb von Aktien – Ausgestaltungsmöglichkeiten und deren Beschränkung durch das Wertpapiererwerbs- und Übernahmegesetz	Wirtz, Harald
354	2004	Open Source, Netzeffekte und Standardisierung	Maaß, Christian Scherm, Ewald
355	2004	Modesty Pays: Sometimes!	Finus, Michael
356	2004	Nachhaltigkeit und Biodiversität	Endres, Alfred Bertram, Regina
357	2004	Eine Heuristik für das dreidimensionale Strip-Packing-Problem	Bortfeldt, Andreas Mack, Daniel
358	2004	Netzwerkökonomik	Martiensen, Jörn
359	2004	Competitive versus cooperative Federalism: Is a fiscal equalization scheme necessary from an allocative point of view?	Arnold, Volker
360	2004	Gefangenendilemma bei Übernahmeangeboten? Eine entscheidungs- und spieltheoretische Analyse unter Einbeziehung der verlängerten Annahmefrist gem. § 16 Abs. 2 WpÜG	Wirtz, Harald

361	2004	Dynamic Planning of Pickup and Delivery Operations by means of Genetic Algorithms	Pankratz, Giselher
362	2004	Möglichkeiten der Integration eines Zeitmanagements in das Blueprinting von Dienstleistungsprozessen	Fließ, Sabine Lasshof, Britta Meckel, Monika
363	2004	Controlling im Stadtmarketing - Eine Analyse des Hagener Schaufensterwettbewerbs 2003	Fließ, Sabine Wittko, Ole
364	2004	Ein Tabu Search-Verfahren zur Lösung des Timetabling-Problems an deutschen Grundschulen	Desef, Thorsten Bortfeldt, Andreas Gehring, Hermann
365	2004	Die Bedeutung von Informationen, Garantien und Reputation bei integrativer Leistungserstellung	Prechtl, Anja Völker-Albert, Jan-Hendrik
366	2004	The Influence of Control Systems on Innovation: An empirical Investigation	Littkemann, Jörn Derfuß, Klaus
367	2004	Permit Trading and Stability of International Climate Agreements	Altamirano-Cabrera, Juan-Carlos Finus, Michael
368	2004	Zeitdiskrete vs. zeitstetige Modellierung von Preismechanismen zur Regulierung von Angebots- und Nachfragemengen	Mazzoni, Thomas
369	2004	Marktversagen auf dem Softwaremarkt? Zur Förderung der quelloffenen Softwareentwicklung	Christian Maaß Ewald Scherm
370	2004	Die Konzentration der Forschung als Weg in die Sackgasse? Neo-Institutionalistische Überlegungen zu 10 Jahren Anreizsystemforschung in der deutschsprachigen Betriebswirtschaftslehre	Süß, Stefan Muth, Insa
371	2004	Economic Analysis of Cross-Border Legal Uncertainty: the Example of the European Union	Wagner, Helmut
372	2004	Pension Reforms in the New EU Member States	Wagner, Helmut
373	2005	Die Bundestrainer-Scorecard Zur Anwendbarkeit des Balanced Scorecard Konzepts in nicht-ökonomischen Fragestellungen	Eisenberg, David Schulte, Klaus

374	2005	Monetary Policy and Asset Prices: More Bad News for ‚Benign Neglect“	Berger, Wolfram Kißmer, Friedrich Wagner, Helmut
375	2005	Zeitstetige Modellbildung am Beispiel einer volkswirtschaftlichen Produktionsstruktur	Mazzoni, Thomas
376	2005	Economic Valuation of the Environment	Endres, Alfred
377	2005	Netzwerkökonomik – Eine vernachlässigte theoretische Perspektive in der Strategie-/Marketingforschung?	Maaß, Christian Scherm, Ewald
378	2005	Diversity management`s diffusion and design: a study of German DAX-companies and Top-50-U.S.-companies in Germany	Süß, Stefan Kleiner, Markus
379	2005	Fiscal Issues in the New EU Member Countries – Prospects and Challenges	Wagner, Helmut
380	2005	Mobile Learning – Modetrend oder wesentlicher Bestandteil lebenslangen Lernens?	Kuszpa, Maciej Scherm, Ewald
381	2005	Zur Berücksichtigung von Unsicherheit in der Theorie der Zentralbankpolitik	Wagner, Helmut
382	2006	Effort, Trade, and Unemployment	Altenburg, Lutz Brenken, Anke
383	2006	Do Abatement Quotas Lead to More Successful Climate Coalitions?	Altamirano-Cabrera, Juan-Carlos Finus, Michael Dellink, Rob
384	2006	Continuous-Discrete Unscented Kalman Filtering	Singer, Hermann
385	2006	Informationsbewertung im Spannungsfeld zwischen der Informationstheorie und der Betriebswirtschaftslehre	Reucher, Elmar
386	2006	The Rate Structure Pattern: An Analysis Pattern for the Flexible Parameterization of Charges, Fees and Prices	Pleß, Volker Pankratz, Giselher Bortfeldt, Andreas
387a	2006	On the Relevance of Technical Inefficiencies	Fandel, Günter Lorth, Michael
387b	2006	Open Source und Wettbewerbsstrategie - Theoretische Fundierung und Gestaltung	Maaß, Christian
388	2006	Induktives Lernen bei unvollständigen Daten unter Wahrung des Entropieprinzips	Rödder, Wilhelm

389	2006	Banken als Einrichtungen zur Risikotransformation	Bitz, Michael
390	2006	Kapitalerhöhungen börsennotierter Gesellschaften ohne börslichen Bezugsrechtshandel	Terstege, Udo Stark, Gunnar
391	2006	Generalized Gauss-Hermite Filtering	Singer, Hermann
392	2006	Das Göteborg Protokoll zur Bekämpfung grenzüberschreitender Luftschadstoffe in Europa: Eine ökonomische und spieltheoretische Evaluierung	Ansel, Wolfgang Finus, Michael
393	2006	Why do monetary policymakers lean with the wind during asset price booms?	Berger, Wolfram Kißmer, Friedrich
394	2006	On Supply Functions of Multi-product Firms with Linear Technologies	Steinrücke, Martin
395	2006	Ein Überblick zur Theorie der Produktionsplanung	Steinrücke, Martin
396	2006	Parallel greedy algorithms for packing unequal circles into a strip or a rectangle	Timo Kubach, Bortfeldt, Andreas Gehring, Hermann
397	2006	C&P Software for a cutting problem of a German wood panel manufacturer – a case study	Papke, Tracy Bortfeldt, Andreas Gehring, Hermann
398	2006	Nonlinear Continuous Time Modeling Approaches in Panel Research	Singer, Hermann
399	2006	Auftragsterminierung und Materialflussplanung bei Werkstattfertigung	Steinrücke, Martin
400	2006	Import-Penetration und der Kollaps der Phillips-Kurve	Mazzoni, Thomas
401	2006	Bayesian Estimation of Volatility with Moment-Based Nonlinear Stochastic Filters	Grothe, Oliver Singer, Hermann
402	2006	Generalized Gauss-H ermite Filtering for Multivariate Diffusion Processes	Singer, Hermann
403	2007	A Note on Nash Equilibrium in Soccer	Sonnabend, Hendrik Schlepütz, Volker
404	2007	Der Einfluss von Schaufenstern auf die Erwartungen der Konsumenten - eine explorative Studie	Fließ, Sabine Kudermann, Sarah Trell, Esther
405	2007	Die psychologische Beziehung zwischen Unternehmen und freien Mitarbeitern: Eine empirische Untersuchung des Commitments und der arbeitsbezogenen Erwartungen von IT-Freelancern	Süß, Stefan
406	2007	An Alternative Derivation of the Black-Scholes Formula	Zucker, Max Singer, Hermann

407	2007	Computational Aspects of Continuous-Discrete Extended Kalman-Filtering	Mazzoni, Thomas
408	2007	Web 2.0 als Mythos, Symbol und Erwartung	Maaß, Christian Pietsch, Gotthard
409	2007	„Beyond Balanced Growth“: Some Further Results	Stijepic, Denis Wagner, Helmut
410	2007	Herausforderungen der Globalisierung für die Entwicklungsländer: Unsicherheit und geldpolitisches Risikomanagement	Wagner, Helmut
411	2007	Graphical Analysis in the New Neoclassical Synthesis	Giese, Guido Wagner, Helmut
412	2007	Monetary Policy and Asset Prices: The Impact of Globalization on Monetary Policy Trade-Offs	Berger, Wolfram Kißmer, Friedrich Knütter, Rolf
413	2007	Entropiebasiertes Data Mining im Produktdesign	Rudolph, Sandra Rödder, Wilhelm
414	2007	Game Theoretic Research on the Design of International Environmental Agreements: Insights, Critical Remarks and Future Challenges	Finus, Michael
415	2007	Qualitätsmanagement in Unternehmenskooperationen - Steuerungsmöglichkeiten und Datenintegrationsprobleme	Meschke, Martina
416	2007	Modernisierung im Bund: Akteursanalyse hat Vorrang	Pietsch, Gotthard Jamin, Leander
417	2007	Inducing Technical Change by Standard Oriented Evirnonmental Policy: The Role of Information	Endres, Alfred Bertram, Regina Rundshagen, Bianca
418	2007	Der Einfluss des Kontextes auf die Phasen einer SAP-Systemimplementierung	Littkemann, Jörn Eisenberg, David Kuboth, Meike
419	2007	Endogenous in Uncertainty and optimal Monetary Policy	Giese, Guido Wagner, Helmut
420	2008	Stockkeeping and controlling under game theoretic aspects	Fandel, Günter Trockel, Jan
421	2008	On Overdissipation of Rents in Contests with Endogenous Intrinsic Motivation	Schlepütz, Volker
422	2008	Maximum Entropy Inference for Mixed Continuous-Discrete Variables	Singer, Hermann
423	2008	Eine Heuristik für das mehrdimensionale Bin Packing Problem	Mack, Daniel Bortfeldt, Andreas
424	2008	Expected A Posteriori Estimation in Financial Applications	Mazzoni, Thomas
425	2008	A Genetic Algorithm for the Two-Dimensional Knapsack Problem with Rectangular Pieces	Bortfeldt, Andreas Winter, Tobias
426	2008	A Tree Search Algorithm for Solving the Container Loading Problem	Fanslau, Tobias Bortfeldt, Andreas
427	2008	Dynamic Effects of Offshoring	Stijepic, Denis Wagner, Helmut

428	2008	Der Einfluss von Kostenabweichungen auf das Nash-Gleichgewicht in einem nicht-kooperativen Disponenten-Controller-Spiel	Fandel, Günter Trockel, Jan
429	2008	Fast Analytic Option Valuation with GARCH	Mazzoni, Thomas
430	2008	Conditional Gauss-Hermite Filtering with Application to Volatility Estimation	Singer, Hermann
431	2008	Web 2.0 auf dem Prüfstand: Zur Bewertung von Internet-Unternehmen	Christian Maaß Gotthard Pietsch
432	2008	Zentralbank-Kommunikation und Finanzstabilität – Eine Bestandsaufnahme	Knütter, Rolf Mohr, Benjamin
433	2008	Globalization and Asset Prices: Which Trade-Offs Do Central Banks Face in Small Open Economies?	Knütter, Rolf Wagner, Helmut
434	2008	International Policy Coordination and Simple Monetary Policy Rules	Berger, Wolfram Wagner, Helmut
435	2009	Matchingprozesse auf beruflichen Teilarbeitsmärkten	Stops, Michael Mazzoni, Thomas
436	2009	Wayfindingprozesse in Parksituationen - eine empirische Analyse	Fließ, Sabine Tetzner, Stefan
437	2009	ENTROPY-DRIVEN PORTFOLIO SELECTION a downside and upside risk framework	Rödder, Wilhelm Gartner, Ivan Ricardo Rudolph, Sandra
438	2009	Consulting Incentives in Contests	Schlepütz, Volker
439	2009	A Genetic Algorithm for a Bi-Objective Winner-Determination Problem in a Transportation-Procurement Auction"	Buer, Tobias Pankratz, Giselher
440	2009	Parallel greedy algorithms for packing unequal spheres into a cuboidal strip or a cuboid	Kubach, Timo Bortfeldt, Andreas Tilli, Thomas Gehring, Hermann
441	2009	SEM modeling with singular moment matrices Part I: ML-Estimation of time series	Singer, Hermann
442	2009	SEM modeling with singular moment matrices Part II: ML-Estimation of sampled stochastic differential equations	Singer, Hermann
443	2009	Konsensuale Effizienzbewertung und -verbesserung – Untersuchungen mittels der Data Envelopment Analysis (DEA)	Rödder, Wilhelm Reucher, Elmar
444	2009	Legal Uncertainty – Is Hamonization of Law the Right Answer? A Short Overview	Wagner, Helmut
445	2009	Fast Continuous-Discrete DAF-Filters	Mazzoni, Thomas
446	2010	Quantitative Evaluierung von Multi-Level Marketingsystemen	Lorenz, Marina Mazzoni, Thomas

447	2010	Quasi-Continuous Maximum Entropy Distribution Approximation with Kernel Density	Mazzoni, Thomas Reucher, Elmar
448	2010	Solving a Bi-Objective Winner Determination Problem in a Transportation Procurement Auction	Buer, Tobias Pankratz, Giselher
449	2010	Are Short Term Stock Asset Returns Predictable? An Extended Empirical Analysis	Mazzoni, Thomas
450	2010	Europäische Gesundheitssysteme im Vergleich – Effizienzmessungen von Akutkrankenhäusern mit DEA –	Reucher, Elmar Sartorius, Frank
451	2010	Patterns in Object-Oriented Analysis	Blaimer, Nicolas Bortfeldt, Andreas Pankratz, Giselher
452	2010	The Kuznets-Kaldor-Puzzle and Neutral Cross-Capital-Intensity Structural Change	Stijepic, Denis Wagner, Helmut
453	2010	Monetary Policy and Boom-Bust Cycles: The Role of Communication	Knütter, Rolf Wagner, Helmut
454	2010	Konsensuale Effizienzbewertung und –verbesserung mittels DEA – Output- vs. Inputorientierung –	Reucher, Elmar Rödder, Wilhelm
455	2010	Consistent Modeling of Risk Averse Behavior with Spectral Risk Measures	Wächter, Hans Peter Mazzoni, Thomas
456	2010	Der virtuelle Peer – Eine Anwendung der DEA zur konsensualen Effizienz-bewertung –	Reucher, Elmar
457	2010	A two-stage packing procedure for a Portuguese trading company	Moura, Ana Bortfeldt, Andreas
458	2010	A tree search algorithm for solving the multi-dimensional strip packing problem with guillotine cutting constraint	Bortfeldt, Andreas Jungmann, Sabine
459	2010	Equity and Efficiency in Regional Public Good Supply with Imperfect Labour Mobility – Horizontal versus Vertical Equalization	Arnold, Volker
460	2010	A hybrid algorithm for the capacitated vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints	Bortfeldt, Andreas
461	2010	A tree search procedure for the container relocation problem	Forster, Florian Bortfeldt, Andreas

462	2011	Advanced X-Efficiencies for CCR- and BCC-Modell – Towards Peer-based DEA Controlling	Rödder, Wilhelm Reucher, Elmar
463	2011	The Effects of Central Bank Communication on Financial Stability: A Systematization of the Empirical Evidence	Knütter, Rolf Mohr, Benjamin Wagner, Helmut
464	2011	Lösungskonzepte zur Allokation von Kooperationsvorteilen in der kooperativen Transportdisposition	Strangmeier, Reinhard Fiedler, Matthias