

Ihde, Tobias; Schild, Klaus

Working Paper — Digitized Version

Dynamic Alliance Auktionen: Nachfrageaggregation in Internet-basierten Transportmarktplätzen

Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 563

Provided in Cooperation with:

Christian-Albrechts-University of Kiel, Institute of Business Administration

Suggested Citation: Ihde, Tobias; Schild, Klaus (2002) : Dynamic Alliance Auktionen: Nachfrageaggregation in Internet-basierten Transportmarktplätzen, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 563, Universität Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/147630>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Manuskripte
aus den
Instituten für Betriebswirtschaftslehre
der Universität Kiel

Nr. 563

Dynamic Alliance Auktionen:
Nachfrageaggregation
in Internet-basierten Transportmarktplätzen

T. Ihde, K. Schild



Inhalt

1 Einleitung.....	2
2 Elektronische Transportmärkte.....	3
3 Probleme mit Frachtauktionen.....	5
3.1 Probleme mit Standardauktionen.....	6
3.2 Probleme mit kombinatorischen Auktionen.....	7
4 Dynamic Alliance Auctions.....	8
4.1 Die Funktion von Limits in Dynamic Alliance Auctions.....	9
4.2 Marktgesteuerte Paketbildung.....	10
5 Diskussion.....	13
5.1 Aufteilung des Paketpreises.....	13
5.1.1 Dynamic Alliance Aufteilung als proportionale Lösung.....	15
5.1.2 Dynamic Alliance Aufteilung und die Nash Lösung.....	17
5.1.3 Das richtige Gewicht ω	18
5.2 Bereitgestellte Informationen und Anreizkompatibilität.....	19
6 Erweiterungen.....	22
6.1 Kombinatorische Auktionen.....	22
6.2 Komplexe Rundtouren.....	24
7 Anwendungsgebiet Teilladungen.....	25
8 Zusammenfassung und Ausblick.....	26

1 Einleitung

Die heutige Transportwirtschaft ist durch starke Fragmentierung und Intransparenz gekennzeichnet. Den Marktteilnehmern ist jeweils nur ein Teil des Gesamtmarktes zugänglich. Der Grund dafür besteht darin, dass es mit hohem Aufwand verbunden ist, jenseits der bestehenden Geschäftsbeziehungen neue Geschäftspartner zu gewinnen. Immerhin werden in Transportmärkten Waren in der Regel unter hohem Zeitdruck gehandelt: Ladungen haben einen festen Abholtermin, und freie Transportkapazitäten können nicht nachträglich genutzt werden.

Das Internet eröffnet den Akteuren der Transportwirtschaft dank seiner hohen Reichweite bei gleichzeitig niedrigen Kommunikationskosten neue Möglichkeiten zum Aufbau von Geschäftsbeziehungen. In einem elektronischen Marktplatz sind bisher unzugängliche Absatzmärkte plötzlich nur noch einen Mausklick entfernt. Entsprechend richtet sich das Augenmerk der Branche auf die inzwischen große Zahl von Transportmarktplätzen im Internet. Eine über das Internet abrufbare Datenbank der Universität Bremen zählt allein in Deutschland über 50 entsprechende Angebote.¹

Zur Zeit lassen sich zwei Generationen von Internet-basierten Transportmarktplätzen unterscheiden.² Die erste Generation entstand bereits Mitte der neunziger Jahre. Es handelt sich dabei um Online-Datenbanken, in denen Verlader über das Internet Transportaufträge einstellen und Frachtführer nach geeigneten Aufträgen suchen können. Hat ein Frachtführer einen Auftrag gefunden, der für ihn interessant sein könnte, kann er im entsprechenden Datenbankeintrag die Telefon- und Faxnummer des Auftraggebers finden. Preisverhandlung und Vertragsabschluss finden dann auf konventionellem Weg über Telefon, Fax oder Briefpost statt. Transportmarktplätze dieser Generation beschränken sich also auf die Auftragsvermittlung. Teleroute, mit über 40.000 Aufträgen pro Tag die bei weitem erfolgreichste Frachtbörse in Europa, ist ein typischer Vertreter dieser Generation.

Ende der neunziger Jahre entstand die zweite Generation von Transportmarktplätzen, die stark von Online-Auktionshäusern wie eBay und FairMarket beeinflusst ist. Frachtbörsen dieser Art bieten zusätzlich zur reinen Auftragsvermittlung die Möglichkeit, Auktionen über das Internet durchzuführen und anschließend per Mausklick einen rechtsgültigen Vertrag abzuschließen. Auf diese Weise wird das Potenzial des Internets voll ausgeschöpft. Bis zum heutigen Zeitpunkt konnte allerdings keine Frachtbörse der zweiten Generation dem Marktführer Teleroute ernsthaft Konkurrenz machen. Die eigentliche Ursache dafür besteht möglicherweise nicht in den üblichen Eintrittsbarrieren, sondern im verwendeten Auktionsmodell selbst, denn der überragende Erfolg des Auktionsmodells von eBay lässt sich nicht ohne weiteres auf Transportmärkte übertragen.³ Jeder Markt hat spezifische Eigenschaften, und ein Auktionsmodell, das sich für die Versteigerung von Alltagsgütern bewährt hat, ist nicht notwendigerweise auch für Transportaufträge geeignet. Tatsächlich weisen Transportmärkte eine Besonderheit auf, die in dieser Form in keinem anderen Markt vorkommt: Leerfahrten. Wird eine Ladung von einem Ort zu einem anderen

¹ Die Internet-Adressen aller in diesem Artikel aufgeführten Portale sind am Ende des Artikels aufgeführt.

² Vgl. Ihde (2002).

³ Vgl. Varian (2000).

gehandelt werden: Sie sind stets zeitlich und örtlich gebunden, so dass Laderaum nur für einen bestimmten Tag und eine konkrete Transportstrecke börsennotiert werden müsste. Dies ist nur für stark frequentierte Strecken sinnvoll, da ohne eine entsprechende Liquidität des Marktes keine sinnhafte Preisbildung möglich ist. Ein solches Verfahren ist demnach nur sehr eingeschränkt für Transportmärkte einsetzbar. Entsprechenden Schwierigkeiten stand auch der inzwischen insolvente österreichische Transportmarktplatz Eulox gegenüber, in der Frachtaufträge mittels eines Börsenmechanismus vermittelt werden sollten.⁴

Ein *elektronischer* Transportmarktplatz ist ein Transportmarkt, der die Zusammenführung von Angebot und Nachfrage mit Hilfe des Internets unterstützt. Die einfachste Form von elektronischen Transportmarktplätzen beschränkt sich dabei auf die reine Auftragsvermittlung⁵. Ein typischer Vertreter dieser ersten Generation von Frachtbörsen ist Teleroute. Teleroute stellt eine Online-Datenbank zur Verfügung, in die Verlader über das Internet Transportaufträge einstellen können. Frachtführer können ebenfalls auf diese Datenbank zugreifen und in ihr nach passenden Aufträgen suchen. Haben sie einen interessanten Auftrag gefunden, können die Frachtführer über die im Datensatz eingetragene Fax- oder Telefonnummer mit dem Auftraggeber Kontakt aufnehmen und auf so konventionellem Weg Konditionen verhandeln und Verträge abschließen. Sobald der Auftrag vergeben wurde, wird der entsprechende Eintrag aus der Datenbank gelöscht. Da bei dieser Art von Transportmarktplätzen über das Internet Aufträge lediglich vermittelt, aber keine Transaktionen abgewickelt werden, kann das Löschen eines Auftrages nicht automatisiert werden, sondern muss über den entsprechenden Verlader erfolgen. In der Praxis führt dies oft zum Problem mangelhafter Aktualität der Datenbankeinträge.⁶

Demgegenüber bieten elektronische Transportmarktplätze der zweiten Generation nicht nur eine Auftragsvermittlung, sondern auch eine Transaktionsabwicklung an. Ohne das elektronische Medium zu verlassen, kann ein rechtsgültiger Vertrag abgeschlossen werden. Dadurch werden die Geschäftsprozesse erheblich vereinfacht und auch das Problem mangelhafter Datenaktualität beseitigt. Ein elektronische Vertragsabschluss setzt allerdings eine elektronische Preisfindung voraus. Hierfür werden heute hauptsächlich Auktionsverfahren eingesetzt, die von öffentlichen Er- und Versteigerungen von Einzelgütern bekannt sind. Ein typischer Vertreter dieser zweiten Generation von Transportmarktplätzen ist Benelog: Dort werden Preise in einer reversen englischen Auktion online ermittelt. In solchen Auktionen unterbieten sich Frachtführer gegenseitig bis zum Ende der Auktionszeit. Die Verhandlungssituation entspricht damit der ersten der drei möglichen Konstellationen aus dem vorigen Abschnitt.

Im folgenden richtet sich das Augenmerk auf Transportmärkte, in denen viele Anbieter von Transportkapazität vielen Nachfragern gegenüberstehen, um Einzelaufträge zu vergeben – also typische Spotmärkte.

⁴ Der Eulox-Börsenmechanismus entspricht einer „double Vickrey auction“ und wird in Ihde (2002) eingehend untersucht.

⁵ Dies entspricht der *Abrufkommunikation* bei Büllingen (1994), S. 28.

⁶ Vgl. Ihde (2002); Bretzke et al. (2001).

transportiert, so muss in aller Regel die verwendete Transportkapazität wieder zu ihrem ursprünglichen Standort zurückgebracht werden. Entsprechend sind Leerfahrten eines der Hauptprobleme der heutigen Transportwirtschaft, und auch Transportmarktplätze der zweiten Generation lösen dieses Problem nicht. Einem Frachtführer ist die Grundlage für seine Kalkulation während einer Frachtauktion zumeist noch unbekannt: Ein konkurrenzfähiges Angebot kann er nur dann unterbreiten, wenn er davon ausgeht, auch einen Auftrag für die Rückfahrt zu bekommen. Damit nimmt er aber auch ein entsprechendes Verlustrisiko für den Fall in Kauf, dass er die Rückfahrt wider Erwarten ohne Ladung antreten muss. Insbesondere für Frachtführer mit kleineren Flotten ist dies ein erhebliches Problem. Im vorliegenden Dokument stellen wir eine Erweiterung von Standardauktionen vor, die genau dieses Problem löst.

2 Elektronische Transportmärkte

Ein Transportmarkt ist ein Markt, auf dem freie Transportkapazitäten gehandelt werden – Kapazitäten also, mit denen eine Ladung (*Fracht*) von einem zu einem anderen Ort transportiert werden kann. Kurzfristig benötigte Transportkapazitäten werden auf dem sogenannten Spotmarkt gehandelt. Typischerweise handelt sich bei diesen Aufträgen zumeist um Einzelaufträge. Im Gegensatz dazu werden langfristige Bindungen von Kapazitäten auf dem Kontraktmarkt gehandelt.

Transportmärkte unterscheiden sich bezüglich der Art der Transportkapazität, die gehandelt wird. Die folgenden Betrachtungen beschränken sich auf den Straßengüterverkehr, obwohl sich die Ergebnisse ohne weiteres auf andere Transportmärkte übertragen lassen. Im Straßenverkehr treten Frachtführer als Anbieter freier Transportkapazität und Verlader als deren Nachfrager auf. Spediteure können aufgrund ihrer Eigenschaft als Makler beide Rollen einnehmen.

In Abhängigkeit davon, ob Anbieter oder Nachfrager die Preisverhandlungen initiieren sind drei Verhandlungskonstellationen bei der Vermittlung von Transportkapazität möglich:

1. Ein Verlader formuliert einen konkreten Transportauftrag und verschiedene Frachtführer geben für diesen Auftrag Angebote ab. Der Verlader erteilt einem dieser Angebote den Zuschlag.
2. Ein Frachtführer bietet freie Transportkapazität an und verschiedene Verlader geben für die Nutzung dieser Transportkapazität Angebote ab. Der Frachtführer erteilt einem dieser Angebote den Zuschlag.
3. Verlader und Frachtführer geben gleichzeitig Gebote ab. Ein unabhängiger Makler führt ein Matching von Angebot und Nachfrage durch.

Die ersten beiden Verfahren scheinen gleichwertig zu sein. Dennoch ist dies nicht der Fall, denn der Preisdruck lastet auf der jeweils bietenden Seite. Insbesondere in Europa sind Transportmärkte typische Anbietermärkte, charakterisiert durch ein Überangebot an Transportkapazität. Infolgedessen dominiert hier eindeutig das erste Verfahren. Die Initiative beim Preisfindungsverfahren spiegelt also das Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage wieder.

Das dritte Verfahren entspricht einer Börsennotierung von standardisierten Transportkapazitäten, so wie es heute bei Aktien, Rohstoffen und Energie üblich ist. Transportkapazitäten können allerdings nicht als Laderaum pro Transportkilometer

3 Probleme mit Frachtauktionen in Spotmärkten

“Initially, Internet technology was used to try to build marketplaces that conformed to the simple model of a public auction. But real markets are much messier.”⁷

Auktionsverfahren, die sich bei der öffentlichen Er- oder Versteigerung von Einzelgütern bewährt haben, sind nicht automatisch für andere Märkte ebenfalls geeignet. Es zeigt sich, dass diese Aussage insbesondere für Transportmärkte gilt: Sie sind „messy“.

Transportmärkte weisen eine Besonderheit auf, die in dieser Form in keinem anderen Markt vorkommt: Leerfahrten. Die Transportkapazitäten des Straßengüterverkehrs sind Lastkraftwagen und Kleintransporter. Diese haben in der Regel feste Standorte, an denen Wartungsarbeiten durchgeführt werden und Fahrer ihren Dienst beginnen und beenden. Soll eine Ladung von einem Ort X zu einem Ort Y transportiert werden, muss ein Transportfahrzeug von seinem Standort S zunächst nach X fahren, um dort die Ladung aufzunehmen, anschließend die Ladung zu ihrem Bestimmungsort Y transportieren und schließlich wieder nach S zurückkehren (siehe Abbildung 1).

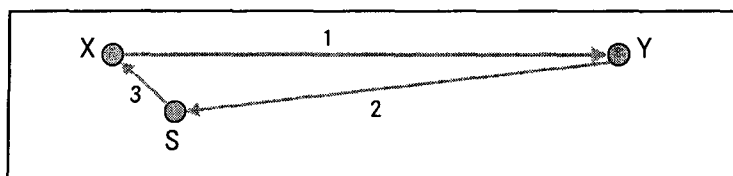


Abb. 1: Problem leerer Rückfahrt.

Da die Kosten für Leerfahrten nur unwesentlich geringer sind als diejenigen für voll ausgelastete Fahrten, stellen Leerfahrten einen signifikanten Kostenfaktor und damit ein Problem für Frachtführer dar. Befindet sich wie in Abbildung 2 die Ladestelle X in der Nähe des Standortes S, so kann ein Frachtführer seine Betriebskosten für den Transport einer Ladung von X nach Y erheblich senken, indem er einen passenden Transportauftrag für die Rückfahrt von Y nach S akquiriert. Analog stellt sich das Problem einer leeren Hinfahrt, wenn sich der Standort S in der Nähe von Y befindet (Abbildung 2). In diesem Fall lohnt die Akquise eines Auftrags von S nach X.

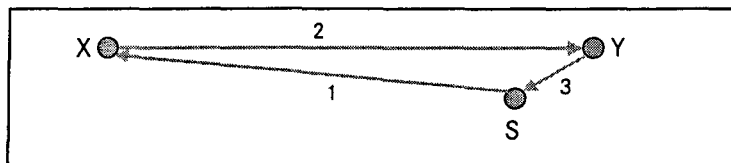


Abb. 2: Problem leerer Hinfahrt.

Die Probleme leerer Rück- und Hinfahrt führen beide dazu, dass ein Frachtführer bestrebt ist, möglichst einen Transportauftrag von einer standortnahen Ladestelle zu einem bestimmten Ziel zusammen mit einem Transportauftrag für die Rückfahrt zu akquirieren. Die jeweiligen Endpunkte der beiden Transportaufträge stimmen in der Praxis natürlich nicht exakt überein. In Abhängigkeit von der Streckenlänge werden

⁷Vgl. Varian (2000).

bestimmte Abweichungen toleriert: Je länger die Strecken, desto größer die Abweichungstoleranz.

Anstelle einer direkten Rückfahrt kann ein Frachtführer auch eine Rückfahrt über eine oder mehrere Zwischenstationen akquirieren (siehe Abbildung 3). Auf diese Weise können die Betriebskosten für die Teilstrecken trotz zusätzlicher Be- und Entladevorgänge entsprechend gemindert werden. Die jeweiligen Teilstrecken müssen hierfür nur lang genug sein. Im Vergleich zu direkten Rückfahrten ist den Randbedingungen für Fahr- und Ruhezeiten verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken.

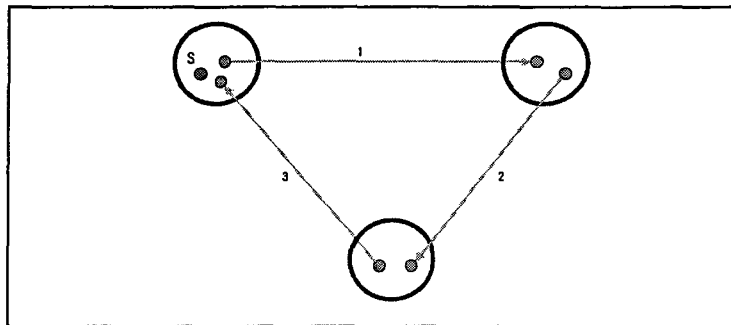


Abb. 3: Rundreise.

3.1 Probleme mit Standardauktionen

Nachdem die Problematik der Leerfahrten als wesentliche Besonderheit von Transportmärkten herausgestellt wurde, stellt sich die Frage, ob und inwieweit konventionelle Frachtauktionen dieser Besonderheit Rechnung tragen. Dazu sei eine Frachtauktion betrachtet, in der ein Transportauftrag von X nach Y versteigert werden soll. Folgende Annahmen bilden den Rahmen für diese Auktion:

- Die Betriebskosten für eine bestimmte Strecke sind für alle Frachtführer gleich; für beide Richtungen entstehen Kosten von jeweils 500 Euro bei voller Auslastung beziehungsweise 300 Euro bei einer Leerfahrt.
- Jeder Frachtführer strebt für die komplette Hin- und Rückfahrt einen Gewinn von insgesamt 200 Euro an.

Frachtführer müssen nun entscheiden, bis zu welchem Preis sie in der Auktion mitbieten wollen. Da der einzelne Frachtführer während der Frachtauktion nicht weiß, ob er später einen Transportauftrag für die Rückfahrt akquirieren kann, handelt es sich hierbei um eine Entscheidung unter Unsicherheit. Unter den möglichen Strategien, mit der Unsicherheit umzugehen, gibt es zwei extreme:

- Der Frachtführer ist pessimistisch und geht davon aus, für die Rückfahrt keinen passenden Auftrag zu bekommen, weshalb er für die Hinfahrt mit Betriebskosten von insgesamt 500+300 Euro rechnet. Den angestrebten Gewinn von insgesamt 200 Euro muss er somit bereits in voller Höhe auf der Hinstrecke realisieren. Folglich kann er höchstens bis 1000 Euro mitbieten.
- Der Frachtführer ist optimistisch und geht davon aus, in jedem Fall auch einen passenden Auftrag für die Rückfahrt zu bekommen, weshalb er für die Hinfahrt

Betriebskosten von lediglich 500 Euro kalkuliert. In diesem Fall reicht es aus, auf der Hinstrecke einen Gewinn von 100 Euro zu realisieren - den restlichen Teil des Gewinns von 100 Euro versucht er auf der Rückfahrt zu bekommen. Er kann deshalb bis 600 Euro mitbieten.

Fracht- führer A	Fracht- führer B	Gewinn Hinfahrt, falls Rückfahrt leer	Gewinn Hinfahrt, falls Rückfahrt voll
1000	1000	$1000 - 800 = 200$	$1000 - 500 = 500$
900	900	$900 - 800 = 100$	$900 - 500 = 400$
800	800	$800 - 800 = 0$	$800 - 500 = 300$
700	700	$700 - 800 = -100$	$700 - 500 = 200$
600	600	$600 - 800 = -200$	$600 - 500 = 100$
500	500	$500 - 800 = -300$	$500 - 500 = 00$

Tab. 1: Gebote mit Gewinn- und Verlust-Szenarien in konventionellen Frachtauktionen.

Wie Tabelle 1 zeigt, ist das Gebot des pessimistischen Frachtführers A offensichtlich nicht konkurrenzfähig. Anders das Gebot des optimistischen Frachtführers B: es ist zwar konkurrenzfähig, dafür aber nicht unproblematisch. Erstens geht B für eine Gewinnerwartung von nur 100 Euro ein Verlustrisiko von immerhin 200 Euro ein, und zweitens zieht er keinen Vorteil aus einem möglichen Zuschlag für spätere Frachtauktionen, in denen eine Rückfahrt zur Versteigerung steht. Selbst wenn B für 600 Euro den Zuschlag für die Hinfahrt bekommt, kann er bei einer Frachtauktion für die Rückfahrt 600 Euro nicht unterbieten und damit auch nicht konkurrierende optimistische Frachtführer, die noch keinen Auftrag für die Hinfahrt akquiriert haben. Es kann also nur derjenige Frachtführer ein konkurrenzfähiges Angebot machen, der ein unangemessen hohes Verlustrisiko eingeht. Insbesondere für Frachtführer mit kleineren Flotten ist dies ein substantielles Problem und führte in der Wirtschaftspresse zu folgendem Schluß:

“One of the biggest problems is ‘conditional deals’: a carrier will agree to move containers in one direction only if it can find someone who will pay it to bring them back again. Unless online auctions accomodate this kind of problem, they will be ignored.”⁸

3.2 Probleme mit kombinatorischen Auktionen

In diesem Zusammenhang werden sog. *kombinatorische Auktionen* als Lösungsansatz diskutiert.⁹ In kombinatorischen Auktionen werden Objekte, deren Wert interdependent ist, simultan versteigert - zum Beispiel Transportaufträge. Der Name dieser Auktionen rührt daher, dass nicht nur Gebote für Einzelobjekte, sondern auch für deren Kombinationen abgegeben werden können. Jeder Bieter kann dabei nicht nur ein, sondern mehrere Gebote abgeben. In einer kombinatorischen Auktion erhalten am Ende

⁸ The Economist (2000).

⁹ Vgl. de Vries/Vohra (2001), Caplice (1996), Fischer et al (1998), Ledyard (2000).

diejenigen Gebote, die zur Minimierung der Gesamtkosten führen und gewisse Zusatzbedingungen erfüllen.¹⁰

Das folgende sehr einfache Beispiel veranschaulicht das Prinzip kombinatorischer Auktionen. Versteigert werden Aufträge für Hin- und Rückfahrt aus dem vorigen Beispiel. Drei Frachtführer A, B und C nehmen als Bieter daran teil.

Frachtführer	Hinfahrt	Rückfahrt	Gesamtpreis
A	x		430
A		x	220
A	x	x	500
B		x	200
C	x		400

Tab. 2: Kombinatorische Auktion für Hin- und Rückfahrt.

Tabelle 2 gibt die abgegebenen Gebote dieser Auktion wieder, wobei die Zeilen die Gebote der Frachtführer darstellen. So enthält beispielsweise die letzte Zeile ein Gebot des Frachtführers C, der für die Hinfahrt 400 Euro fordert. Die dritte Zeile hingegen zeigt ein Gebot von Frachtführer A: Für die Ausführung beider Aufträge verlangt dieser 500 Euro.

Der Zuschlag in einer kombinatorischen Auktion kann an ein oder an mehrere Bieter gehen, denn bezugschlagt werden diejenigen Gebote, die in der Summe minimal sind und gleichzeitig zu einer Vergabe aller Objekte führen. Im vorliegenden Beispiel gewinnt Frachtführer A beide Aufträge mit dem Gebot in Zeile 3, da bei anderer Zuschlagserteilung, beispielsweise Hinfahrt an C und Rückfahrt an B, ein höherer Gesamtpreis (600 Euro) anfielen.

Ledyard beschreibt, wie erfolgreich der Einsatz kombinatorischer Auktionen in der Transportwirtschaft sein kann.¹¹ Das US-amerikanische Unternehmen Sears Logistics Services (SLS) vergab Anfang der Neunziger Dreijahresverträge für 854 Strecken über eine kombinatorische Auktion. 14 vorselektierte Frachtführer konnten in den insgesamt fünf Bietrunden auf *jede* der theoretisch möglichen $2^{854} - 1$ Streckenkombinationen Gebote abgeben. Durch diese Auktion konnte SLS eine jährliche Kostenreduktion von \$190.000.000 auf \$165.000.000 erreichen, also circa 13% einsparen.

Damit stellen kombinatorische Auktionen eine Auktionsform dar, die beschriebenen Besonderheiten durchaus berücksichtigt. Kombinatorische Auktionen setzen jedoch voraus, dass alle Aufträge von einem einzigen Verlader stammen und sind in Spotmarkt folglich nicht einsetzbar. Die beiden Aufträge in Tabelle 2 würden im Spotmarkt typischerweise von zwei verschiedenen Verladern stammen, so dass zwei einzelne Auktionen durchgeführt werden müssten. Bei gleichen Geboten erhielten Frachtführer C den Zuschlag für die Hinfahrt und Frachtführer B den Zuschlag für die Rückfahrt - eine ineffiziente Allokation. Zudem muss aufgrund der Bietkomplexität genug Zeit für die Frachtführer zur Vorbereitung ihrer Gebote verfügbar sein - in der SLS-Auktion lagen

¹⁰ Typischerweise legen diese Zusatzbedingungen fest, ob Strecken nur einmal oder mehrfach vergeben werden dürfen und ob alle Transportaufträge vergeben werden müssen oder nicht.

¹¹ Vgl. Ledyard (2001).

zwischen je zwei Bietrunden vier Wochen, so dass die Auktion insgesamt mehr als vier Monate dauerte. Im Spotbereich gelten 45minütige Frachtauktionen mitunter schon als zu lang.¹²

4 Dynamic Alliance Auktionen

In diesem Abschnitt wird ein neues auktionsbasiertes Verfahren vorgestellt, das die beschriebenen Probleme leerer Rück- oder Hinfahrten löst und für den Einsatz in Spotmärkten entwickelt wurde. Aufträge verschiedener Auftraggeber werden, sofern geeignet, vor der Auktion zu einem Paket gebündelt. Die Bündelung von geeigneten Aufträgen zu Paketen erfolgt ohne Zutun der Auftraggeber und dynamisch, in Abhängigkeit von der aktuellen Nachfragesituation. Dementsprechend heisst das Verfahren *Dynamic Alliance Auction (Dalli Auktion)*.

Dalli Auktionen stellen eine Zusatzdienstleistung für vorhandene Frachtauktionen dar. Wann immer möglich, werden jeweils zwei geeignete Aufträge zu einem Paket zusammengefasst; andernfalls wird eine konventionelle Frachtauktion durchgeführt. Dalli Auktionen sind dabei unabhängig vom eingesetzten Auktionsverfahren.

Von der Nachfragebündelung profitieren *alle* Beteiligten.

- Frachtführer haben eine sichere Kalkulationsgrundlage. Sie kalkulieren lediglich ein einziges Gebot für das komplette Paket anstelle zweier separater zumeist sequentiell abzugebender Gebote für Hin- und Rückfahrt. Sie können also konkurrenzfähige Gebote abgeben, ohne dem Risiko leerer Hin- oder Rückfahrt ausgesetzt zu sein: Erhält ein Frachtführer den Zuschlag für ein solches Paket, sind seine Transportkapazitäten hierfür ausgelastet.
- Für Verlader ergibt sich aus der Bündelung von Aufträgen ein erheblicher Preisvorteil, der aus einem Kostenvorteil der Frachtführer resultiert und nicht aus einer Schmälerung ihrer Gewinnmarge durch Konzentration von Einkaufsmacht.

4.1 Die Rolle von Limits in Dynamic Alliance Auctions

Um an einer Dynamic Alliance Auktion teilnehmen zu können, muss ein Verlader für seinen Transportauftrag lediglich einen Höchstpreis festlegen. Das ist der maximale Preis, den der Verlader für die Abwicklung zu zahlen bereit ist und der grundsätzlich nicht verhandelbar ist. Ein Gebot ist nur dann gültig, wenn der Gebotspreis den Höchstpreis nicht überschreitet. Dementsprechend heisst der Höchstpreis auch *Limit*.¹³

Bei einer klassischen Frachtauktion geben Frachtführer Gebote für einen bestimmten Transportauftrag ab. Einem dieser Gebote wird schließlich der Zuschlag erteilt, sofern das Limit eingehalten wurde. Der Gebotspreis des bezuschlagten Gebots wird als Zuschlagspreis bezeichnet. Mit der Zuschlagserteilung kommt zwischen Verlader und dem bezuschlagten Frachtführer ein rechtsgültiger Vertrag zustande: Der Frachtführer

¹² Vgl. Meier (2001).

¹³ In der Auktionstheorie ist für einen derartigen Höchstpreis die Bezeichnung *Reservationspreis* üblich. In Dalli Auktionen wurde der Begriff Limit gewählt, weil die Reservationspreisfunktion nur eine von drei Funktionen ist, die Limits haben, wie nachfolgend deutlich wird.

verpflichtet sich, den Transportauftrag fristgerecht abzuwickeln und erhält nach der korrekten Abwicklung vom Verlader den Zuschlagspreis ausgezahlt.

Bei Dynamic Alliance Auktionen hingegen werden zwei geeignete Aufträge A und A' zu einem Paket zusammengefasst, das dann als solches versteigert wird. Der Höchstpreis für dieses Paket - das *Paketlimit* - ist die Summe der zugehörigen Limits L und L', so dass ein Gebot nur dann gültig ist, wenn es $L+L'$ nicht übersteigt. Wird dem Gebot G eines Frachtführers F der Zuschlag erteilt, kommen zwei rechtsgültige Verträge zustande: F verpflichtet sich gegenüber Verlader V zur fristgerechten Abwicklung des Transportauftrags A und gegenüber Verlader V' zur fristgerechten Abwicklung von A'. Die beiden Verlader V und V' bringen den Zuschlagspreis P gemeinsam auf: F erhält von V einen bestimmten Teil des Preises für die korrekte Abwicklung von A, den Rest von V' für die Durchführung des Auftrags A'.

Es stellt sich die Frage, welcher Verlader wieviel vom Preis für das Auftragspaket übernimmt - persönliche Verhandlungen zwischen den Beteiligten zur Klärung dieses Sachverhalts aus Zeitgründen aus. Die Teilung des Preises in zwei gleiche Hälften ist zwar einfach, lässt aber die Möglichkeit imbalancierter Warenströme ausser Acht. Die Stadt Berlin liefert für solche Warenströme ein gutes Beispiel: Die Zahl an Transporten vom Umland nach Berlin übersteigt die Zahl der Transporte von Berlin nach ausserhalb beträchtlich; folglich stellen Transportaufträge nach Berlin ein knappes Gut für die Paketbildung dar, eine Tatsache, die bei der Preisteilung berücksichtigt werden sollte. Ohnehin ist in einigen Fällen eine Aufteilung in zwei gleich große Anteile nicht möglich, ohne eines der Limits L oder L' zu verletzen. So könnten beispielsweise L auf 100 und L' auf 120 Euro festgelegt worden sein und die Paketauktion zu einem Zuschlagspreis von 210 Euro geführt haben. Eine Aufteilung dieses Zuschlagspreises in zwei gleich große Anteile von jeweils 105 wäre dann nicht möglich, ohne Limit L zu verletzen.

Der naheliegende Ansatz, ein Preisteilungsverhältnis auf der Basis der Warenströme zu berechnen und fest vorzugeben greift aus verschiedenen Gründen ebenfalls zu kurz: Die zugrundegelegten Warenströme verändern sich im Laufe der Zeit, so dass diese permanent gemessen sowie der Aufteilungsschlüssel neu berechnet und angepasst werden müsste. Ausserdem müsste es für jede einzelne Strecke viele verschiedene Aufteilungsschlüssel geben, differenziert nach Güterarten, Ladevolumen und Qualitätsanforderungen. Es dürfte schwierig sein, alle relevanten Einflußfaktoren angemessen zu berücksichtigen, was der Akzeptanz des festgelegten Aufteilungsschlüssel eher abträglich ist - insgesamt erscheint ein statisches Verfahren also ungeeignet.

Vielmehr wird ein Preisteilungsmechanismus benötigt, der

1. die gesetzten Höchstpreise einhält,
2. fair ist und
3. sich den Marktverhältnissen automatisch anpasst .

Einen solchen Mechanismus stellt die Dalli Auktion dar. Hier entspricht der Preisanteil eines Verladers am Zuschlagspreis P genau dem Anteil seines Limits am Paketlimit. Mit

den bereits eingeführten Bezeichnungen heisst dies: Verlader V bezahlt den Anteil $(L/(L+L'))*P$, während Verlader V den restlichen Betrag $(L'/(L+L'))*P$ übernimmt.¹⁴

Durch diese Aufteilung werden die Einzellimits stets eingehalten. Der Zuschlagspreis P ist immer kleiner oder gleich dem Paketlimit L+L'. Damit ist auch der Betrag $(L/(L+L'))*P$, den Verlader V zu bezahlen hat, kleiner oder gleich $(L/(L+L')) * (L+L') = L$, dem Limit von V. Analog wird das Limit L' von Verlader V' eingehalten. Unter der Voraussetzung, dass sich die Limits für die Einzelaufträge an dem jeweiligen Marktwert orientieren, berücksichtigt dieser Aufteilungsschlüssel den unterschiedlichen Marktwert der Einzelaufträge. Wie sich in in der Diskussion zeigen wird, ist er ausserdem als fair anzusehen.

4.2 Marktgesteuerte Paketbildung

Bisher wurde erläutert, wie mit dem Preis eines Auftragspakets verfahren wirdNun wird gezeigt, welche Aufträge der passender Hin- und Rückfahrten überhaupt zu einem Paket zusammengeführt werden. Neben den Abhol- und Bestimmungsorten entscheiden Abhol- und Anliefertermine sowie Anforderungen an Fahrzeugtyp und Qualität der Dienstleistung darüber, ob zwei Aufträge grundsätzlich für eine gemeinsame Paketbildung geeignet sind. In diesem Sinne geeignete Aufträge werden im folgenden als zueinander *komplementär* bezeichnet. In Abbildung 4 liegen sechs Aufträge vor, von denen die Aufträge 1, 2 und 3 komplementär sind zu den Aufträgen 4, 5, und 6, symbolisiert durch die schwarzen Verbindungslinien.

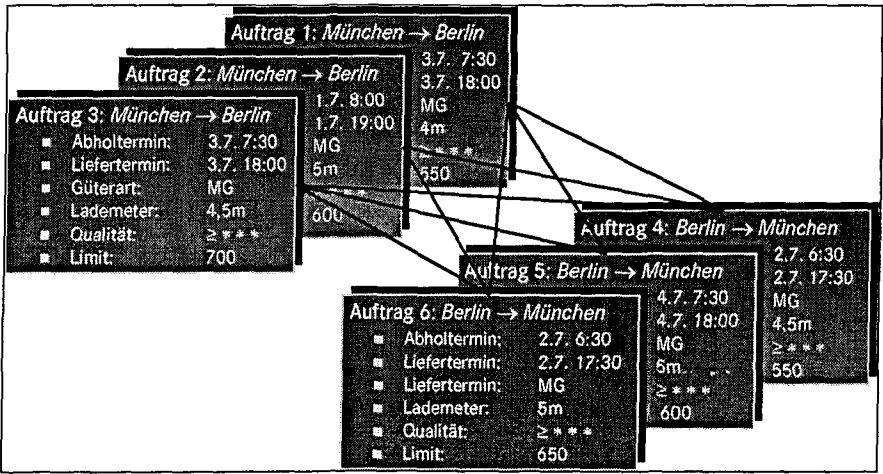


Abb. 4: komplementäre Aufträge.

Somit sind acht Möglichkeiten für die Bildung von Paketen vorhanden. Damit wird deutlich, dass Komplementarität als alleiniges Paketbildungskriterium auf einem entsprechend liquiden Marktplatz nicht ausreicht. Welches weitere Kriterium für die Paketbildung herangezogen wird, ist für die vorgestellten Preisteilung indes von erheblicher Bedeutung - schliesslich hängt der Anteil eines Verladers am Paketpreis nicht nur von seinem eigenen Limit, sondern auch vom Limit seines Partners ab. Je höher bei gegebenem eigenen Limit das Limit des Partnerauftrages ist, desto geringer ist der eigene Anteil am Gesamtpreis. Folglich haben Verlader Interesse daran, dass ihr

¹⁴ Damit bekommt der Frachtführer insgesamt $P = (L/(L+L'))*P + (L'/(L+L'))*P$, also genau den Zuschlagspreis.

Auftrag mit einem möglichst hoch limitierten komplementären Auftrag gematcht wird. In Abbildung 4 bevorzugt deshalb jeder der Auftraggeber von 1, 2 und 3 den Auftraggeber von 6 als Partner. Da Auftrag 6 aber lediglich mit einem der drei Aufträge gematcht werden kann, liegt ein Konflikt vor.

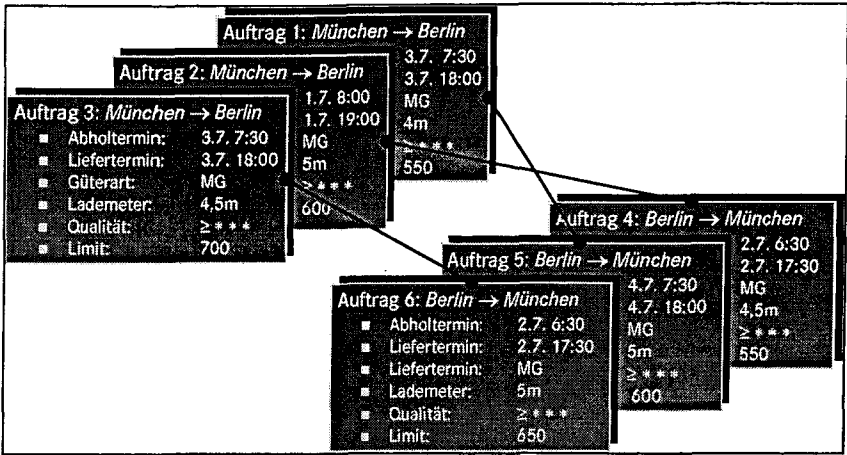


Abb. 5: Marktgesteuerte Paketbildung

Eine Idee, auf welche Weise der Konflikt aufgelöst kann, liefert die Überlegung, dass die Auftraggeber von 4, 5 und 6 analoge Präferenzordnungen haben: Sie alle bevorzugen Auftrag 3, da dieser das höchste Limit besitzt. Indem nun Aufträge mit höherem Limit gegenüber Aufträgen mit niedrigerem Limit bei der Wahl des Partnerauftrages bevorzugt werden, wird der Konflikt aufgelöst. Das Ergebnis ist in Abbildung 5 zu sehen.

Die einzelnen Schritte zur Bildung aller Pakete sind in Kasten 1 ausführlich beschrieben. Wie leicht einzusehen ist, matcht das Verfahren diejenigen Aufträge zu einem Paket, die dieselbe Präferenz füreinander haben.

Von mehreren gesammelten Aufträgen sei A derjenige mit dem höchsten Limit, wie beispielsweise Auftrag 3 in Abb. 6. Es werden nun alle zu A kompatiblen Aufträge betrachtet. In Abb. 6 sind dies die Aufträge 4, 5 und 6. A wird dann mit dem demjenigen Auftrag gematcht, der unter allen zu A kompatiblen Aufträgen das höchste Limit hat, in Abb. 6 also Auftrag 6. Die Aufträge 3 und 6 werden aus der Liste der zusammenzuführenden Aufträge entfernt und bilden ein Paket.

Aus der verbleibenden Liste wird wiederum der Auftrag mit dem höchsten Limit mit dem Auftrag zusammengeführt, der unter allen kompatiblen Aufträgen das höchste Limit hat. Dieses Verfahren wird so lange angewendet, bis keine zueinander komplementären Aufträge mehr übrig sind.

Kasten 1: Marktgesteuerte Paketbildung

Da einzig und allein die Höhe der Limits entscheidet, welche kompatiblen Aufträge gematcht werden, heißt diese Art der Paarbildung *marktgesteuerte Paketbildung*. Die Analogie zu NASDAQ-ähnlichen Börsen ist offensichtlich – in einer solchen wird zuerst das höchste Kaufgebot mit dem niedrigsten Verkaufsgebot zusammengeführt. Auf diese Weise bestimmen auch hier allein die Limits, welche Kauf- und Verkaufsgebote gematcht werden. Während allerdings bei einer NASDAQ-ähnlichen Börse Nachfrage und Angebot zusammengeführt werden, dienen Dalli Auktionen der Zusammenführung von Nachfrage und Nachfrage. Bei Dalli Auktionen wird das höchste Kaufgebot mit dem höchsten komplementären Kaufgebot zusammengebracht.

Ein weiterer Unterschied besteht in den Funktionen, die Preislimits in einer Börse beziehungsweise in Dalli Auktionen haben. In einer NASDAQ-Börse dienen Limits der Bildung eines Höchstpreises und der Bestimmung eines Handelspartners. Demgegenüber haben die Preislimits der Verlader in Dalli Auktionen drei Funktionen:

- Festlegung des Höchstpreises,
- Bestimmung eines Partnerauftrages,
- Berechnung des jeweiligen Anteils am Paketpreis.

Diese Funktionen beeinflussen die Limitsetzung eines Verladers in zwei gegenläufige Richtungen.

1. Jeder Verlader hat Interesse daran, einen Partner mit einem möglichst hohem Limit zu bekommen, denn bei gegebenem eigenen Limit ist der eigene Anteil am Paketpreis umso geringer, je höher das Partnerlimit ist. Die Wahrscheinlichkeit, einen solchen Partner zu bekommen, ist jedoch umso größer, je *höher* das eigene Limit ist.
2. jeder Verlader das Interesse, sein Limit möglichst *niedrig* anzusetzen, denn je *niedriger* das eigene Limit bei gegebenem Partnerlimit ist, desto niedriger ist auch sein Anteil am Gesamtpreis.

Ein zu niedriges eigenes Limit kann zudem dazu führen, dass kein komplementärer Auftrag zum Matchen übrig bleibt. In diesem Fall ist der Verlader gezwungen, eine Einzelauktion durchzuführen - der Preisvorteil einer Paketauktion bliebe ihm verwehrt. Wird mit dem Limit sogar der marktübliche Preis unterschritten, besteht das Risiko, den Auftrag auch in der Einzelauktion nicht vergeben zu können, und wird wegen der hohen Dynamik des operativen Geschäfts im Transportgewerbe wohl eher vermieden. Wie weit das Limit oberhalb des marktüblichen Preis gesetzt wird, hängt letztlich davon ab, wie ein Auftraggeber mit dem beschriebenen Trade-off zwischen einem möglichst niedrigen eigenem Limit und einem möglichst hohen Partnerlimit umgeht - und von der Information, die den Verladern zur Verfügung gestellt wird.

Kasten 2 fasst die Funktionsweise der Dynamic Alliance Auctions zusammen.

DALLI 1. Phase der Auftragssammlung

- 1.a) *Teilnahme*: Jeder Verlader, der an einer Dynamic Alliance Auktion teilnehmen möchte, muß als erstes seinen Auftrag spezifizieren und sein Preislimit setzen. Sein Auftrag wird gespeichert.
- 1.b) *Terminierung*: Die Sammlung der Aufträge beginnt und endet zu festen Zeitpunkten.

DALLI 2. Phase der Paketbildung (Matching)

Der Auftrag mit dem höchsten Limit wird mit dem höchstlimitierten seiner Komplementäraufträge gematcht. Die beiden gematchten Aufträge bilden ein Paket und werden aus der Liste der gesammelten Aufträge entfernt. Dieses Vorgehen wird solange wiederholt, bis keine komplementären Aufträge mehr vorhanden sind.

DALLI 3. Phase der Auftragsvergabe

3.a) *Pakete*: Jedes Paket wird versteigert, wobei der Paketlimit die Summe der Limits der Einzelaufträge ist.

3.b) *Einzelaufträge*: Jeder Auftrag, der nicht gematcht wurde, wird allein versteigert. Das zugehörige Preislimit ist Limit der Auktion.

3.c) *Zuschlagsregel für Einzelaufträge*: Der Frachtführer mit dem niedrigsten Gebot erhält den Zuschlag, falls er das Limit des Einzelauftrags unterboten hat. Andernfalls wird der Einzelauftrag nicht vergeben.

3.d) *Zuschlagsregel für Paketaufträge*: Der Frachtführer mit dem niedrigsten Gebot den Zuschlag, falls er das Limit für das Paket unterboten hat. Andernfalls wird das Auftragspaket nicht vergeben.

3.e) *Nicht vergebene Aufträge*: Alle nicht vergebenen Aufträge können entweder wieder in die Liste aufgenommen und erneut gematcht oder aber gelöscht werden.

3.f) *Preisteilung*: Der Zuschlagspreis P eines Pakets wird zwischen den zugehörigen Verlader V und V' proportional zu den Limits der Einzelaufträge aufgeteilt: Der Anteil von V ist $P \cdot L / (L + L')$, während V' den Betrag $P \cdot L' / (L + L')$ zu entrichten hat.

Kasten 2: Ablaufschema von Dynamic Alliance Auktionen.

5 Diskussion

Bisher wurde herausgearbeitet, wozu es einer neuen Auktionsform wie Dynamic Alliance Auktionen bedarf und wie diese ablaufen. Als nächstes schliesst sich eine Diskussion der Preisteilung sowie der Bietstrategien der Verlader an.

5.1 Aufteilung des Paketpreises

Gegenstand dieses Paragraphen ist die Fairness der Paketpreisaufteilung. Dazu seien zwei Verlader betrachtet, deren Aufträge in einer Dalli Auktion gematcht wurden. Wie würde die Preisaufteilung aussehen, wenn die beiden Verlader ihre Aufträge eigenständig zusammengeführt und ihre Anteile am Paketpreis selbst verhandelt hätten?

Einen allgemeinen theoretischen Bezugsrahmen für die Behandlung der Frage nach fairer Aufteilung liefert die axiomatische Verhandlungstheorie. In einer Verhandlungssituation sehen sich demnach zwei oder mehr Personen mit einer Vielzahl an möglichen Verhandlungsergebnissen konfrontiert, von denen eines genau dann realisiert werden wird, wenn alle Personen diesem Ergebnis zustimmen. Können sich die Personen hingegen nicht einigen, wird ein vorbestimmtes *Konfliktergebnis* realisiert. Abbildung 6 illustriert ein solches Verhandlungsproblem: Zwei Verhandlungspartner, V und V' , müssen sich über die Aufteilung eines Geldbetrags g einigen, wobei aus einem Nichteinigungsfall die Konfliktauszahlung c resultiert.¹⁵ Die Verhandlungsmenge enthält alle Punkte auf und unterhalb der Diagonalen, die die Punkte (g, c) und (c, g) verbindet.

¹⁵ Die Konfliktauszahlung c ist ein Vektor (c, c') , wobei die erste Komponente die Auszahlung für Verlader V im Konfliktfall darstellt, und die zweite die Auszahlung für Verlader V' .

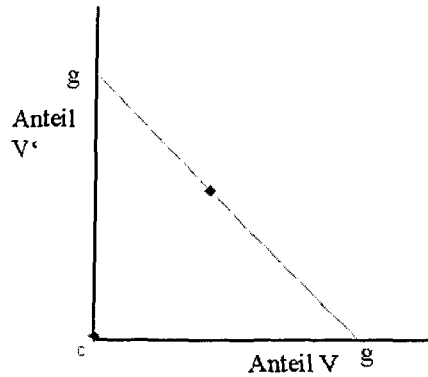


Abb. 6: Verhandlungsproblem und ein Pareto-optimales Verhandlungsergebnis.

Zur Analyse derartiger Verhandlungsprobleme gibt es eine Vielzahl an Konzepten. Ein wichtiger Begriff ist hierbei der der *Verhandlungslösung*.

Entgegen intuitivem Sprachgebrauch ist eine Verhandlungslösung dabei nicht das realisierte Verhandlungsergebnis eines konkreten Verhandlungsproblems, sondern eine Funktion, die jedem Verhandlungsproblem ein Verhandlungsergebnis zuweist.

Verhandlungslösungen sind Gegenstand zahlreicher Artikel, und zumeist stehen in ihnen die Eigenschaften, die eine wünschenswerte Lösung hat oder haben sollte im Blickpunkt.¹⁶ Da diese Eigenschaften in Axiomen formuliert werden, heißen die entsprechenden Lösungen *axiomatische Verhandlungslösungen*. *Pareto-Optimalität* ist ein Beispiel für eine solche Eigenschaft. Das Axiom der Pareto-Optimalität fordert, dass nur solche Verhandlungsergebnisse akzeptiert werden, bei denen sich kein Beteiligter verbessern kann, ohne einen anderen zu verschlechtern. In Abbildung 6 ist die diagonale Verbindungslinie von (g, c) und (c, g) die Menge aller Pareto-optimalen Verhandlungsergebnisse.

Es existiert eine Vielzahl von Axiomen. Nach Holler/Illing ergibt sich diese Vielfalt einerseits aus der Tatsache, dass Alltagsvorstellungen über Fairness oder Gerechtigkeit zu unterschiedlichen Definitionen dieser Eigenschaften führen können, andererseits daraus, dass bestimmte Eigenschaften für in verschiedenen Situationen als verschieden relevant angesehen werden.¹⁷

Die nächsten drei Paragraphen zeigen,

- welche wünschenswerten Eigenschaften (Axiome) Dalli Auktionen erfüllen,
- dass die proportionale Aufteilung in Dalli Auktionen als asymmetrische Nash-Lösung aufgefasst werden kann und
- die vorgenommene Aufteilung des Paketpreises als fair anzusehen ist.

¹⁶ Vgl. Nash (1950); Nydegger/Owen (1975); Roth(1979); Kalai (1977); Kalai/Smorodinsky (1975).

¹⁷ Vgl. Holler/Illing (1996), S. 189.

5.1.1 Dalli-Aufteilung als proportionale Lösung

In Dalli Auktionen wird der Preis proportional zum jeweiligen Anteil am Paketlimit aufgeteilt: Durch das Matching in einer Dalli Auktion "einigen" sich je zwei Verlader V und V' mit Limits L und L' auf den Preisteilungsvektor $[L/(L+L'), L'/(L+L')]$. Das bedeutet, dass bei einem Zuschlagspreis P Verlader V den Betrag $P \cdot L/(L+L')$ zahlt, während V' den Rest, also $P \cdot L'/(L+L')$, übernimmt.

Der für Dalli Auktionen benutzte Preisteilungsmechanismus gehört damit zur Klasse der *proportionalen Lösungen* (PL). Diese liefern das maximale Verhandlungsergebnis, das möglich ist, wenn die im Vergleich zum Konfliktergebnis erzielten Gewinne in einem vorher festgelegten Verhältnis zwischen den Verhandelnden aufgeteilt werden. PLs ermöglichen in Verhandlungsproblemen eine "Politik der kleinen Schritte": Zunächst kann anstelle der Menge aller möglichen Verhandlungsergebnisse eine kleinere Menge verhandelt werden - über die sich gegebenenfalls leichter eine Einigung erzielen lässt. Wird eine Einigung erzielt, schliesst sich eine weitere Verhandlung über die restlichen Ergebnisse (oder wiederum lediglich einiger) an, wobei die erzielte Einigung Konfliktpunkt ist.

In Abbildung 7A enthält die Menge T alle möglichen Verhandlungsergebnisse. T kann zerlegt werden in die Mengen T_1 und T_2 . Wird nun zuerst über T_1 verhandelt und das resultierende Ergebnis als Konfliktpunkt für die sich anschliessende Verhandlung über T_2 genommen, wird bei Verwendung der proportionalen Lösung dasselbe Verhandlungsergebnis wie bei Verwendung der PL im Ausgangsproblem T erreicht. Diese Eigenschaft der PL heisst *Teilbarkeit* und stellt, falls als Axiom formuliert, eine starke Forderung dar. Zum besseren Verständnis von Teilbarkeit sei anhand von Abbildung 7A eine *nicht* teilbare Verhandlungslösung betrachtet. Eine solche könnte in Abbildung 7A für T und Konfliktpunkt c beispielsweise die Auszahlung e liefern, für das zusammengesetzte Verhandlungsproblem (T_1 mit Konfliktpunkt c und T_2 mit Konfliktpunkt e_1) jedoch e_2 - ein anderes Ergebnis also.

Eine weitere Eigenschaft der PL ist dadurch gegeben, dass bei einer Vergrößerung des Verhandlungsraumes die Nutzenzuwächse in konstanten Proportionen erfolgen, sofern der ursprüngliche Konfliktpunkt beibehalten wurde. Damit schneidet jeder Spieler bei einem Übergang zu einem größeren Verhandlungsraum mit gleichem Konfliktpunkt beim erweiterten Verhandlungsspiel mindestens genauso gut ab wie beim ursprünglichen - die proportionale Lösung ist in diesem Sinne *monoton*.

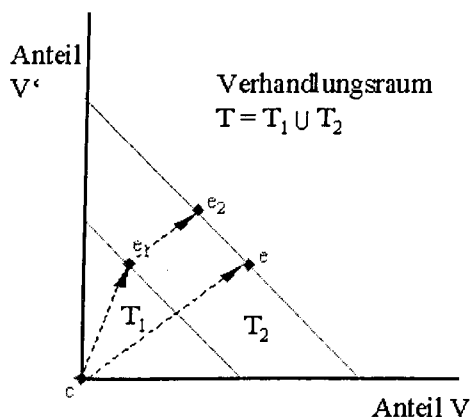


Abb. 7A: Eine nicht-teilbare Lösung.

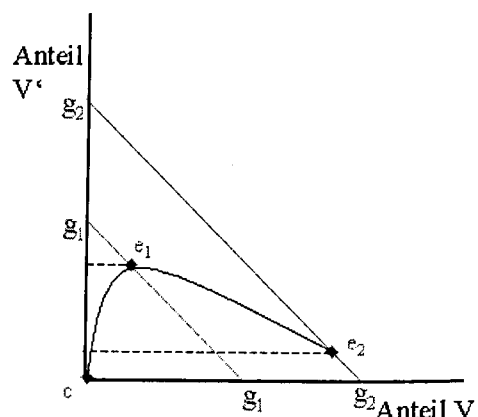


Abb. 7B: Eine nicht-monotone Lösung

Gemeinsame (Standard-)Frachtauktionen mehrerer Verlader setzen Monotonie unbedingt voraus. Der Grund hierfür besteht darin, dass den Verladern vor der Durchführung einer Frachtauktion nicht bekannt ist, ob und um wieviel das Limit für das gemeinsame Paket unterboten wird. Abbildung 7B zeigt zwei fiktive Verhandlungsräume, die sich während einer Frachtauktion aus den ersten beiden Geboten ergeben. Konfliktpunkt c resultiert aus den beiden individuellen Limits. Das abgegebene Gebot g_1 spannt den ersten Verhandlungsraum auf. Wird g_1 durch g_2 unterboten, vergrößert sich der verhandelbare Raum. Die gekrümmte Linie in Abbildung 7B symbolisiert den Graph einer nichtmonotonen Aufteilungsregel. Im Falle der Vergabe des Pakets zum Preis g_1 wäre dessen Schnittpunkt e_1 mit der ersten Diagonalen das Verhandlungsergebnis, bei Zuschlag nach dem zweiten Gebot entsprechend der Schnittpunkt mit der zweiten Diagonalen, also e_2 . Durch diese Aufteilungsregel würde sich Verlader V' sich von Gebot g_1 zu Gebot g_2 verschlechtern - trotz grösseren Verhandlungsraums. Bei einem Vetorecht bekäme das Gebot g_2 den Segen des Verladers V' sicherlich nicht.

Monotonie und Teilbarkeit zeichnen die proportionale Lösung vor allen anderen Lösungen aus, da sie die einzige ist, die beide Eigenschaften besitzt. Ein Problem proportionaler Lösungen besteht allerdings darin, dass diese im allgemeinen nicht pareto-optimal sind, was für den Sonderfall der Aufteilung in gleiche Anteile als *Gleichheit-Effizienz-Drama* bekannt ist.¹³ In Dalli Auktionen würde fehlende Pareto-Optimalität für die beiden Verlader bedeuten, dass sie dem Frachtführer freiwillig mehr bezahlen, als sie müßten - ein kaum plausibles Szenario. Das in Dalli Auktionen auftretende Verhandlungsproblem lässt sich jedoch durch nutzenäquivalente Umformungen auf das in Abbildung 6 und Abbildung 8 dargestellte Problem zurückführen, und aufgrund der speziellen Problemstruktur sind die auftretenden Teilungsergebnisse immer Pareto-optimal. Abbildung 8 stellt die Verhandlungssituation, die Dalli Auktionen zugrundeliegt, dar. Dabei sind die Gebote $g_1, \dots, g_4$, monoton fallend, wodurch die zugehörigen Verhandlungsräume monoton wachsen. Bei Limits von L beziehungsweise L' hat der eingezeichnete Pfeil die Steigung $L'/(L+L')$. Er enthält genau die Preispaae, die bei einer Aufteilung des Paketpreises nach einer Auktion auftreten können. Seine Schnittpunkte mit den Diagonalen (rot markiert) zeigen die Aufteilung der tatsächlich abgegebenen Gebote durch die DALLI Auktion an.

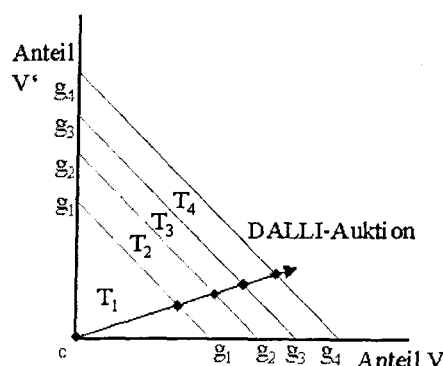


Abb. 8: Zugrundeliegendes Verhandlungsproblem in Dalli Auktionen.

¹³ Vgl. Holler/Illing (1996).

Die Preisteilungsregel in Dalli Auktionen erfüllt also eine Reihe wünschenswerter Axiome: die der Teilbarkeit, der Monotonie, Pareto-Optimalität sowie Unabhängigkeit von allgemeinen Veränderungen des Nutzenmassstabes und sogenannten irrelevanten Alternativen¹⁸.

5.1.2 Dalli-Aufteilung und die Lösung von Nash

Die Nash-Lösung¹⁹ für Verhandlungsprobleme stellt einen wichtigen Referenzpunkt für axiomatische Verhandlungslösungen dar.

Nash zeigte, dass es genau eine Verhandlungslösung gibt – die besagte Nash-Lösung (NL) – die die Axiome der Pareto-Optimalität, Unabhängigkeit von allgemeinen Veränderungen des Nutzenmassstabes, Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen und der *Symmetrie* erfüllt. Für Verhandlungsspiele mit symmetrischer Auszahlungsmenge und identischer Konfliktauszahlung für beide Verhandlungspartner verlangt das Axiom der Symmetrie, dass beide Verhandlungspartner auch im Einigungsfall dieselbe Auszahlung erhalten. Die Abbildungen 6 und 8 illustrieren ein symmetrisches Auszahlungsspiel. Situationen, bei denen risikoneutrale Spieler die Aufteilung eines Geldbetrages verhandeln, sind zu solchen Spielen äquivalent. Hier schreibt die Nash-Lösung eine Teilung des Betrages in zwei gleiche Hälften vor. Auf die die Preisteilung in Dalli Auktionen übertragen bedeutet dies:

Die in Dalli Auktionen vorgenommene Preisteilung führt genau dann zu derselben Auszahlung wie die Nash-Lösung, wenn beide Limits L und L' gleich sind.²⁰

Eine Teilung des Paketpreises in zwei gleiche Hälften macht genau dann Sinn, wenn beide Verlagerer die Warenströme als balanciert und damit ihre Verhandlungsposition als gleich stark einschätzen. Ist dieses hingegen nicht der Fall, stellt eine Aufteilung in gleiche Hälften keine annehmbare Option dar. Dieses Argument unterstützt die Preisteilung von Dalli Auktionen, und nicht zuletzt aus solchen Überlegungen ging auch die asymmetrische Nash-Lösung (ANL^ω) hervor. Bei ihr wird das Symmetrie-Axiom nicht mehr gefordert. Für 2-Personen-Verhandlungsprobleme mit Verhandlungsmenge S und Konfliktauszahlung c liefert die asymmetrische Nash-Lösung mit Gewicht ω das Verhandlungsergebnis $ANL^{\omega}(S, c) = \arg\max (x - c)^{\omega} * (x' - c')^{1-\omega}$, so dass $(x, x') \in S$ ist.

Es lässt sich zeigen, dass die Preisaufteilung in Dalli Auktionen eine asymmetrische Nash-Lösung mit dem Gewicht $\omega = L / (L + L')$ darstellt:

Mit L und L' als Höchstpreisen zweier risikoneutraler Verlagerer V und V' stellt $|L + L'|$ den einzigen individuell rationalen Höchstpreis für das Auftragspaket dar. Da L und L' für maximal erlaubte Kosten stehen, wird an dieser Stelle $L, L' < 0$ angenommen. Die

¹⁸ Nach Holler/Illing beinhaltet dieses Axiom, „daß nur der Konfliktpunkt c und das Verhandlungsergebnis selbst relevant sind. Damit lassen sich im allgemeinen Möglichkeiten finden, den Auszahlungsraum eines Spieles auf eine Obermenge zu erweitern oder auf eine Teilmenge zu verengern, ohne dass sich der durch die Lösung ausgewählte Auszahlungsvektor ändert.“ (Holler/Illing (1996), S. 181.

¹⁹ Vgl. Nash (1950).

²⁰ Für den Fall symmetrisch-äquivalenter Spiele stimmt die Nash-Lösung mit der Lösung von Kalai-Smorodinsky und Al Roth überein (vergleiche Holler/Illing (1996), S. 211).

Konfliktauszahlung besteht aus $c=(L,L')$. Der spätere, derzeit noch unbekannte Vergabepreis für das Paket lässt sich darstellen als $L+L'+s$, wobei $s \geq 0$ für eine positive Einsparung steht. Damit hat das Verhandlungsproblem, das der Aufteilung des Paketpreises zugrundeliegt, die Auszahlungsmenge $S=\{(x,x'): L+L'+s \geq x+x'\}$.

Das Problem (S,c) lässt sich durch lineare Transformation in das Problem $T=\{(x,x'): 1 \geq x+x', x,x' \geq 0\}$ mit Konfliktauszahlung $(0,0)$ überführen.²¹ Die asymmetrische Nash-Lösung hierfür ist $ANL^\omega(T,(0,0))=(\omega,1-\omega)$.²² Wegen der Unabhängigkeit der Lösung von linearen Transformationen ist dieses äquivalent zu $(s^*\omega+L, s^*(1-\omega)+L') = ANL^\omega(S,c)$ für das in Dalli Auktionen auftretende Aufteilungsproblem. Die asymmetrische Nash-Lösung mit Gewicht führt also dazu, dass Verlader V den Betrag $s^*\omega+L$ bezahlen muss, Verlader V' hingegen den Betrag $s^*(1-\omega)+L'$.

Da $1-\omega=L'/(L+L')$ ist, entspricht die asymmetrische Nash-Lösung mit Gewicht $\omega = L/(L+L')$ der Aufteilung, die in Dalli Auktionen vorgenommen wird.

5.1.3 Ein faires Gewicht ω

Aus verhandlungstheoretischer Sicht stellen die Dynamic Alliance Auktionen eine faire Lösung dar. Sämtliche oben aufgeführte Axiome werden allerdings allein deshalb erfüllt, weil Dynamic Alliance Auktionen zur Klasse der proportionalen Lösungen bzw. asymmetrischen Nash-Lösungen gehören. Bei Verwendung eines jeden anderen Preisteilungsvektors $(\omega,1-\omega)$ mit $0 \leq \omega \leq 1$ anstelle von $(L/(L+L'), L'/(L+L'))$ wären die Axiome immer noch erfüllt, im Extremfall also sogar für $\omega = 1$, bei der Verlader V das ganze Paket allein bezahlt und Verlader V' überhaupt nichts. Ein solches Verhandlungsergebnis entspricht der intuitiven Vorstellung von Fairness wohl kaum.

Die axiomatische Verhandlungstheorie ist an dieser Stelle also nicht wirklich aussagekräftig. Der Grund liegt darin, dass sie sich mit der Aufteilungsregel an sich beschäftigt und nicht mit deren Parametrierung, die für den konkreten Einzelfall jedoch entscheidend ist.

Was spricht also dafür, den Preisteilungsvektor so festzulegen, wie er für die Dynamic Alliance Auktion tatsächlich festgelegt wurde? Im wesentlichen sind dies vier Gründe:

1. Informationsaggregation und Marktsteuerung
2. Natürlichkeit des Konzepts Einfachheit
3. Konsistenz mit Einzellimits
4. Robustheit gegen strategische Manipulation

1. Die Informationen über Markt und Marktkräfte liegen nicht an einem Ort vor, in expliziter Form abrufbereit, sondern sind im Markt verteilt, implizit als Wissen der Marktteilnehmer. Wie die Teilnehmer einer NASDAQ-Börse werden Verlader ihre Limits auf der Basis ihres Wissen setzen, so dass alle bekannten Informationen eingepreist sind. Damit lassen sich anhand der Limits auf Hin- und Rückstrecke auch die Verhältnis der Warenströme ablesen. Folglich sollten die Limits zur Festlegung des Aufteilungsverhältnisses herangezogen werden.

2. Bei der Überlegung, wie diese Limits heranzuziehen sind, fällt auf, dass das Preisteilungsverhältnis $[L/(L+L'), L'/(L+L')]$ das einzige Preisteilungsverhältnis

²¹ Die Transformation ist gegeben durch $U=(U_1,U_2)$ mit $U_1(x)=(x-L)/s$ und $U_2(x)=(x-L')/s$.

²² Vgl. Roth (1971), S.21.

darstellt, das mit den Limits für die Einzelaufträge konsistent ist. Individuelle Rationalität vorausgesetzt, wird Verlader V keinen Anteil ω mit $1 > \omega > L/(L+L')$ akzeptieren. Im Fall nämlich, dass das Auftragspaket tatsächlich nur für $L+L'$ vergeben werden könnte, müsste V den Betrag $(L+L') * \omega > (L+L') * L/(L+L') = L$ zahlen, also mehr als sein Limit L . Analog wird V' keinen Anteil akzeptieren, der grösser als $L'/(L+L')$ ist. Andererseits kann keiner der beiden Verlader einen kleineren Anteil erwarten, denn der grösstmögliche Anteil, der vom Paketpreis übernommen werden kann, ist $1 = L/(L+L') + L'/(L+L')$.

3. und 4. Der Paketpreis wird damit nach dem Verursacherprinzip aufgeteilt, einem natürlichem und weit verbreitetem Konzept. Aus praktischer Sicht gibt es neben diesem Argument noch zwei weitere, die für den verwendeten Schlüssel sprechen: Einfachheit und Robustheit gegen strategische Manipulation. Die Einfachheit des Verfahrens ist offensichtlich. Strategische Manipulation beinhaltet unfaire Praktiken von Teilnehmern, die das Ziel haben, allein oder durch Absprachen Vorteile zu erlangen. Im wesentlichen ist hier das Einstellen nicht existenter Aufträge, sogenannter *Phantomaufträge*.²³ Bisherigen Untersuchungen zufolge sind Dalli Auktionen selbst bei vollständiger Information unempfindlich gegen solche strategische Manipulationsversuche.

Fazit: Insgesamt stellt der in Dynamic Alliance Auktionen verwendete Mechanismus einen fairen Aufteilungsschlüssel zur Teilung des Paketpreises dar. Eines wird dabei allerdings vorausgesetzt - die Ehrlichkeit der Verlader bei der Angabe ihrer Limits. Wie es um diese Ehrlichkeit bestellt ist, hängt im wesentlichen von der Informationslage der Verlader ab.

5.2 Bereitgestellte Informationen und Anreizkompatibilität

In diesem Abschnitt wird deutlich werden, dass Informationen über aktuelle Dynamic Alliance Auktionen, die ein Marktplatzbetreiber den Verladern bereitstellt, wesentlichen Einfluss auf deren Limits haben können: Je mehr Information ein Verlader besitzt, desto gezielter kann er den in 5.2. beschriebenen Trade-off bei der Limitierung umgehen.

Anhand von Abbildung 5 sei der Extremfall vollständiger Information erläutert: Wären dem Auftraggeber von Auftrag 6 alle anderen Aufträge einschließlich der Limits bekannt, könnte er sein eigenes Limit auf 601 statt auf 650 Euro festlegen, ohne einen niedrigeres Partnerlimit in Kauf nehmen zu müssen. Dadurch würde er seinen prozentualen Anteil am Gesamtpreis von $650/(650+700) = 48,15\%$ auf $601/(601+700) = 46,2\%$ senken (Abbildung 9).

²³ Das Problem von Phantomaufträgen wird bei Fischer et al. (1998) diskutiert.

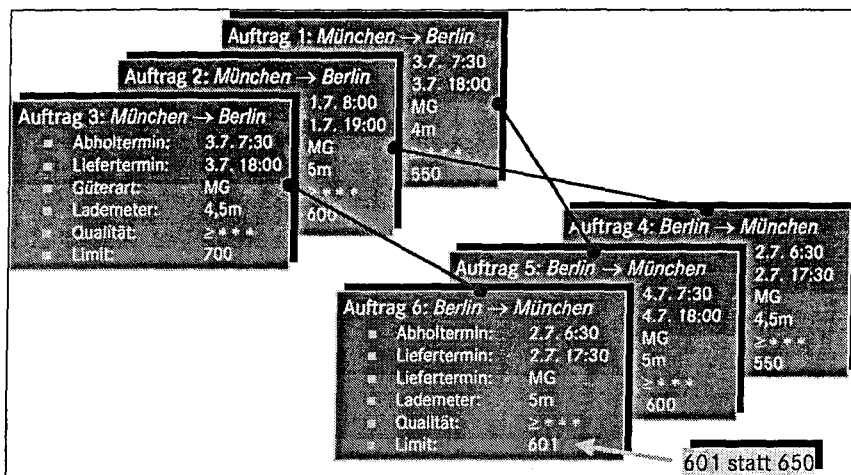


Abb. 9: strategische Festlegung eines Limits.

Diese Strategie ist allerdings nur dann erfolgreich, wenn später kein Auftrag mit einem Limit von mehr als 601 Euro hinzukommt, der ebenfalls zu Auftrag 3 komplementär ist. In einem solchen Fall würde Auftrag 6 mit Auftrag 2 zusammengeführt und sich mit einem prozentualen Anteil am Gesamtpreis von $601/(601+601) = 50,04\%$ begnügen müssen (Abbildung 10).

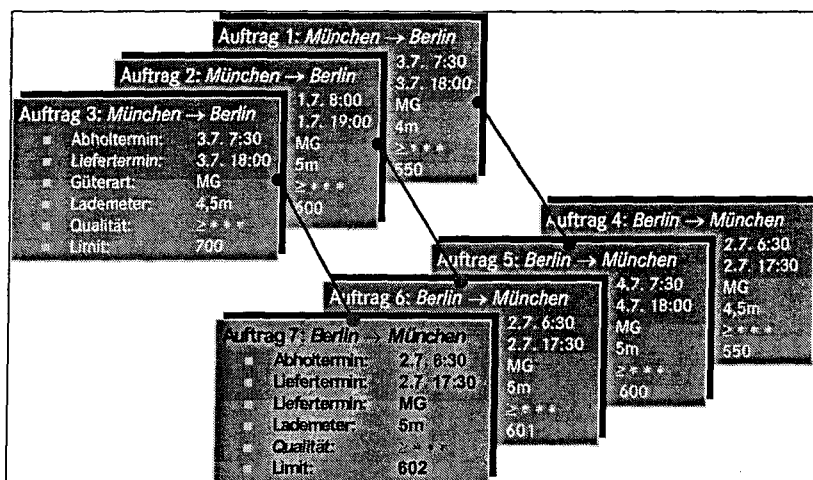


Abb. 10: Gegenstrategie eines neuen Auftrages.

Das Beispiel zeigt, dass die *Strategie des letzten Schusses* eine gute Strategie ist, das heisst, die Strategie, den eigenen Auftrag möglichst spät zu platzieren und dabei alle bisher eingegangenen Aufträge zu berücksichtigen. Entscheidend vereinfacht wird die Spielbarkeit dieser Strategie natürlich durch ein Verbot von Limitänderungen, denn sonst müssen die später eingehenden Aufträge ebenfalls berücksichtigt und das eigene Limit entsprechend angepasst werden.

Schlusspunkt des vorangegangenen Abschnitts bildete die Feststellung, dass die Fairness der Aufteilung von Paketpreisen an der Ehrlichkeit der Verlader bei ihrer Limitierung hängt. Die Strategie des letzten Schusses zeigt, daß diese Ehrlichkeit nicht ohne weitere Vorbedingung angenommen werden kann, denn bei ausreichender Information können Verlader sich über *strategische* Limitierung Vorteile verschaffen. Wie ist mit diesem Problem umzugehen?

Einerseits kann bezweifelt werden, dass dieses in der praktischen Anwendung tatsächlich Probleme verursacht. Erstens wird eine derartig weitreichende Information der Verlader sicher nicht betrieben werden. Zweitens sind die Beträge, die Verlader durch strategische Limitierung zu Ihrem Vorteil verbuchen können, im Vergleich zum Wert ihres Gesamtgeschäfts eher unbedeutend, und deshalb sollte nicht erwartet werden, dass sie die Zeit zur Berechnung der bestmöglichen strategische Limitierung investieren. Die in der traditionellen Transportwirtschaft übliche Praxis der Festpreisvergabe stützt dieses Argument: Festpreise werden gerade deshalb bevorzugt, weil Verhandlungskosten potentiell herausgehandelte Einsparungen für Transporte in der Regel überwiegen.²⁴

Andererseits lassen sich Bietstrategien durch Software automatisieren - eBay liefert ein konkretes Beispiel hierfür, denn in eBay Auktionen ist es ebenfalls vorteilhaft, das eigene Gebot so spät wie möglich abzugeben. Diese Strategie wird von sehr vielen Bietern verfolgt, ist unter dem Namen *bid sniping* bekannt und durch Software von eSnipe bereits automatisiert worden, wodurch sich Bieter von der lästigen Warterei (Zeitinvestition) entbinden können. Bid sniping führt zu unliebsamen Effekten²⁵, die für Dynamic Alliance Auktionen ausgeschlossen werden sollten. Somit führen Überlegungen, die das Symptom betreffen, zu Überlegungen zum Verfahren an sich. Solche lassen sich in der Frage fassen, wie erreicht werden kann, dass Verlader ihre Limits wahrheitsgemäß setzen. Mit Problemen dieser Art beschäftigt sich das *mechanism design*, in dem es darum geht, Agenten durch geeignete "Spielregeln" zu einem gewünschten Verhalten zu motivieren - im vorliegenden Fall also, ein wahrheitsgemäßes Limit abzugeben.²⁶ Ein Satz von Spielregeln (der *Mechanismus*) mit dieser Eigenschaft wird als *anreizkompatibel* bezeichnet. Eine entscheidende Rolle für Anreizkompatibilität spielen die zugrundegelegten Modellannahmen, wie sich am Beispiel von Vickrey-Auktionen zeigen lässt.²⁷ Die fehlende Anreizkompatibilität des Dynamic Alliance Preisteilungsmechanismus begründet sich in der Preisteilungsfunktion der Limits²⁸, wird sich aber erst bei entsprechender Informationslage der Verlader in der Wahl ihrer Strategien äussern - die Strategie des letzten Schusses ist Verladern schliesslich nur dann möglich, wenn sie über genügend Informationen verfügen.

Generell sollte der Entwurf eines Vergabemechanismus das Ziel beinhalten, diesen so einfach wie möglich zu gestalten. Je komplizierter ein Mechanismus, desto schwieriger ist es um dessen Akzeptanz bestellt. Aus einem "Zuviel" an Information resultieren bei Dalli Auktionen strategische Möglichkeiten, die für Einfachheit und damit Akzeptanz des Verfahrens störend sind. Dies führt zu einem einfachen Schluss: Die

²⁴ Vgl. Bretzke/Ploenes/Gesatzki (2001).

²⁵ Vgl. Roth/Ockenfels (forthcoming).

²⁶ Vgl. Myerson (1989).

²⁷ Vgl. Sandholm (1999).

²⁸ Die hier vorgestellte Version der Preisteilung stellt einen Erstpreis-Mechanismus dar. Die Limitfunktionen L2 und L3 lassen sich durch Übergang zu einem Zweitpreis-Mechanismus zwar entkoppeln, wie sich jedoch zeigt, kann Anreizkompatibilität auf diese Weise nicht hergestellt werden. Wir möchten an dieser Stelle Ulrich Schmidt für Anregungen und Diskussionen danken.

Informationspolitik des Marktplatzbetreibers sollte entsprechend restriktiv sein. Haben die Verlader keine Informationen über die eingestellten Aufträge, ist die einzig relevante Information die eigene Vorstellung vom marktüblichen Preis. Dieses reduziert strategische Überlegungen auf ein Minimum. Eine zurückhaltende Informationspolitik stellt damit ein einfaches und wirksames Instrument für praxistaugliche Robustheit dar.²⁹

6 Erweiterungen

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit Modifikationen des vorgestellten Konzepts der Dynamic Alliance Auktionen. Zunächst geht es dabei um die Frage, wie sich Dynamic Alliance Auktionen sinnvoll mit kombinatorischen Auktionen verbinden lassen, dann um eine Ausdehnung der Paketbildung auf komplexe Rundtouren in Fällen, in denen kein Zweier-Paket gebildet werden kann. Beide Erweiterungen zielen damit auf die Effizienz der Auktionen ab.

6.1 Kombinatorische Auktionen in Spotmärkten

In Abschnitt 4.2 wurden kombinatorische Auktionen erörtert. Es zeigte sich, dass kombinatorische Auktionen im Transport-Spotmarkt nicht einsetzbar sind, weil sie Grossaufträge eines Verladers voraussetzen. Im Transport-Spotmarkt hingegen werden typischerweise Einzelaufträge von vielen verschiedenen Verladern eingestellt, die zudem schnell vergeben werden müssen. Infolgedessen sind kombinatorische Gebote wie in Tabelle 2 im Spotmarkt in der Regel nicht möglich. Durch die Zusammenfassung von Aufträgen zu Paketen und die automatisierte Preisteilung ermöglichen Dalli Auktionen nun jedoch die Abgabe solcher Gebote. Dafür ist dann allerdings eine Modifikation der Dalli Auktionen sinnvoll. Diese Modifikation wird im folgenden vorgestellt.

Frachtführer	Hinfahrt Verlader V	Rückfahrt Verlader V'	Gesamtpreis
A	x		430
A		x	220
A	x	x	PP
B		x	PR
B	x	x	650
C	x		PH
C	x	x	600

Tab. 3: Kombinatorische Auktion für Hin- und Rückfahrt.

Tabelle 3 zeigt die abgegebenen Gebote einer kombinatorischen Auktion. Das jeweils beste Gebot für Hinfahrt (Preis PH), Rückfahrt (Preis PR) und für das Paket (Preis PP) ist eingerahmt.

²⁹ Diese Überlegungen werden auch gestützt durch ein an der Universität Kiel durchgeführtes Experiment. In diesem Experiment wurde der Einfluss bestimmter Informationen auf das Verhalten von Teilnehmern an Dalli Auktionen untersucht. Nach ersten Ergebnissen wird ohne Information sehr oft wahrheitsgemäss geboten.

Es lassen sich nun vier Bedingungen feststellen, unter denen eine Paketvergabe mit dem beschriebenen Aufteilungsschlüssel $[L/(L+L'), L'/(L+L')]$ Sinn macht. Zunächst muss der Paketreservationspreis unterboten worden ((1) $P \leq L + L'$) und die Summe der Bestgebote für die Einzelaufträge mindestens genauso gross ist wie das Bestgebot für das Paket sein ((2) $P \leq PH + PR$). Verlader V kann aus einer Vergabe des Pakets nur dann einen Vorteil ziehen, und wenn sein aus der Paketvergabe resultierender anteiliger Preis mindestens genauso gut ist wie der einer Einzelvergabe seines Auftrages ((3) $P \cdot L / (L+L') \leq PH$). Entsprechend profitiert Verlader V' nur dann von einer Paketauktion, wenn (4) $P \cdot L' / (L+L') \leq PR$ gilt. Beides sollte natürlich verlangt werden.

Ein interessanter Fall tritt jedoch auf, wenn (1) und (2) erfüllt sind, (3) oder (4) aber verletzt. Angenommen, (4) wäre verletzt, d.h. Verlader V' wäre durch eine Einzelvergabe besser gestellt. Wie sollte dann verfahren werden?

Für Verlader V muss in dieser Situation (3) erfüllt sein, da sich sonst ein Widerspruch zu (2) ergäbe. Somit hat Verlader V einen Preisvorteil im Fall der Bezuschlagung des Paketgebots, während Verlader V' einen Nachteil erleidet. Eine paketweise Vergabe der Aufträge ist dennoch sinnvoll, wenn der Aufteilungsschlüssel geändert wird und der Preisvorteil, den V realisieren kann, gross genug ist, um den Nachteil von V' zu kompensieren, ohne dass V "draufzahlt". "Draufzahlen" bedeutet, dass Verlader V durch die veränderte Preisteilungsregel schlechter gestellt als bei Einzelvergabe seines Auftrages oder sein Limit überschritten würde. Formal heisst dies, dass das Paketgebot den Zuschlag erhalten sollte, solange $PH \geq P - PR$ und $L \geq P - PR$ erfüllt sind. Die erste Ungleichung gilt nach Voraussetzung (2). Somit stellt die Bedingung $L \geq P - PR$ ein einfaches Kriterium dar, wann ein Paketzuschlag trotz Verletzung von (4) erfolgen sollte. Ist sie erfüllt, kann Verlader V den Preis $P - PR$ übernehmen und trotzdem einen Preisvorteil durch die Paketvergabe verzeichnen, während Verlader V' durch sie nicht mehr benachteiligt wird. Denkbar ist ebenfalls eine Aufteilung des Paketpreises durch den Vektor $P \cdot PH / (PH + PR)$, $(PR / (PH + PR))$. Allerdings ist dieser nur im Fall $L > PH$ mit den Einzellimits konsistent

Für den Einsatz kombinatorischer Auktionen empfiehlt es sich deshalb, die DALLI-Regeln für die Phase der Auftragsvergabe, wie in Kasten 3 beschrieben, abzuändern. Mit dieser Abänderung wird denjenigen Geboten der Zuschlag erteilt, die die grösstmögliche Einsparung seitens der Verlader inklusive Seitenzahlungen erreicht. Frachtführer hingegen profitieren von einer weiteren Flexibilisierung ihrer Gebote.

DALLI 3'. Phase der Auftragsvergabe in kombinatorischen Auktionen

3.a), 3.b) und 3.c): wie in DALLI 3.

3.d') *Zuschlagserteilung für Auftragspakete:* Der Frachtführer mit dem niedrigsten Paketgebot erhält den Zuschlag für das Paket zum Preis seines Gebots, falls er den Paketlimit und die Summe der Bestgebote für die Einzelaufträge unterboten hat, und zusätzlich eine der beiden folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- $L \geq P - PR$
- $L' \geq P - PH$

Wurde das Limit nicht unterboten, erfolgt keine Vergabe des Auftragspakets. Ist in diesem Fall bei einer Paketauktion das Einzellimit eines der beiden Aufträge unterboten worden, so wird dieser Auftrag zum entsprechendem niedrigstem Gebot vergeben. Wurde die Summe der beiden besten Einzelgebote nicht durch ein Paketgebot unterboten, so werden die beiden Aufträge nicht als Paket vergeben, sondern einzeln an die beiden jeweils besten Gebote für die Einzelaufträge.

3.e') *Preisteilung*: Kommt es zu einer paketweisen Vergabe der Aufträge, ergibt sich folgende Preisaufteilung:

- Falls (3) und (4) erfüllt sind, so erfolgt die Preisaufteilung wie in 3.

Falls (3) oder (4) nicht erfüllt sind, so gilt entweder $PH * L / (L + L') > PH$ oder $P * L' / (L + L') > PR$. Im ersten Fall zahlt Verlader V den Betrag PH, während V' den Betrag P - PH übernimmt. Im zweiten Fall zahlt Verlader V den Betrag G - PR, während V' den Betrag PR übernimmt.

Kasten 3: Auftragsvergabe in kombinatorischen Auktionen.

6.2 Komplexe Rundtouren

Mit Hilfe von Dalli Auktionen können zwei passende Transportaufträge für Hin- und Rückfahrt als eine zusammenhängende Rundtour versteigert werden, obwohl die Aufträge von unterschiedlichen Auftraggebern stammen.

Es kann jedoch der Fall eintreten, dass aus Transportaufträgen kein Paket aus Hin- und Rückfahrt gebildet werden kann, andererseits aber ein Paket aus drei oder mehr Aufträgen, die eine Rundtour bilden (Abbildung 5). Sollen Dalli Auktionen auf solche Fälle ausgedehnt werden, so treten neben praktischen Grenzen der Machbarkeit auch theoretische Probleme auf, die gelöst werden müssen. Das Konzept der Aufteilung des Paketpreises kann beibehalten werden: Der Paketpreis wird proportional zum jeweiligen Anteil am Paketlimit unter den Verladern aufgeteilt. Auf den ersten Blick scheint sich dieses zu genügen.

Tatsächlich aber lässt sich die marktgesteuerte Paketbildung nicht ganz so einfach verallgemeinern. Die Grundidee der marktgesteuerten Paketbildung besteht darin, dass allein die Höhe der Limits entscheidet, welche Aufträge, die prinzipiell zusammengeführt werden könnten, auch tatsächlich zusammengeführt werden. Die "Präferenzen" der Aufträge füreinander ist bei je zwei gematchten Aufträgen identisch. Anders bei komplexen Rundtouren: Hier müssen die Präferenzen nicht übereinstimmen.

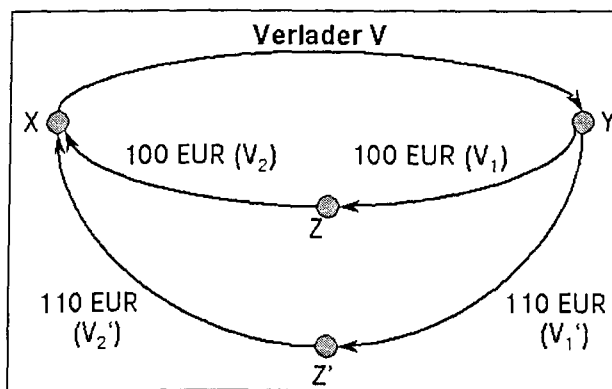


Abb. 11: Problem unterschiedlicher Präferenzen.

Abbildung 12 veranschaulicht das Problem nicht identischer Präferenzen aus der Sicht von Verlader V. Dieser hat den Auftrag von X nach Y eingestellt. Eine passende Rückfahrt für seinen Auftrag existiert nicht, allerdings sind zwei Rundfahrten möglich. Zum einen könnte der Auftrag von V mit den Aufträgen von Verlader V_1 V_2 von Y nach Z beziehungsweise von Z nach X gematcht werden, woraus sich die Rundreise X-Y-Z-X ergäbe (*Rundreise 1*). Zum anderen könnte aber auch ein Matching mit den beiden unteren Aufträgen von V_1' und V_2' erfolgen, so dass sich eine Rundreise über Z' anstelle von Z ergäbe (*Rundreise 2*).

Dalli Auktionen *direkt* zu erweitern bedeutet, die Paketbildung *allein* über die Höhe abgegebener Limits zu steuern. In Abbildung 11 haben V_1' und V_2' jeweils 110 EUR als Limits gesetzt, V_1 und V_2 lediglich 100 EUR. Aus Verlader V's Sicht werden ihm für Rundreise 2 insgesamt 220 EUR als Limit geboten, für Rundreise 1 hingegen nur 200 EUR. Damit würde Rundreise 2 gebildet, bei der sich sein Anteil am Paketpreis sich auf $L/220$ beliefe.

Solange Z und Z' identisch sind, ist gegen dieses Vorgehen nichts einzuwenden. Sobald Z und Z' allerdings nicht identisch sind und sich daraus grosse Längenunterschiede zwischen den Rundreisen ergeben, ist eine Vergleichbarkeit der Limits nicht mehr gegeben: falls Rundreise 2 wesentlich länger ist als Rundreise 1, wird der Paketpreis für Rundreise 1 auch wesentlich höher ausfallen. Damit könnte Verlader V trotz des niedrig eigenen Anteils von $L/200$ am Paketpreis für die Rundreise 1 bessergestellt werden. Insofern ist auch hier eine Analogie zu NASDAQ-Börsen zu ziehen: Dort werden nur Limits für identische Aktien für eine Matching herangezogen, nicht Limits "ähnlicher" Aktien.

7 Anwendungsgebiet Halb- und Teilladungen

Für ein bestimmtes Transportmittel ist eine *Teilladung* ein Transportauftrag, der die Kapazität des Transportmittels nur zum Teil auslastet. Die Kapazität eines Transportmittels ist durch seine Konstruktion vorgegeben und kann (bis auf das Abkoppeln eines Anhängers) nicht verkleinert werden. Demzufolge kann eine geringe Auslastung der verfügbaren Transportkapazität nur dadurch vermieden werden, dass mehrere Teilladungen gleichzeitig mitgeführt werden. Dies gelingt aber nur selten. Unvollständig ausgenutzte Kapazitäten durch Teilladungen stellen neben Leerfahrten ebenfalls ein wichtiges Problem der heutigen Transportwirtschaft dar.

Nimmt ein Frachtführer an einer konventionellen Frachtauktion einer Teilladung teil, ist ihm die Kalkulationsgrundlage seines Gebots auch dann unbekannt, wenn er bereits einen Auftrag für die komplementäre Strecke sicher hat: er weiß nicht, ob er die verbleibende Kapazität seines Transportmittels auf der betreffenden Transportstrecke mit einer weiteren Teilladung auslasten können wird oder nicht. Teilladungen stellen also für konventionelle Frachtauktionen ein ähnliches Problem dar wie leere Hin- und Rückfahrten.

Dalli Auktionen lösen dieses Problem konventioneller Frachtauktionen für Halbladungen ohne jede weitere Modifizierung. Ähnlich wie Hin- und Rückfahrten können auch passende Halbladungen zusammengefaßt und als Paket versteigert werden. Lediglich die Kriterien für die Komplementarität von Aufträgen müssen entsprechend angepaßt werden: Ladestelle, Bestimmungsort, Abhol- und Anliefertermin, Güterart, sowie Qualitätsanforderung der Halbladungen müssen möglichst gut übereinstimmen.

Am prinzipiellen Vorgehen ändert sich jedoch nichts, denn die marktgesteuerte Paketbildung kann wie bei Hin- und Rückfahrten durchgeführt werden: Zuerst wird die Halbladung mit dem höchsten Limit mit derjenigen Halbladung zusammengeführt, die unter allen komplementären Halbladungen das höchste Limit hat.

Analog zum vorigen Abschnitt lässt sich das Verfahren auch auf Drittel-, Viertel oder beliebige Teilladungen erweitern, doch wie zuvor sind hierbei ebenfalls grundlegende Anpassungen nötig.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Auf elektronischen Transportmarktplätzen werden verstärkt Auktionen zur Vergabe von Frachtaufträgen eingesetzt, insbesondere im Spotgeschäft. Dieser ist durch überwiegende Vergabe von Einzelaufträgen gekennzeichnet, die von vielen verschiedenen Verladern stammen und schnell vergeben werden sollen. Bei den durchgeführten Auktionen handelt es sich typischerweise um Standard-Auktionen, wie sie aus dem Handel mit Antiquitäten bekannt sind. Den Besonderheiten des Transportmarktes werden diese allerdings nicht gerecht, weil sie keine möglichen Synergien zwischen den eingestellten Transportaufträgen berücksichtigen. Demgegenüber lassen kombinatorische Auktionen zwar Synergien zu und stellen für den Kontraktmarkt eine geeignete Auktionsform dar, sind für den Spotmarkt jedoch ungeeignet, weil ihre Benutzung voraussetzt, dass alle Aufträge von einem einzigen Auftraggeber stammen.

In diesem Artikel wurde ein neues Verfahren vorgestellt, das Synergien zwischen bestimmten Aufträgen ausnutzt *und* im Spotmarkt verwendet werden kann: die *Dynamic Alliance Auction* (*Dalli Auktion*). Dalli Auktionen stellen eine Zusatzdienstleistung für Internet-basierte Transportmarktplätze dar, durch die je zwei Aufträge für passende Hin- und Rückfahrt zu einem Paket zusammengefasst und als solches verauktioniert werden. Preisliche Limits der Verloader spielen die entscheidende Rolle bei der Paketbildung und der notwendigen Aufteilung des Paketpreises. Bei zurückhaltender Informationspolitik des Marktplatzbetreibers ist das Verfahren einfach, fair und robust.

Dynamic Alliance Auktionen sind bereits als webbasierter Prototyp bei der DaimlerChrysler AG implementiert und experimentell getestet worden. Die Ergebnisse der experimentellen Studie werden in einem Folgepapier veröffentlicht. Das Verfahren soll 2002 als Bestandteil des elektronischen Mercedes-Benz-Transportmarktplatzes, der für das Nutzfahrzeug-Dienste-Portal Fleetboard (Mercedes Benz) aufgebaut wird, kommerziell eingesetzt werden.

Linkliste

Benelog:	http://www.benelog.com , Abruf am 2001-11-02.
EBay:	http://www.ebay.com , Abruf am 2001-10-04.
ESnipe:	http://www.esnipe.com , Abruf am 2001-10-04.
Eulox:	http://www.eulox.net , Abruf am 2001-07-01.
Fairmarket:	http://www.fairmarket.com , Abruf am 2001-11-01.
Teleroute:	http://www.teleroute.de , Abruf am 2001-11-02
Frachten Universität Bremen:	http://www.frachteninfo.uni-bremen.de , Abruf am 2001-10-04.

Literatur

- Bretzke, Wolfgang / Ploenes, Patrick / Gesatzki, Roman (2001): Die 'dot.com'-Welle in der Transport-industrie. Eine Studie der KPMG Consulting über Transportmarktplätze.
http://www.kpmg.de/library/surveys/satellit/studie_transportation.pdf, Abruf am 2002-05-23.
- Büllingen, Franz (1994): Probleme der Verkehrsentwicklung und Kooperation im Straßengütertransport – Zur Bedeutung elektronischer Fracht- und Laderaumausgleichssysteme. Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste, Diskussionsbeitrag 122.
- Caplice, C. G. (1996): An Optimization Based Bidding Process: A New Framework for Shipper-Carrier Relationships, PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Fischer, Klaus / Russ, Christian / Vierke, Gero (1998): Decision Theory and Coordination in Multiagent Systems, Research Report RR-98-02, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz.
- Holler, Manfred / Illing, Gerhard (1996): Einführung in die Spieltheorie. Springer-Verlag.
- Ihde, Tobias (2002): Internet-based Transportation Marketplaces: A Critical Analysis. Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, Nr. 562.
- Kalai, Ehud (1977): Nonsymmetric Nash Solutions and Replication of 2-Person Bargaining. In: International Journal of Game Theory (6): S.129-133,
- Kalai, Ehud / Smorodinsky, Meir (1975): Other Solutions to Nash's Bargaining Problem. In: Econometrica (43): S. 1623-1630.
- Ledyard, John O. et al (2000): The first use of a combined value auction for transportation services.
<http://www.hss.caltech.edu/~jledyard/wp1093.pdf>, Abruf am 2001-11-01.
- Meier, Victor S.(2001): Anforderungen an Logistikmarktplätze.
<http://www.mylogistics.net/de/news/themen/key/news15779/jsp>, Abruf am 2002-05-23.
- Myerson, Roger B. (1989): Mechanism Design. In: Eatwell, J.; Milgate, M.; Newman, P. (Hrsg.): Allocation, Information and Markets. Macmillan, S. 191-206.
- Nash, John (1950): The bargaining problem. In: Econometrica 28: S. 155-162.
- Nydegger, Rudy / Owen, Guillermo (1975): Two-Person Bargaining: An Experimental Test of Nash Axioms. In: International Journal of Game Theory (3): S.239-249.
- Roth, Al / Ockenfels, Axel: Last-Minute Bidding and the Rules for Ending Second-Price Auctions: Evidence from eBay and Amazon Auctions on the Internet. In: American Economic Review (forthcoming).
- Roth, Al (1979): Axiomatic Models of Bargaining. Springer- Verlag.
- Rubinstein, Ariel / Osborne, Martin J. (1990): Bargaining and Markets. Academic Press.
- Sandholm, Tuomas W. (1999): Distributed Rational Decision Making. In: Weiss, G. (Hrsg.): Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. MIT Press.
- The Economist (2000): The Container Case. In: The Economist, 21. Oktober 2000.
- Varian, Hal R. (2000): In: The New York Times, Dec 12th, 2000.
- de Vries, Sven / Vohra, Rakesh (2001): Combinatorial Auctions: A Survey. <http://www-lit.ma.tum.de/veroeff/quel/019.90003.pdf>, Abruf am 2001-11-01.