

Reihe: Telekommunikation @ Mediendienste · Band 16

Herausgegeben von Prof. Dr. Dr. h. c. Norbert Szyperski, Köln, Prof. Dr. Udo Winand, Kassel, Prof. Dr. Dietrich Seibt, Köln, Prof. Dr. Rainer Kuhlen, Konstanz, Dr. Rudolf Pospischil, Brüssel, Prof. Dr. Claudia Löbbecke, Köln, und Prof. Dr. Christoph Zacharias, Köln

PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelien
Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Meißner (Hrsg.)

Virtuelle Organisation und Neue Medien 2004

Workshop GeNeMe2004
Gemeinschaften in Neuen Medien

TU Dresden, 7. und 8. Oktober 2004



Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

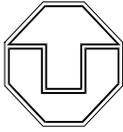
ISBN 3-89936-272-1
1. Auflage September 2004

© JOSEF EUL VERLAG GmbH, Lohmar – Köln, 2004
Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany
Druck: RSP Köln

JOSEF EUL VERLAG GmbH
Brandsberg 6
53797 Lohmar
Tel.: 0 22 05 / 90 10 6-6
Fax: 0 22 05 / 90 10 6-88
E-Mail: info@eul-verlag.de
<http://www.eul-verlag.de>

Bei der Herstellung unserer Bücher möchten wir die Umwelt schonen. Dieses Buch ist daher auf säurefreiem, 100% chlorfrei gebleichtem, alterungsbeständigem Papier nach DIN 6738 gedruckt.



Technische Universität Dresden - Fakultät Informatik
Privat-Dozentur Angewandte Informatik, Professur Multimediatechnik

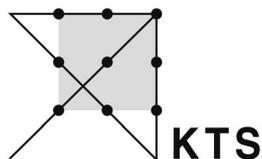
PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelen
Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Meißner
(Hrsg.)



an der
Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden

in Zusammenarbeit mit der
Gesellschaft für Informatik e.V.
GI-Regionalgruppe Dresden

gefördert von der Klaus Tschira Stiftung



KLAUS TSCHIRA STIFTUNG
GEMEINNÜTZIGE GMBH

am 07. und 08. Oktober 2004 in Dresden

www.geneme.pdai.de

geneme@pdai.de

A.2 Ein Gewinnverteilungsmodell für hierarchielose Produktionsnetze unter Berücksichtigung des Verhaltens der Akteure mit dem Ziel der Nutzenmaximierung für das gesamte Netzwerk

Hendrik Jähn¹, Marco Fischer¹, Tobias Teich²

¹ Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

² Westsächsische Hochschule Zwickau, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

1. Motivation

Der kontinuierliche Entwicklungsprozess der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) bietet in rascher Folge immer wieder neue Handlungsalternativen für die Unternehmen. Als ein Resultat dieser Entwicklung ist der inzwischen hohe Grad der Globalisierung der Wirtschaft zu interpretieren. Derartige Veränderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zwingen insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zu Überlegungen, wie mit dieser Entwicklung mitgehalten werden kann. Durch die i.d.R. sehr begrenzten finanziellen Möglichkeiten, einer tendenziell schlechteren Infrastruktur sowie die Beschränkung auf nur wenige Kernkompetenzen haben viele KMU Schwierigkeiten, mit den großen Konzernen zu konkurrieren. Aus diesem Grund gilt es, dass KMU auf ihre spezifischen Stärken wie schnelle Reaktionsfähigkeit und schlanke Organisationsstruktur setzen. Daher entscheiden sich zahlreiche KMU für eine Teilnahme in Netzwerken. Das Ziel derartiger unternehmensübergreifender Wertschöpfungsverbünde besteht in der Herstellung weltweit konkurrenzfähiger Produkte durch intensive kompetenzorientierte Kooperation. Dieser Ansatz wurde in der Realität bereits in zahlreichen Fällen verwirklicht.

Neben dieser praxisorientierten Sicht stellen Netzwerke (und insbesondere Produktionsnetzwerke) auch ein interessantes und vielschichtiges Forschungsgebiet dar. Diesbezügliche Arbeiten konzentrieren sich entweder auf einzelne Teilbereiche wie zum Beispiel Organisation, Recht, Technik, Logistik oder Controlling oder aber stellen eine umfassende generelle Konzeption in den Mittelpunkt der Betrachtungen.

Vorliegender Beitrag stellt einführend für ein theoretisch fundiertes Basiskonzept das Modell des „Hierarchielosen Regionalen Produktionsnetzes“ sowie das dafür entwickelte Betreiberkonzept „Extended Value Chain Management“ (EVCM) vor. Auf der Basis dieses Ansatzes erfolgt die konzeptionelle Beschreibung eines geeigneten Gewinnverteilungsmodells unter Berücksichtigung von Anreiz- und Sanktionsmechanismen für die Netzwerkteilnehmer. Als Hauptziel wird in diesem

Zusammenhang die Maximierung des Nutzens für das gesamte Produktionsnetz formuliert.

2. Hierarchielose regionale Produktionsnetzwerke

2.1 Der Forschungsansatz

Hierarchielose regionale Produktionsnetze stehen im Mittelpunkt der Forschungstätigkeit des Sonderforschungsbereiches 457, welcher an der Technischen Universität Chemnitz eingerichtet ist [1]. Hierbei wird von verschiedenen Fakultäten an einem umfassenden Konzept für die Realisierung einer Vision der Produktion von Gütern in weitestgehend hierarchielos vernetzten Produktionsstrukturen gearbeitet. Die Grundlage der Wertschöpfung stellen hierbei sehr kleine eigenständige Leistungseinheiten einer bestimmten Region dar, die in diesem Kontext als Kompetenzzellen (KPZ) [2] bezeichnet werden. Alle KPZ, die potenziell für einen Wertschöpfungsprozess zur Auswahl stehen, sind auf regionaler Ebene mental und strukturell in einem sog. Ressourcenpool vereinigt. Aus diesem losen Verbund werden auftragsspezifisch für jeden Kundenauftrag geeignete Produktionsnetze generiert. Dafür müssen KPZ mit den für einen bestimmten Wertschöpfungsprozess geforderten Kompetenzen über einen geeigneten Mechanismus aus dem Ressourcenpool selektiert werden. Die KPZ im Ressourcenpool konkurrieren hierbei untereinander. Durch weitestgehend automatisierte Betreibungs- und Koordinierungsstrukturen wird die Gleichberechtigung aller KPZ sowohl bei der Auswahl als auch während der Durchführung des Wertschöpfungsprozesses angestrebt. Die ausgewählten KPZ bilden schließlich ein auftragsspezifisch konfiguriertes Produktionsnetz mit allen für den Produktionsprozess erforderlichen Kompetenzen.

Eine Besonderheit dieses Ansatzes stellt die Forderung nach Hierarchielosigkeit dar. Ein Großteil aller derzeitigen Kooperationsformen in Form von Netzwerken verfügt über ein fokales Unternehmen, welches die Kooperation sowohl technisch-organisatorisch als auch wirtschaftlich dominert. Diese Form von institutionalisierter Hierarchie behindert jedoch die Zielstellung nach hoher Flexibilität und fehlenden Markteintrittsbarrieren. Aus diesem Grund erscheint es notwendig, die Forschungsanstrengungen gezielt auf hierarchielose bzw. hierarchiearme vernetzte Produktionsstrukturen zu fokussieren [3]. In diesem Zusammenhang sei hervorgehoben, dass sich der Anspruch der Hierarchielosigkeit bzw. Hierarchiearmut in diesem Beitrag auf den Verzicht von institutionalisierter Hierarchie bzw. Koordination bezieht. Die Hierarchie, die zwangsläufig aus der Koordination von (Netzwerk-)kooperationen resultiert [4], sei an dieser Stelle unbestritten. Aus dieser Perspektive ergibt sich die

Maßgabe einer strikten Unterscheidung zwischen Hierarchielosigkeit bzgl. Funktion bzw. Prozess und trägerbezogener Hierarchielosigkeit.

Aus organisationstheoretischer Perspektive wird verbreitet die Auffassung vertreten, dass das organisatorische Spektrum durch die beiden Extrempole Markt und Hierarchie begrenzt ist [5]. Innerhalb dieses Spektrums existieren eine Reihe intermediärer Koordinationsstrukturen [6], wozu auch Produktionsnetzwerke zu zählen sind. Das Anliegen der Arbeiten zum SFB 457 besteht in der Entwicklung eines Netzwerktypus, welcher möglichst nahe am Markt platziert ist, folglich also überwiegend kompetitive Koordinationsmuster aufweist. Insofern kann in diesem Zusammenhang auch von extrem hierarchiearmen Netzwerken gesprochen werden.

2.2 Das Betreibermodell EVCM

Für das Betreiben und die Koordination von hierarchielosen regionalen Produktionsnetzwerken wurde das Netzwerkmanagementkonzept „Extended Value Chain Management“ (EVCM) entwickelt [7]. Dieses Konzept arbeitet so weit wie möglich automatisiert und ermöglicht daher tendenziell einen Verzicht auf institutionalisierte Koordination bzw. Hierarchie durch eine „schlanke“ Organisationsstruktur des Netzwerkes. EVCM stellt u.a. ein Modell zur Verfügung, welches die typischen Phasen des Lebenszyklusses eines regionalen hierarchielosen Produktionsnetzwerkes beschreibt und inhaltlich ausfüllt.

Den Ausgangspunkt der Ablauforganisation des EVCM stellt eine konkrete Kundenanfrage dar. In einem ersten Schritt gilt es, für den geforderten Wertschöpfungsprozess die geeigneten KPZ zu finden. Hierzu erfolgt die Dekomposition des Wertschöpfungsprozesses in einzelne Schritte [8]. Für jeden dieser Prozessschritte muss (mindestens) eine geeignete KPZ aus dem Ressourcenpool gefunden werden. Hierzu werden KPZ mit geeigneten Kompetenzen seitens des EVCM angefragt. Verfügen die angefragten KPZ noch über freie Ressourcen, so erstellen sie entsprechende Angebote. Die Auslastungssituation der angefragten KPZ wird dabei bereits berücksichtigt. Ist noch eine weitere Detaillierung der angefragten Leistung möglich, werden Unteranfragen ausgelöst. Diese Vorgehensweise wird als Aus- und Einrollen bezeichnet [9]. Als Zwischenergebnis ergeben sich im Idealfall mehrere Netzkonfigurationen. Für die Auswahl der n besten Alternativen unter Berücksichtigung der Kundenpräferenzen wird eine Kombination von Ant Colony Optimization (ACO) und Analytic Hierarchy Process (AHP) [8] vorgeschlagen. Durch Aggregation der Einzelangebote der angefragten und leistungsfähigen KPZ ergeben sich mehrere Angebote, die durch die Parameter Preis und Liefertermin definiert sind.

Im nächsten Schritt erfolgt die Einbeziehung von Soft-facts, d.h. weichen Informationen, die üblicherweise in nicht quantifizierter Form vorliegen. Nachfolgend wird diejenige Netzwerkkonfiguration ausgewählt, die aus sozialwissenschaftlicher Perspektive die größte Eignung aufweist. Diese Vorgehensweise wird durch eine Kombination der Repertory Grid-Methodik mit der Polyedralen Analyse realisiert [10]. Die unter diesem Aspekt bevorzugte Netzwerkkonfiguration aus KPZ ist in der Lage, dem Kunden über das EVCM ein konkretes Angebot bestehend aus den Angaben zu Preis und Liefertermin zu erstellen. Weitere variable Leistungsparameter werden als Fixum angenommen. Hierzu sind beispielsweise die technische Spezifikation sowie die Qualität des angefragten Produktes zu zählen, welche im Vorfeld bereits bei der Produktentwicklung mit dem Kunden abgestimmt wurde.

Durch diese Vorgehensweise erstellt das EVCM möglichst kundengerechte Angebote. Dennoch können unter Umständen Nachverhandlungen erforderlich sein. Für diesen Fall stellt das EVCM ein regelbasiertes Verhandlungskonzept zur systematischen Suche geeigneter Alternativen zur Verfügung. Nach der endgültigen Entscheidung für eine Netzwerkkonfiguration erfolgt die Auftragsfreigabe mit sich anschließendem Wertschöpfungsprozess. Während dieses Wertschöpfungsprozesses erfolgt ein permanentes Monitoring. Nach Beendigung des Netzwerkbetriebes findet eine Bewertung der Kooperation statt. Dabei werden die geplanten mit den realisierten Lieferparametern verglichen. Außerdem wird die Gewinnverteilung durchgeführt, wobei entsprechende Anreiz- und Sanktionsmechanismen integriert sind (vgl. Kapitel 3). Nach Abschluss des Wertschöpfungsprozesses löst sich das Produktionsnetz auf.

2.3 Das Konzept FRIDA

Als theoretischer Forschungsansatz für die Bearbeitung der Gewinnverteilungsproblematik in Produktionsnetzen dient die Neue Institutionelle Ökonomik (NIÖ). Das Fundament dieses Ansatzes besteht aus drei Basisannahmen für das Verhalten von Akteuren bei wirtschaftlicher Interaktion: begrenzte Rationalität, individuelle Nutzenmaximierung und opportunistisches Verhalten [11], wobei die letzten beiden Annahmen in Wechselwirkung miteinander stehen. Die NIÖ vereinigt die Einzelansätze Public Choice, Transaktionskostentheorie, Theorie der Verfügungsrechte und die Prinzipal-Agenten-Theorie (PAT) [12], wovon letztgenannter Ansatz von besonderer Relevanz im Zusammenhang mit hierarchielosen Produktionsnetzen ist.

Bei der PAT werden Kooperationen aus vertraglicher Sichtweise betrachtet. So existiert auf der einen Seite der Auftraggeber (Prinzipal). Diese Rolle wird in vorliegendem Fall vom EVCM übernommen. Auf der anderen Seite agieren ein oder mehrere Auftragnehmer, welche als Agenten bezeichnet werden. Diese Rolle übernehmen die

KPZ. Es wird im Rahmen der Modellierung davon ausgegangen, dass zwischen beiden Akteursgruppen ein unterschiedlicher Informationsstand (asymmetrische Informationsverteilung) vorliegt. Der Prinzipal ist hierbei in der Regel schlechter informiert als der Agent. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass die KPZ eine Arbeitsanstrengung in dem Ausmaß anstreben, bei der ihr individueller Nutzen maximiert wird. In der Regel entspricht dieses individuelle Nutzenmaximum jedoch nicht dem Nutzenmaximum des gesamten Netzwerkes. Mit dem Ziel der Erreichung eines hohen Kundenzufriedenheitsgrades in Verbindung mit der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von hierarchielosen regionalen Produktionsnetzen ist jedoch das Ziel der Nutzenmaximierung für das gesamte Netzwerk in den Mittelpunkt des Interesses zu stellen. Zur Sicherung dieses Vorhabens und damit einhergehend zur Reduzierung der Tendenzen zu netzwerkschädigendem weil eigennützigem Verhalten der KPZ sind geeignete Maßnahmen in das Netzwerkmanagement einzubetten. Hierzu gehören zum Einen Maßnahmen der Interessenangleichung und zum Anderen Ansätze zur Reduzierung von Informationsasymmetrien [11]. Interessenangleichung kann durch Anreizsysteme erreicht werden, welche hauptsächlich von finanzieller Natur sind. Eine Verringerung von Informationsasymmetrien kann durch geeignete Monitoring-Instrumente wie z.B. Planungs- und Kontrollsysteme erzielt werden. Hierzu gehören auch Sanktionsmechanismen.

Das „Framework for the Reduction of Information Distributed Asymmetrically“ (FRIDA) vereinigt Ansätze zur Vermeidung, Verringerung und Beseitigung von Informationsasymmetrien in hierarchielosen regionalen Produktionsnetzen sowohl vor als auch nach Vertragsabschluss. So sind neben Anreiz- und Sanktionsmechanismen auch Signalling-, Screening- und Self-Selection-Ansätze zu bearbeiten. Die Bearbeitung dieses Bereiches der Existenz von Informationsasymmetrien vor Vertragsabschluss ist jedoch erst in der Zukunft geplant.

Vorliegender Beitrag stellt auf der Basis einer grundlegenden Konzeption für die Gewinnverteilung in hierarchielosen regionalen Produktionsnetzen jeweils ein Beispiel für einen Anreizmechanismus und einen Sanktionsmechanismus vor. Beide Ansätze sind finanziell und damit quantitativ orientiert.

3. Gewinnverteilung bei Nutzenmaximierung

3.1 Annahmen und Einordnung des Modells

Während die Attraktivität von Produktionsnetzwerken insbesondere für KMU beständig gestiegen ist und im Gleichschritt mit dieser Entwicklung auch das Interesse zur Beforschung dieses Themenkreises rasant zugenommen hat, existieren dennoch

Problematiken, die bislang nur unzureichend bearbeitet wurden. Hierzu ist auch die Vorgehensweise zur Verteilung von Gewinnen in Produktionsnetzen zu zählen.

In der Praxis haben sich zahlreiche strategische Netzwerke formiert, aus denen auftragsspezifisch konfigurierte virtuelle Unternehmen hervorgehen. Im Regelfall erfolgt die Gewinnverteilung in diesen Fällen nach Beendigung des Wertschöpfungsprozesses durch Begleichung der Rechnung. Dabei ist davon auszugehen, dass die Unternehmen ihren Gewinnanteil jeweils bereits bei der Angebots- bzw. Rechnungserstellung einkalkuliert haben. Das in diesem Beitrag vorgestellte Modell zur Verteilung von Gewinnen basiert jedoch auf einem Ansatz, der sich von denen, die in der Praxis Anwendung finden, unterscheidet.

Die Grundlage stellt ein Basisgewinnverteilungsmodell (vgl. Abschnitt 3.2) dar. Darauf aufbauend finden finanziell orientierte Anreiz- und Sanktionsmechanismen (vgl. Abschnitt 3.3 und 3.4) Berücksichtigung. Derartige Instrumente erscheinen notwendig, um das Gesamtziel „Nutzenmaximierung des gesamten Netzwerkes“ zu erreichen.

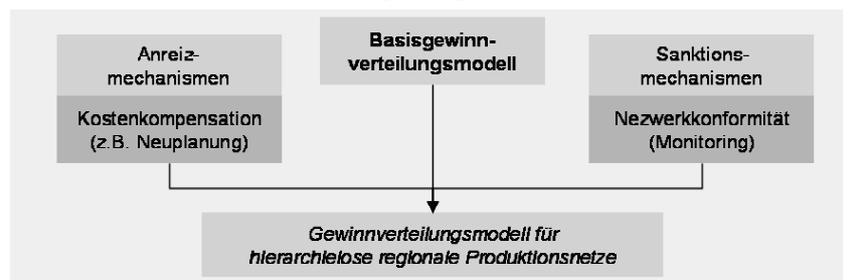


Abbildung 1: Zusammenspiel der Komponenten des Modells

Abbildung 1 illustriert das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten des Gewinnverteilungsmodells für hierarchielose Produktionsnetze im Rahmen von EVCM und FRIDA.

3.2 Ansatz zur Gewinnverteilung in Produktionsnetzwerken

3.2.1 Theoretische Aspekte

Als Ausgangspunkt sei angenommen, dass ein Kunde dem hierarchielosen regionalen Produktionsnetz einen Auftrag für die Herstellung eines Produktes mit festgelegter Qualität, Preis und Liefertermin erteilt hat. Auch wird davon ausgegangen, dass alle Kompetenzen, die zur Herstellung dieses Produktes notwendig sind, von KPZ im Netzwerk zur Verfügung gestellt werden können. Nach Beendigung des Wertschöpfungsprozesses und der Auslieferung des Endproduktes erfolgt die Verteilung des erzielten Profits an alle am Wertschöpfungsprozess beteiligten KPZ. An dieser Stelle setzt das Gewinnverteilungsmodell für hierarchielose regionale Produktionsnetze an.

Um dem tendenziellen Streben einzelner KPZ nach individueller Nutzen-, d.h. Gewinnmaximierung u.U. durch opportunistisches Verhalten möglichst wenig Freiraum zu gewähren, wird eine zentrale Gewinnverteilung im Netzwerk angestrebt. Diese Aufgabe übernimmt das EVCM. Als automatisiertes Managementkonzept mit entsprechend implementierten Mechanismen zur Wahrung von Neutralität und Gleichbehandlung aller Netzwerkteilnehmer verfügt es gleichfalls auch über alle notwendigen Daten für die Gewinnverteilung. Aus diesem Grund ist es nicht vorgesehen, dass einzelne KPZ bei der Angebotserstellung individuelle Gewinne in den Angebotspreis einkalkulieren. Die angestrebte netzinterne Konkurrenzsituation verhindert derartige Bestrebungen, da ein günstiger Preis die Auswahlchancen einer KPZ erhöht. Auf diese Art und Weise wird ein niedriger Preis garantiert.

3.2.2 Mathematische Modellierung

Der Angebotspreis p einer KPZ i enthält nur die Kosten für die Wertschöpfung. Die Summe aller Angebotspreise $\sum p_i$ ergibt den Nettoangebotspreis P_{netto} . EVCM addiert einen Netzgewinn G hinzu, der entweder ein Fixum darstellt oder aber sich prozentual am Nettoangebotspreis orientiert. Die Summe aus Nettoangebotspreis und Gewinn ergibt den Bruttoangebotspreis P_{brutto} und gleichzeitig den Betrag, den der Kunde an das Netzwerk zu zahlen hat. Formel (1) fasst diese Zusammenhänge zusammen.

$$P_{Brutto} = \sum_{i=1}^n p_i + G \quad (1)$$

Der Gewinn G ist im Anschluss an den Wertschöpfungsprozess an die beteiligten KPZ zu verteilen. Ein eventuell zu berücksichtigender Anteil des EVCM am Gewinn zur Deckung der administrativen Kosten wird an dieser Stelle vernachlässigt.

Für das Basismodell der Gewinnverteilung in Netzwerken erscheint eine Aufteilung in einen fixen und einen variablen Teil ($g_{i,fix}$ und $g_{i,var}$) für jede KPZ i plausibel, da sich eine derartige Aufteilung bereits in der Kostenrechnung als sinnvoll erwiesen hat. Der Parameter zur Aufteilung wird als α gekennzeichnet, wobei $\alpha \in [0, 1]$. Dabei bezeichnet α den fixen Anteil am Gewinn. Dementsprechend beträgt der variable Teil am Gewinn $(1-\alpha)$. Die Bestimmung des Parameters α hängt von diversen Einflussgrößen wie z.B. durchschnittlicher Fixkostenanteil der KPZ im Netzwerk oder Grad der Erfolgsbeteiligung ab und soll an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

Wird von einer Gesamtzahl von n KPZ im Produktionsnetz ausgegangen, die an einem bestimmten Wertschöpfungsprozess beteiligt war, ergibt sich ein fixer Gewinnanteil $g_{i,fix}$, der für alle KPZ gleich groß ist. Der variable Teil $g_{i,var}$ wird in Abhängigkeit des Anteils an der Wertschöpfung berechnet. Somit erfolgt eine Orientierung am jeweiligen Angebotspreis p_i . Da ein niedriger Angebotspreis die Wahrscheinlichkeit der Teilnahme

am Netzwerk erhöht, wird vermieden, dass sich einzelne KPZ einen zu hohen Anteil am Gewinn sichern können. Formel (2) repräsentiert die grundlegende Berechnungsformel für den Gewinnanteil g jeder KPZ i .

$$g_i = \alpha \cdot \frac{G}{n} + (1 - \alpha) \cdot \frac{G \cdot p_i}{P_{netto}} \quad (2)$$

Im nächsten Schritt erfolgt hierauf aufbauend die Modellierung eines Anreizmechanismus sowie eines Sanktionsmechanismus für KPZ zum Zwecke der Maximierung des Netzwerknutzens.

3.3 Anreizmechanismen für eine Netzwerkteilnahme

3.3.1 Theoretische Aspekte

Gemäß der Annahme der individuellen Nutzenmaximierung ist davon auszugehen, dass von Seiten einzelner KPZ Bestrebungen zur Maximierung des eigenen Profits vorliegen. So kann der Verzicht der Teilnahme an einem Wertschöpfungsprozess im Einzelfall für eine KPZ die beste Alternative darstellen, nicht jedoch zwangsläufig für das gesamte Netzwerk. Dies wäre bspw. dann der Fall, wenn eine Kompetenz bzw. KPZ noch in der Wertschöpfungskette fehlt, um ein Angebot abgeben zu können. In einem derartigen Fall sind der einen fehlenden KPZ geeignete Anreize für die Teilnahme im Netzwerk zu gewähren. Da ein zu geringer Preis aus Gründen der Angebotsgestaltung als Ursache für die Nichtteilnahme wegfällt, vgl. Formel (1), müssen andere Gründe vorliegen. Denkbar wären bspw. fehlende Produktionskapazitäten, fehlendes Personal oder Desinteresse. Im nachfolgenden Abschnitt wird exemplarisch die erste Ursache näher betrachtet. In diesem Fall wären die zusätzlichen Kosten für ein Rescheduling der betroffenen KPZ zu kompensieren. Dies ist Inhalt des nachfolgenden Modells.

3.3.2 Mathematische Modellierung

Es sei davon ausgegangen, dass einer KPZ i Kosten in Höhe von $c_{R,i}$ beim Rescheduling entstehen. Dieser Betrag ist zu kompensieren, wobei auch die betroffene KPZ einen Eigenanteil zu leisten hat. Dies wird damit begründet, dass dieser KPZ ebenfalls ein anteiliger Gewinn zusteht, den diese sonst nicht erzielen würde. Da das Modell gleichfalls auch für den Fall gültig ist, dass mehrere, maximal jedoch $n-1$, KPZ Kompensationsansprüche anmelden, gilt für die Berechnung des gesamten Kompensationsbetrages C_R die allgemeine Gleichung (3):

$$C_R = \sum_{i=1}^n c_{R,i} \quad (3)$$

Dieser Kompensationsbetrag muss nun auf alle an der Wertschöpfung beteiligten KPZ aufgeteilt werden. Hier bieten sich zahlreiche Varianten an. In diesem Fall wird eine Aufteilung entsprechend der Gewinnanteile bevorzugt. Dies wird mit dem unterschiedlichen Anteil an der Wertschöpfung der einzelnen KPZ begründet. Der Kompensationsanteil, den jede KPZ übernehmen muss, wird mit $c_{c,i}$ bezeichnet. Formel (4) zeigt die Berechnungsvorschrift.

$$c_{c,i} = C_R \cdot \frac{g_i}{G} \quad (4)$$

Dieser Kompensationsanteil $c_{c,i}$ jeder KPZ ist vom ursprünglichen Gewinnanteil g_i zu subtrahieren. Es ergibt sich der verbleibende Gewinn w_i .

An dieser Stelle muss eine Prüfung des Nutzens für die Annahme des Auftrages erfolgen. So lange die Summe der Kompensationszahlungen C_R kleiner als der Gewinn G ist, liegt positiver Nutzen vor, da Profit erzielt wird. In diesem Fall wäre der Gesamtrestgewinn W positiv und dieses Ergebnis ist mit einem höheren Nutzen zu bewerten als die Ablehnung des Auftrages, was einen Gewinn von Null zur Folge hätte, vgl. hierzu die Gleichungen (5) und (6).

$$W = \sum_{i=1}^n w_i \quad (5)$$

$$W > 0 \quad \text{wenn} \quad C_R < G \quad (6)$$

Für den Fall, dass mehrere KPZ Kompensationszahlungen zu erhalten haben, ist eine differenziertere Betrachtung erforderlich. So kann der Fall auftreten, dass ein einzelner Auftrag unverhältnismäßig hohe Kompensationsforderungen nach sich zieht und die Annahme nicht zu befürworten wäre. Daher ist für jeden Auftrag eine eigenständige Betrachtung notwendig.

Abschließend soll eine zusammenfassende Formel für Netzwerke unter Beachtung von Kompensationszahlungen vorgestellt werden. Hierzu wird die grundlegende Gewinnverteilungsformel (2) in die Formel für die Quantifizierung der Kompensationszahlungen (4) eingesetzt. Es ergibt sich $c_{c,i}$ nach Gleichung (7).

$$c_{c,i} = \frac{C_R}{G} \cdot \left(\alpha \cdot \frac{G}{n} + (1-\alpha) \cdot \frac{G \cdot p_i}{P_{netto}} \right) \quad (7)$$

Durch Umstellen kann auf direktem Weg der jeweilige verbleibende Gewinnanteil w_i jeder KPZ ermittelt werden. In Gleichung (8) wird die diesbezügliche Berechnungsvorschrift formuliert.

$$w_i = 1 - \frac{C_R}{G} \cdot \left(\alpha \cdot \frac{G}{n} + (1-\alpha) \cdot \frac{G \cdot p_i}{P_{netto}} \right) \quad (8)$$

Aus Formel (8) wird deutlich, dass $1 - C_R/G > 0$ bzw. $C_R/G < 1$ bzw. $C_R < G$ gelten muss, um einen positiven Restgewinn w_i zu erzielen. Für den Fall, dass $C_R = G$, ergibt

sich weder Gewinn, noch Verlust. In diesem Fall ist die Annahme des Auftrages von der Möglichkeit der Deckung der variablen Kosten als kurzfristige Preisuntergrenze abhängig zu machen.

Zusammenfassend zeigt Gleichung (9) die möglichen Zahlungsströme der in einem dynamischen Netzwerk agierenden KPZ. Dieser Zahlungsendbetrag wird durch z_i repräsentiert.

$$z_i = p_i + g_i + a_i \quad (9)$$

Alle KPZ erhalten aus dem Wertschöpfungsprozess einen Betrag z_i , bestehend aus der Summe des Angebotspreises p_i , des Gewinnanteils g_i und des Anreizbetrages a_i . Der Wert für a_i ergibt sich durch Subtraktion des eigenen Anteiles am Kompensationsbetrag für das Rescheduling $c_{c,i}$ von den eventuell vorhandenen Reschedulingkosten $c_{R,i}$ einer KPZ. Der Zahlungsendbetrag z_i beinhaltet somit alle Zahlungsflüsse des um diesen Anreizmechanismus erweiterten Modells.

Eine veränderte Vorgehensweise ist bei Angabe eines Wunschpreises, der unter einem realistischen Angebotspreis liegt, notwendig. In diesem Fall kann durch Gewinnverringerung zwar ein wettbewerbsfähiger Preis angeboten werden, eine neuerliche Analyse ist erforderlich.

3.4 Sanktionsmechanismus für nicht netzwerkkonformes Verhalten

3.4.1 Theoretische Aspekte

Neben Anreizmechanismen stellen Sanktionsmechanismen ein weiteres wertvolles Instrument für das Netzwerk-Controlling dar. Maßvolle Sanktionsmechanismen sind dann einzusetzen, wenn die vereinbarte Leistung nicht erbracht wurde. Wie auch Anreizmechanismen sind Sanktionsmechanismen in diesem Rahmen von finanzieller Natur. Dabei muss diese Maßnahme auf ein Ausmaß beschränkt bleiben, welches von den betroffenen KPZ als gerechtfertigt anerkannt wird. Sanktionen dürfen nicht dazu führen, dass eine zukünftige Zusammenarbeit erschwert wird oder ausbleibt. Für die Quantifizierung der Sanktionen ist eine Beobachtung des Verhaltens der KPZ bzgl. der Vertragserfüllung notwendig. Diese Aufgabe wird vom EVCM als Monitoringfunktion übernommen.

Im Rahmen des Monitoring erfolgt der Abgleich von Soll- und Istwerten für verschiedenste Kenngrößen, wie bspw. Liefertermintreue, Preistreue, Qualitätstreue, Qualität der Zusammenarbeit mit anderen KPZ oder Vertrauenskultur für jede KPZ. Für jeden dieser Parameter muss ein „Grad der Erfüllung“ im Sinne einer Punktbewertung bestimmt werden. Während die Berechnung für die quantitativen Parameter durch geeignete Funktionen kaum Probleme bereitet, sind die qualitativen Parameter erst noch

zu quantifizieren. Diese Quantifizierung wird u.a. mit der Polyedralen Analyse [10] durchgeführt. Mit den Daten des Monitoring können bei Bedarf geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um die geplanten Ziele zu erreichen. Dazu gehören bspw. auch Sanktionsmechanismen. Als aggregierte Maßzahl erfolgt letztendlich die Ermittlung der Größe „Netzwerkkonformität“. Diese Größe findet nach Abschluss des Wertschöpfungsprozesses im Gewinnverteilungsmodell im Rahmen der Sanktionsmechanismen eine entsprechende Berücksichtigung.

3.4.2 Mathematische Modellierung

Ausgangspunkt für die Berechnung der Netzwerkkonformität NK einer KPZ i ist die Bereitstellung von in quantifizierter Form vorliegenden Soll- und Istwerten für alle relevanten Kenngrößen. Es sei angenommen, dass m Kenngrößen $K_j, j=1, \dots, m$ vorliegen. Um der unterschiedlichen Bedeutung der einzelnen Kenngrößen Rechnung tragen zu können, ist eine Gewichtung l_j für jede Kenngröße festzulegen. Die Bestimmung der Gewichtung erfolgt auf Basis des Controlling-Zielsystems. Dies ist eine einmalige oder aber periodisch wiederkehrende Aufgabe. Um die Gefahr eines Missbrauchs einzuschränken ist die Festlegung der Gewichte von mehreren Entscheidungsträgern vorzunehmen. Zur Wahrung einer kontinuierlichen Vergleichbarkeit der Bewertung sollen die Gewichtungen möglichst selten verändert werden. Idealerweise erfolgt die Auswahl der Gewichte zu Beginn der Monitoring-Aktivitäten. Als Hilfsmittel hierfür können Rankings oder empirische Untersuchungen dienen. Die Gewichtungen werden beim EVCM abgelegt. Um eine Normierung der Bewertung zu erreichen gilt idealerweise: $\sum_{j=1}^m l_j = 1$. Anschließend erfolgt anhand geeigneter Anhaltspunkte (bspw. Abweichung Istliefertermin vom Sollliefertermin) die Punktbewertung der Kenngrößen einer KPZ. Diese wird mit r_{ij} bezeichnet und liegt idealerweise im Wertebereich zwischen 0 (extrem schlechte Performance) bis 10 (perfekte Performance). Durch die Multiplikation der Punktbewertung r_{ij} mit der dazugehörigen Gewichtung l_j ergibt sich ein gewogener Punktwert, der sogenannte Istwert av_{ij} für jede Kenngröße einer KPZ, siehe hierzu Gleichung (10)

$$av_{ij} = l_j \cdot r_{ij} \quad (10)$$

Anschließend lässt sich der aggregierte Istwert einer KPZ i (AV_i) durch das Aufsummieren der av_{ij} für alle Kenngrößen K_j ermitteln. Um einen Soll-Ist-Vergleich durchführen zu können, muss zusätzlich die maximal erreichbare Bewertungszahl für jede Kenngröße tv_j ermittelt und mit der tatsächlich erreichten Bewertungszahl av_{ij} verglichen werden. Diese maximal erreichbare Bewertungszahl ergibt sich aus dem Produkt der maximal erreichbaren Punktzahl $r_{j,max}$ (üblicherweise 10) und dem Gewicht l_j , vgl. Gleichung (11).

$$tv_j = l_j \cdot r_{j,\max} \quad (11)$$

Anschließend lässt sich der Gesamtsollwert (TV) durch das Aufsummieren der tv_j für alle Kenngrößen K_j ermitteln. Dieser Wert gilt für alle KPZ. Schließlich kann durch den Vergleich des Istwertes AV_i mit dem Sollwert TV die Maßzahl NK_i zur Bewertung des Verhaltens einer KPZ ermittelt werden. Die Berechnungsvorschrift hierfür wird in Gleichung (12) dargestellt.

$$NK_i = \frac{AV_i}{TV} \quad (12)$$

Die Größe NK stellt den Grad der Netzwerkkonformität einer KPZ dar und fasst in einem einzigen Wert die Erfüllungsgüte der verschiedenen Leistungsparameter der KPZ im Produktionsnetzwerk zusammen. Diese Kennzahl wird nach dem oben beschriebenen Muster bei jedem Wertschöpfungsprozess für jede teilnehmende KPZ neu ermittelt. Die Vergleichbarkeit mit anderen KPZ und die Berücksichtigung bei der Gewinnverteilung wird folglich gewährleistet. Im Laufe der Zeit ist es sehr wahrscheinlich, dass die KPZ aus dem Ressourcenpool mehrmals für einen Wertschöpfungsprozess engagiert werden. Folglich werden auch neue Werte für NK_i ermittelt. Damit die vorangegangenen Informationen nicht verloren gehen, bietet es sich an, die aktuellen mit den vorhandenen Informationen zu kombinieren, wobei die aktuelleren Werte eine höhere Gewichtung erfahren sollten.

In einem abschließenden Schritt ist die NK_i einer KPZ der Verwendung im Gewinnverteilungsmodell im Rahmen von Sanktionsmechanismen zuzuführen. Dabei ist zu klären, wie Sanktionen s_i insbesondere bei signifikant niedriger Netzwerkkonformität modelliert werden können. In derartigen Fällen erscheint eine anteilige Gewinnkürzung als sinnvolle Maßnahme. Es ist jedoch darauf zu achten, dass ein überzogener Sanktionsmechanismus kontraproduktive Auswirkungen haben kann, so dass bspw. KPZ aus dem Ressourcenpool austreten und für zukünftige Wertschöpfungsprozesse nicht mehr zur Verfügung stehen. So erscheint es sinnvoll, bis zu einem bestimmten Grad von NK_i den vollen Gewinnanteil g_i zu zahlen und auch einen Basisgewinnanteil, der in jedem Falle gezahlt wird (z.B. 20 %), festzulegen. Dies wird erreicht, indem zur NK_i bspw. 0,2 hinzuaddiert, jedoch auf 1,0 begrenzt wird. In diesem Fall lässt sich der von einer KPZ zu zahlende Sanktionsbetrag s_i , also der Betrag um den der Gewinnanteil g_i einer KPZ gekürzt wird, gemäß Gleichung (13) ermitteln.

$$s_i = (1 - NK_i) \cdot g_i \quad (13)$$

In einem abschließenden Schritt ist die Formel (9) der Zahlungsströme um s_i zu erweitern, so dass sich die in Formel (14) illustrierte Zahlungsbilanz einer KPZ i nach der Gewinnverteilung unter Beachtung von Anreiz- und Sanktionsmechanismen ergibt.

$$z_i = p_i + g_i + a_i - s_i \quad (14)$$

Es sei an dieser Stelle betont, dass sowohl a_i als auch s_i aus mehreren Komponenten bestehen kann, die entsprechend modelliert werden müssen.

4. Implikationen des Modells für das EVCM

Das vorgestellte Gewinnverteilungsmodell sowie deren Implementierung von Anreiz- und Sanktionsmechanismen ist soweit wie möglich und sinnvoll quantitativ ausgerichtet. Dieses Vorgehen fördert eine weitestgehende automatisierte Durchführung dieser Aufgabe und damit Zeitvorteile beim Netzbetrieb. Vorliegender Ansatz ist in die Phase „Netzbewertung“ des Phasenmodells einzuordnen und ist Bestandteil der vorletzten Phase dieses ablauforganisatorischen Modells des EVCM.

Die Zahlungsbilanz einer KPZ vereint nach Beendigung des Wertschöpfungsprozesses als Zuflüsse die Kompensation der Aufwendungen einer KPZ bei der Wertschöpfung p_i , einen Gewinnanteil g_i sowie Anreizzahlungen a_i und als Abflüsse die Sanktionszahlungen s_i . Während die Anreizzahlungen durch Umverteilung direkt von den KPZ getragen werden, erfolgt die Verteilung der Sanktionszahlungen nicht unter den KPZ. Es wird die Auffassung vertreten, dass derartige Beträge vom EVCM verwaltet und bspw. für Vertragsstrafen oder Garantiefälle (wenn die verursachende KPZ nicht gefunden werden kann) zurückbehalten werden sollten. In diesem Zusammenhang ergibt sich noch eine weitere offene Fragestellung bzgl. der Deckung der administrativen Kosten des EVCM

Es ist davon auszugehen, dass EVCM als automatisiertes Managementkonzept, welches mit den verschiedensten Aufgaben beim Aufbau des Netzes, der Durchführung der Wertschöpfung und beim anschließenden Zerfall des Netzwerkes betraut ist, selbst Kosten verursacht. Diese müssen gedeckt werden, d.h. entweder mit in den Verkaufspreis einkalkuliert werden, oder aber durch Teilnahmegebühren der KPZ finanziert werden. Die erstgenannte Variante ist durch einen Aufschlag G_{EVCM} auf den Gewinn G realisierbar. Dieser Anteil fällt nach Zahlung des Kaufpreises dem EVCM direkt zu, während die weitere Vorgehensweise unverändert bleibt. Bei der zweiten Variante ist zu erwarten, dass die einzelnen Unternehmen den Beitrag mit in ihren Angebotspreis p_i einkalkulieren. In diesem Fall bleibt die Berechnung von g_i unverändert.

Eine weitere Fragestellung bezüglich der Organisation von Wertschöpfungsprozessen in vernetzten Strukturen fokussiert juristische Sachverhalte. Hierzu gehören insbesondere Fragen des Arbeitsrechts, Kartellrechts und vor allem des Gesellschaftsrechts. Hierzu sei auf den Beitrag von *Benz* in diesem Band verwiesen. Im Rahmen des SFB 457 werden juristische Fragestellungen nicht behandelt.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurde das Grundkonzept für ein Gewinnverteilungsmodell unter Berücksichtigung von Anreiz- und Sanktionsmechanismen für hierarchielose regionale Produktionsnetze im Sinne des SFB 457 im Rahmen von EVCM bzw. FRIDA vorgestellt.

Für die Implementierung dieses Konzeptes sind eine Reihe von weiteren Detaillierungsarbeiten vorzunehmen. So gilt es, eine Berechnungsvorschrift für den Parameter α sowie für den Gewinn zu formulieren. Außerdem sind weitere Umstände, die Anreize rechtfertigen, zu quantifizieren und im Rahmen des Monitoring Sollwerte für einzelnen Parameter zu formulieren. Zusätzlich gilt es, die Abweichungen von Soll- und Istwerten entsprechend so zu detaillieren, dass hieraus die Berechnung der Netzwerkkonformität ermöglicht wird. Eine entsprechende Implementierung in das EVCM sowie Parametertests sind für die Zukunft geplant.

6. Literatur

- [1] URL: <http://www.tu-chemnitz.de/sfb457/>
- [2] Müller, E.; Wirth, S. (2003): Innovative Production Nets based on a Competence Cell-based Approach. In: Current Trends in Production Management. Eds.: Zülch, G. et al., Shaker-Verlag, Aachen, S. 268-274.
- [3] Enderlein, H. (2003): Hierarchielose regionale Produktionsnetze – Forschungsstand im SFB 457. In: Tagungsband Vernetzt planen und produzieren, TU Chemnitz, S. 47-59.
- [4] Mesarovic, M.D.; Takahara, Y. (1989): Abstract Systems Theory. Springer-Verlag, Berlin u.a.
- [5] Sydow, J. (1992): Strategische Netzwerke. Gabler-Verlag, Wiesbaden.
- [6] Picot, A. (1982): Transaktionskostenansatz in der Organisationstheorie: Stand der Diskussion und Aussagewert. In: DBW, Vol. 42 (2), S. 267-284.
- [7] Teich, T. (2003): Extended Value Chain Management (EVCM): Ein Konzept zur Koordination von Wertschöpfungsnetzen. Verlag der GUC, Chemnitz.
- [8] Teich, T.; Fischer, M.; Jähn, H. (2002): Auftragsbezogene Partnerselektion in Unternehmensnetzwerken unter Benutzung einer multikriteriellen Zielfunktion innerhalb einer Ant Colony Optimization. In: Virtuelle Organisation und neue Medien 2002. Hrsg.: Engeli, M.; Hofmann, J., Josef Eul Verlag, Lohmar, Köln, S. 133-159.
- [9] Teich, T. (2001): Extended Value Chain Management (EVCM) als Betreibermodell hierarchieloser Produktionsnetzwerke. In: Gemeinschaften Neuer Medien 2001. Hrsg.: Engeli, M.; Homann, J., Josef Eul Verlag, Lohmar, Köln, S. 329-348.
- [10] Käschel, J.; Teich, T.; Zimmermann, M. (2003): Quantifizierung der Wirksamkeit von Partnern in einem Team auf der Basis von Soft-Fact-Ausprägungen. In: Neue Ökonomie der Arbeit. Hrsg.: Moldaschl, M.; Thießen, F., Metropolis-Verlag, Marburg, S. 51-68.
- [11] Picot, A.; Dietl, H.; Franck, E. (2002): Organisation – Eine ökonomische Perspektive, 3. Auflage, Schäffer-Poeschel-Verlag, Stuttgart.
- [12] Williamson, O.E. (1990): A Comparison of Alternative Approaches to Economic Organization. In: JITE, Vol. 146 (1), S. 61-71.