

# Auswirkung alternativer Koordinationsmechanismen auf die Auswahl von Kommunikationsstandards

**Peter Buxmann, Tim Weitzel, Wolfgang König**

Erschienen in: ZfB (Zeitschrift für Betriebswirtschaft), Ergänzungsheft 02/99  
Innovation und Absatz, S. 133-151; zugleich Forschungsbericht SFB 403 FB-98-8

*SFB 403 „Vernetzung als Wettbewerbsfaktor“  
Teilprojekt B3 „Auswahl und Gestaltung von Standards“  
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Wirtschaftsinformatik  
J. W. Goethe-Universität  
Mertonstr. 17, 60054 Frankfurt am Main*

*Telephon: + 49 69 798-23318*

*Telefax : + 49 69 798-28585*

*pbuxmann@wiwi.uni-frankfurt.de*

*tweitzel@wiwi.uni-frankfurt.de*

*koenig@wiwi.uni-frankfurt.de*



<http://www.vernetzung.de/b3>

<http://caladan.wiwi.uni-frankfurt.de/IWI/>

## **Auswirkung alternativer Koordinationsmechanismen auf die Auswahl von Kommunikationsstandards**

von Peter Buxmann, Tim Weitzel, Wolfgang König

Überblick:

Die Entscheidung über die Nutzung von Kommunikationsstandards ist nicht nur vor dem Hintergrund der enormen Potentiale elektronischer Kommunikation bedeutsam, sondern ist notwendige Bedingung für jede Interaktion sowie für die Koordination wirtschaftlicher Aktivitäten. Durch die netzeffektbedingte Interdependenz der Standardisierungsentscheidungen der verschiedenen Akteure entsteht ein Koordinationsproblem („das Standardisierungsproblem“), das sich in Abhängigkeit von der Entscheidungsautonomie der Akteure sowohl aus zentraler als auch aus dezentraler Perspektive stellen kann.

Für beide Koordinationsformen wird ein Modell entwickelt, das die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Standards auf der Basis ökonomischer Parameter abbildet. Die Modellierung ermöglicht darüber hinaus die Untersuchung weitergehender Kooperationsformen zwischen Akteuren in Kommunikationsnetzen.

Das Modell ist als ein Baustein einer allgemeinen, interdisziplinären Vernetzungstheorie im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 403 „Vernetzung als Wettbewerbsfaktor am Beispiel der Region Rhein-Main“ entwickelt worden

Dr. Peter Buxmann ist wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement, Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main, Mertonstr. 17, 60054 Frankfurt/Main; Forschungsschwerpunkte: Informationsmanagement, Einfluß von IuK auf betriebliche Organisationsformen, Standardisierung.

Diplom-Kaufmann Tim Weitzel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am genannten Lehrstuhl; Forschungsschwerpunkte: Informationsmanagement, Koordinationsmechanismen in Netzwerken und Standardisierung.

Prof. Dr. Wolfgang König ist Sprecher des SFB 403 und Inhaber des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement, Johann Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt am Main, Mertonstr. 17, 60054 Frankfurt/Main; Forschungsschwerpunkte: Standards, Kooperationsnetzwerke, Informationsmanagement.

## A. Einleitung

Kommunikation ist die Grundlage jeder Interaktion und Koordination wirtschaftlicher Prozesse. Notwendige Voraussetzung für den Austausch von Informationen ist, daß sich Sender und Empfänger einer Nachricht einer gemeinsamen Sprache bzw. eines Kommunikationsstandards bedienen. Wir wollen Kommunikationsstandards allgemein als einheitliche Regeln definieren, welche die Grundlage für die Interaktion zwischen Akteuren (Menschen wie Maschinen) bilden. Diese Regeln müssen ex ante, also vor Aufnahme der Kommunikation, bekannt sein bzw. ausgehandelt werden. Einigen sich  $n$  Akteure jeweils bilateral auf Kommunikationsstandards, so müssen  $n(n-1)/2$  Regeln definiert werden. Eine derartige babylonische Sprachverwirrung kann allerdings in aller Regel nicht zu einem effizienten Informationsaustausch beitragen. Die Eigenart von Kommunikationsstandards liegt darin, daß sie nur bilateral funktionieren, also dann, wenn Sender und Empfänger einer Nachricht einen identischen oder zumindest kompatiblen Standard benutzen. Dieses Grundprinzip der Anwendung von Kommunikationsstandards gilt sowohl für natürliche Sprachen als auch für Netzprotokolle wie etwa TCP/IP oder EDI für den elektronischen Austausch von Handelsdokumenten. Es ergibt sich das Problem, daß bei der Entscheidung über die Einführung eines Standards die Standardisierungsentscheidungen der Kommunikationspartner zu berücksichtigen sind. Allgemein steigt der Nutzen eines Standards für einen bestimmten Anwender mit der Anzahl seiner sonstigen Nutzer. So wird der Nutzen von E-Mail je größer, desto mehr andere ebenfalls E-Mail benutzen und damit erreichbar sind. Dieses Phänomen des in der Anwenderzahl steigenden Nutzens eines Gutes wird allgemein als positiver Netzeffekt bezeichnet und läßt sich ökonomisch als nachfrageseitige Skalenerträge interpretieren.<sup>1</sup> Es bewirkt, daß die Entscheidungen über Kommunikationsstandards eigentlich völlig unabhängiger Akteure interdependent werden. Daraus resultiert ein Koordinationsproblem mit der speziellen Unsicherheitssituation, daß ein Unternehmen nicht wissen kann, wann, ob und welche Standards andere Unternehmen implementieren werden.

Zentraler Gegenstand dieses Artikels ist die Untersuchung alternativer Koordinationsmechanismen zur Auswahl von Standards. Dabei betrachten wir die Auswahlentscheidung zwischen existierenden Standards aus Nutzersicht, das heißt Phänomene der Beeinflussung fremder Standardisierungsentscheidungen durch Marktmacht oder Preisstrategien aus Herstellersicht werden nicht untersucht. Es wird ein allgemeiner

ökonomischer Rahmen zur Untersuchung des Standardisierungsproblems vorgestellt und ein Modell zur Auswahl von Standards als Hilfsmittel zur Beurteilung verschiedener Koordinationsdesigns entwickelt, wobei zwischen zentral und dezentral koordinierten Standardisierungsentscheidungen unterschieden wird.

## **B. Netzeffekte als Grundlage des Standardisierungsproblems**

Grundlage der ökonomischen Betrachtung des Einsatzes von Standards sind die oben angesprochenen positiven Netzeffekte, die einen positiven Zusammenhang zwischen dem Nutzen und der Verbreitung eines Standards beschreiben. Katz/Shapiro (1985) unterscheiden zwei Ebenen von Netzeffekten. Direkte Netzeffekte entstehen durch einen direkten Einfluß ("direct physical effect"<sup>2</sup>) der Anzahl der Nutzer auf die Nutzqualität des Gutes, wie es etwa beim Telephon der Fall ist. Indirekte Netzeffekte dagegen resultieren aus Interdependenzen im Konsum komplementärer Güter. So ist zu erwarten, daß eine entsprechend weite Verbreitung von Standards zu einem erhöhten Angebot an Komplementärprodukten führen wird. Ein Beispiel ist das Software- und Beratungsangebot, das sich um eine neue Technologie wie etwa das Internet bildet. In den meisten Fällen erfolgt eine Betrachtung von Standards aus dem Blickwinkel der Diffusion technologischer Innovationen, d. h. es wird die Frage untersucht, unter welchen Bedingungen sich welche Standards wie ausbreiten. Dabei steht das Konzept der Kompatibilität im Mittelpunkt, da die Nutzung kompatibler Technologien es jedem ermöglicht, Mitglied in verschiedenen Kommunikationsnetzwerken zu sein und damit Zugriff auf Datenbanken und Software zu haben, Dokumente und Daten austauschen zu können oder einfach nur direkt zu kommunizieren. Kompatibilität und damit Standardisierung wird so auch zu einer Frage der Kooperationsfähigkeit und gewinnt strategische Bedeutung im Wettbewerb.<sup>3</sup> Da Kompatibilität bzw. Standardisierung<sup>4</sup> allgemein nur im Zusammenhang mit anderen gesehen werden kann, sind Märkte, auf denen Kompatibilität eine wichtige Produkteigenschaft ist, stets auch Märkte, auf denen starke Netzeffekte zu finden sind. Besen/Farrell (1994) zeigen, daß auf Netzwerkmärkten tendenziell nur selten mehrere inkompatible Technologien koexistieren und daß der Umschwung zu dem einen, beherrschenden Standard sehr plötzlich geschehen kann. Da Netzeffekte Skalenerträge auf Konsumentenseite sind, ist die Größe des Netzes und damit die Anzahl der Nutzer bzw. die letztendlich erwartete Gesamtnutzerzahl eines Standards ausschlaggebend für seine Durchsetzung. Da keiner riskieren möchte, einen Standard (eine Tech-

nologie) zu kaufen, der sich nicht durchsetzen wird, so daß entweder Wechselkosten oder die Nachteile eines kleinen Netzwerkes zu tragen sind, ist die - möglicherweise beeinflusste - Erwartungsbildung von überragender Bedeutung. Dies kann dazu führen, daß Erwartungen und nicht direkte Produktqualitäten und -preise den Ausschlag der Kaufentscheidung geben, so daß minderwertige Technologien sich möglicherweise gegen überlegene durchsetzen können, wenn dies einfach erwartet wird.<sup>5</sup> Da der Produzent einer Technologie, die sich als Standard durchsetzen konnte, große Gewinne erwarten kann, werden Hersteller bemüht sein, beispielsweise durch sehr niedrige Preise in einer frühen Diffusionsphase eine große Menge an Nutzern (eine große *installed base*) gewinnen zu können. Insgesamt kann es aus Sicht eines Gesamtnetzes sowohl zu einer Über- als auch zu einer Unterversorgung mit Standards kommen. Eine Unterversorgung (*excess inertia*) kann dadurch entstehen, daß heterogene Präferenzen die Nutzergruppen zu klein werden lassen im Vergleich zur kollektiven Nutzung eines gemeinsamen Standards.<sup>6</sup> Im Gegensatz dazu zeigen Katz/Shapiro (1986), daß es auch zu einer Überversorgung (*excess momentum*) des Marktes durch Preissetzung für den Standard seitens des marktmächtigen Anbieters kommen kann, indem dieser frühe Käufer subventioniert und die Rente späterer Konsumenten der dann wertvolleren Technologie abschöpft. Die Existenz von Netzeffekten kann also bewirken, daß der Markt nicht die richtige Anzahl und Art von Netzgütern selektiert. Im Zusammenhang mit der Bedeutung der Netzwerkgröße oder der Menge der Nutzer einer Technologie, der *installed base*, als Determinante des Nutzens von Standards besteht insbesondere die Gefahr, daß der Durchsetzung eines innovativen, technisch überlegenen Standards ein durch eine große installierte Basis verursachter *Lock-In* in eine bereits bestehende, minderwertige Technologie entgegensteht. Es zeigt sich, daß eine alle Akteure umfassende Koordination der Entscheidungen über die Nutzung von Kommunikationstechnologien wünschenswert erscheint, da jeder Akteur bei einer netzwerkweiten einheitlichen Technologieadoption den maximalen Netznutzen realisieren kann.<sup>7</sup> Problematisch hierbei ist, daß Koordinationsbemühungen Kosten verursachen können. Allgemein führt die Existenz von Koordinationskosten in der Entwurfs- wie in der Durchsetzungsphase von Standards zum einen zu einem Free-Rider Problem, da ein Anreiz besteht, die durch die Entwicklung und Eini-gung auf einen Standard entstehenden Kosten zu vermeiden und das von anderen entwickelte Ergebnis kostenlos zu nutzen und zum anderen zu einem Attentismus- oder Start-Up-Problem, da vor allem bei Existenz mehrerer Standards alle Akteure

einen Anreiz haben abzuwarten, welcher Standard sich durchsetzt, um nicht das überproportionale Risiko einer frühen und möglicherweise ungünstigen Implementierung zu tragen.

## **C. Das Standardisierungsproblem**

Die grundlegende Bedeutung von Kommunikationsstandards liegt also darin, daß sie eine notwendige Voraussetzung für den Austausch von Informationen sind. Die Kommunikation zwischen verschiedenen Akteuren läßt sich anschaulich als Netzwerk<sup>8</sup> darstellen. Ein *Kommunikationsnetzwerk*<sup>9</sup> ist dann ein gerichteter Graph ohne isolierte Knoten, dessen Kanten über eine Funktion  $f$  ein Wert (oder über mehrere Funktionen verschiedene Werte) zugeordnet ist. Die Knoten ( $N=\{1, \dots, n\}$ ) sind die Kommunikationspartner; das können sowohl menschliche als auch maschinelle Akteure sein, die durch ihr Merkmal beschrieben sind, Informationen verarbeiten, speichern und übertragen zu können. Die Netzkanten bilden die Kommunikationsbeziehungen ab, die Bewertungsfunktion  $f$  weist den (Kommunikations-) Kanten Werte zu; hierbei handelt es sich meist um Informationskosten auf der entsprechenden Kante, es können aber natürlich auch beliebige andere Werte, wie etwa Qualitäten, zugewiesen werden. Damit zwischen zwei Knoten Kommunikation stattfinden kann, müssen beide Knoten einen identischen oder kompatiblen Kommunikationsstandard benutzen. Wir wollen zunächst von der Problematik des Entwurfes von Standards absehen und die Entscheidung über die Einführung eines bereits existierenden Standards in einem einperiodigen Kontext betrachten.

### ***I. Vorteile und Nachteile einer Standardisierung***

Durch die Verwendung moderner Kommunikationsstandards können sich direkte Einsparungen durch billigere und schnellere Kommunikationswege ergeben. So spart man bei der Nutzung von E-Mail die typischen Kosten einer Briefsendung wie Porto, Papier oder Druckkosten; weiterhin wird eine elektronische Nachricht sehr viel schneller ihren Empfänger erreichen. Darüber hinaus ermöglicht die Nutzung von Standards wie beispielsweise EDI zum elektronischen Austausch von Handelsdokumenten die Realisierung weiterer Einsparpotentiale. Die medienbruchlose Weiterverarbeitbarkeit der Daten reduziert Erfassungsfehler und –kosten.<sup>10</sup> Die sofortige Verfügbarkeit und automatisierte Verwendung der Daten ermöglicht eine Automatisierung und Koordination verschiedenster Geschäftsprozesse und macht somit bei-

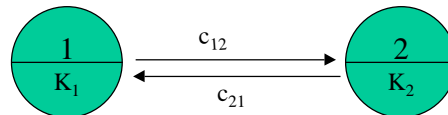
spielsweise eine just-in-time Produktion möglich. Dadurch kann ein Unternehmen seine Lagerhaltung drastisch reduzieren, die Kapitalbindung sinkt, es kann durch schnellere Informationen schneller auf geänderte Wettbewerbsverhältnisse reagieren. In der Automobilindustrie ist es keine Seltenheit, daß ein Unternehmen ein Teil bei einem Zulieferer weniger als zwei Stunden vor der Montage elektronisch bestellt. In vielen Bereichen läßt sich Verwaltungsaufwand reduzieren, was die Realisierung von Lean Production bzw. Lean Management unterstützt.<sup>11</sup> Neben diesen Einsparungen kann durch eine Standardisierung möglicherweise der Informationsaustausch so verbessert werden, daß zwischen den Kommunikationspartnern mehr und bessere Informationen ausgetauscht werden können. Da Informationen die Grundlage von Entscheidungen in allen Unternehmensbereichen bilden, implizieren bessere Informationen bessere Entscheidungen. Ökonomisch läßt sich dies als Erhöhung des Informationswertes<sup>12</sup> darstellen. Während sich die Quantifizierung des Informationswertes als sehr problematisch erweist, existiert eine Vielzahl empirischer Untersuchungen zur Ermittlung der Kosteneinsparungen.<sup>13</sup>

Die Einführung eines Kommunikationsstandards verursacht auch Kosten wie Hardware-, Software-, Umstellungs- oder Einführungskosten und Schulungskosten, kurz Standardisierungskosten. Weiterhin können durch die netzeffektbedingte Interdependenz der einzelnen Standardisierungsentscheidungen Kosten der Koordination durch die Einigung mit Marktpartnern über einen einheitlichen Standard entstehen. Allgemein sind diese Koordinationskosten Kosten der Ermittlung und Durchsetzung einer netzwerkweiten Kommunikationsbasis als bestimmte Konstellation von Standards unter Berücksichtigung der individuellen, heterogenen Interessen aller Akteure. Konkret kann es sich um Kosten der Zeit, des Personals, der Datenermittlung und -verarbeitung sowie aus Kontroll- und Anreizsystemen handeln. Diese Standardisierungskosten können sich kontextabhängig stark unterscheiden. So sind beispielsweise die Kosten einer EDI-Einführung in einem Unternehmen wesentlich geringer als die der Einführung von Modulen einer Standardsoftware wie etwa SAP R/3.<sup>14</sup>

## ***II. Modellierung des Standardisierungsproblems***

Beschreibt man das Standardisierungsproblem so, daß in den Knoten  $i$  jeweils die Kosten ( $K_i$ ) der Standardisierung zu tragen sind, wodurch dann auf den Kanten, die die Kosten der Informationsübermittlung ( $c_{ij}$ ) darstellen sollen, Kosteneinsparungen reali-

siert werden können, wenn beide kommunizierenden Knoten den gleichen Standard eingeführt haben, ergibt sich die Fragestellung, welcher Knoten mit einem Standard auszustatten ist. Es besteht demnach ein Trade-Off zwischen den (Knoten-) Kosten der Implementierung eines Standards einerseits und der Einsparung von (Kanten-) Informationskosten andererseits. In dem kleinen Netzwerk der Abbildung 1 stellen die Knoten z. B. zwei Unternehmen dar. Die Kanten bilden die Kommunikationsbeziehungen ab. Der Informationsaustausch ohne Standards verursacht die



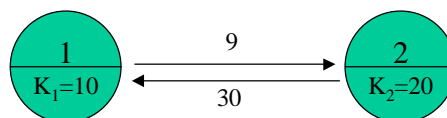
**Abbildung 1: Knoten- und Kantenkosten**

Informationskosten  $c_{ij}$ , die jeweils vom sendenden Knoten ( $i$ ) zu tragen sind. Diese beinhalten wie oben bereits erläutert zum einen die direkt mit dem Informationsaustausch verbundenen Kosten und zum anderen Opportunitätskosten suboptimaler Entscheidungen, die durch eine Informationswerterhöhung im Zuge einer Standardisierung vermieden werden können. Standardisiert Knoten  $i$ , so hat er die Standardisierungskosten  $K_i$  zu tragen. Im Gegenzug sollen dann annahmegemäß die Informationskosten  $c_{ij}$  eingespart werden, wenn auch Knoten  $j$  den Standard implementiert. Das muß nicht bedeuten, daß im Falle einer Standardisierung gar keine Kosten für die Informationsübermittlung anfallen. Die  $c_{ij}$  können dann als Differenz zwischen den Informationskosten vor ( $c_{ij}^v$ ) und nach ( $c_{ij}^n$ ) Standardisierung interpretiert werden, also als die auf der jeweiligen Kante einsparbaren Kosten der Kommunikation, so daß  $c_{ij}^v - c_{ij}^n = c_{ij}$ .<sup>15</sup> Für jeden Knoten  $i$  stellt sich nun die Frage, ob es sich lohnt, den Kommunikationsstandard einzuführen. Dazu müssen die Kosten der Standardisierung, die Knotenkosten  $K_i$ , mit den Einsparungen auf den Kanten,  $c_{ij}$ , verglichen werden. Sind die Einsparungen größer als die Kosten, so wird standardisiert. Das Problem ergibt sich daraus, daß die Kantenkosten  $c_{ij}$  nur dann auch wirklich eingespart werden können, wenn der Nachbarknoten  $j$  ebenfalls den Standard eingeführt hat. Die Knotenkosten  $K_i$  fallen natürlich unabhängig von den Entscheidungen anderer Knoten an. So fallen in der Abbildung 1 für den Knoten 1 (2) die Informationskosten  $c_{12}$  ( $c_{21}$ ) an; wird in Knoten 1 (2) standardisiert, was Standardisierungskosten von  $K_1$  ( $K_2$ ) verursacht, so können, falls beide Knoten einen kompatiblen Standard einführen, die  $c_{12}$  und die  $c_{21}$  eingespart werden; sind beide Standards nicht kompati-

bel, muß Knoten 1 (2) Kosten von  $K_1+c_{12}$  ( $K_2+ c_{21}$ ) tragen. In dieser vereinfachten Situation mit zwei Akteuren ermöglicht eine Koordination der Entscheidungen, daß die Knoten insgesamt einen Vorteil in Höhe von  $(c_{12}+c_{21}) - (K_1+K_2)$  realisieren können, bzw. verhindert, daß Standardisierungskosten zu tragen sind, ohne daß ein Vorteil (Wegfall der  $c_{12}$  bzw.  $c_{21}$ ) entsteht. Je mehr Akteure beteiligt sind und je mehr unterschiedliche Standards zur Verfügung stehen, desto schwieriger wird diese Abstimmung und desto unwahrscheinlicher stellt sich im Netz zufällig, völlig unkoordiniert eine günstige Standardisierungskonstellation ein.

### III. **Zentrale versus dezentrale Koordination**

Im Beispiel der Abbildung 1 lohnt sich also eine Standardisierung beider Knoten aus Sicht des Gesamtnetzes, wenn insgesamt die Ersparnis an Informationskosten die Summe der Standardisierungskosten übersteigt. Diese Sichtweise enthält als Beurteilungsmaßstab der Entscheidungsqualität die kollektive oder zentrale Zielgröße ‘netzweit aggregierte Kostensumme’ und beschreibt damit das Standardisierungsproblem aus der Perspektive einer zentralen Instanz, eines *Netzbesitzers*, der dieses Ergebnis zugerechnet werden kann. Dieser Netzbesitzer kann ein Mutterunternehmen in einem Konzernverbund oder auch der Staat sein. Existiert solch ein netzweiter Interessenträger, soll vom *zentralen Standardisierungsproblem* gesprochen werden. In all den Fällen, in denen autonome Akteure Standardisierungsentscheidungen treffen, deren Ergebnis ihnen selber zugerechnet wird und das sie in seinen Auswirkungen selber zu verantworten haben, ist solch eine kollektive Zielgröße auf der Aggregationsebene des gesamten Netzwerkes zunächst kein geeigneter Entscheidungsmaßstab. Die Abbildung 2 verdeutlicht diesen Fall. Hier können durch bilaterale Standardisierung zwar insgesamt Kosten von  $39 \text{ GE} - 30 \text{ GE} = 9 \text{ GE}$  eingespart werden, allerdings entsteht dadurch für Akteur 1 ein Nachteil in Höhe von  $1 \text{ GE}$ , so daß zunächst nicht erwartet werden kann, daß dieser den Standard einführt. Es bietet sich bei diesem



**Abbildung 2: Koordinationsproblem mit zwei Akteuren**

einfachen Beispiel natürlich sofort die Lösung an, daß Akteur 2 durch eine Ausgleichszahlung von etwa  $2 \text{ GE}$  den Partnerknoten an seinen Standardisierungserlösen

partizipieren läßt und die Standardisierung damit auch für Knoten 1 lohnenswert macht. Allerdings erfordert diese Lösung eine Koordination beider Knoten und impliziert zugleich die beidseitige Kenntnis der relevanten Daten bzw. der (kollektiven) Optimallösung. Dann ist aber auch zu erwarten, daß Knoten 1 eine Zahlung von beispielsweise 9 GE fordern würde. Es wird deutlich, daß bei autonom entscheidenden Akteuren eine netzweite Nutzenfunktion nur vor dem Hintergrund eines akzeptierten und funktionierenden Anreiz- bzw. Ausgleichsystemes aufgestellt werden kann. Die Optimierung der individuellen Zielvorstellungen der einzelnen Akteure hinsichtlich der Einführung von Kommunikationsstandards bei Abwesenheit einer zentralen, weisungsfähigen Instanz soll das *dezentrale Standardisierungsproblem* genannt werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß eine dezentrale Sichtweise des Standardisierungsproblems dann angezeigt ist, wenn eine kollektive Zielgröße<sup>16</sup> nicht ohne (möglicherweise prohibitive) Koordinationskosten aus der Vielzahl der individuellen Zielgrößen der Netzakteure abgeleitet werden kann. Das Standardisierungsproblem steht somit in einem Spannungsfeld zwischen Lösungsgüte und Koordinationskosten.

Die zentrale Fragestellung ist die Suche nach einem globalen Optimum im Gesamtnetz. Der Beurteilungsmaßstab der Zielerreichung ist eine über alle Knoten aggregierte Nutzengröße. Die Argumente der Zielfunktion sind die Kosten- und Nutzengrößen aller Netzakteure.<sup>17</sup>

Die dezentrale Fragestellung hingegen ist die Suche nach einem individuellen Optimum, also nach einer Lösung aus der Sicht (und mit der Zielfunktion) eines individuellen Akteurs. Der Beurteilungsmaßstab der Zielerreichung ist hier eine individuelle Nutzengröße. Die Zielfunktion enthält als zu optimierendes Argument nur die Kosten- und Nutzengrößen des jeweiligen Akteurs.<sup>18</sup> Beide Sichtweisen sind Extrempunkte der Betrachtung von Koordinationsmechanismen und bilden als solche die Grundlage der Untersuchung und Evaluierung von unterschiedlichen Mischformen der Koordination.

## **D. Zentrale Koordination**

### ***I. Algebraische Formulierung bei zentraler Koordination***

Zur algebraischen Formulierung des zentralen Entscheidungsproblems bei Sicherheit führen wir eine binäre Indikatorvariable  $x_i$  ein, die den Wert 1 annimmt, wenn der

Knoten  $i$  standardisiert und den Wert 0, falls die Standardisierung unterbleibt (Unterlassungsalternative). Wird in  $i$  standardisiert (also  $x_i=1$ ), fallen die Standardisierungskosten  $K_i$  an. Damit betragen die Kosten der Standardisierung im Gesamtnetz

$\sum_{i=1}^n K_i x_i$ . Für die kantenbezogenen Informationskosten wird die Binärvariable  $y_{ij}$

gleich 0, wenn beide mit der Kante  $\langle ij \rangle$  inzidenten Knoten  $i$  und  $j$  standardisieren ( $x_i=1 \wedge x_j=1$ ), denn genau dann können annahmegemäß die Informationskosten auf der Kante eingespart werden. Es ergibt sich folgende Problemformulierung mit der Zielfunktion  $ZF^z$  ( $z$  für zentral):

$$ZF^z = \sum_{i=1}^n K_i x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n c_{ij} y_{ij} \rightarrow \text{Min!} \quad (1)$$

$$\text{u. d. N.:} \quad x_i + x_j \geq 2 - M y_{ij} \quad \forall i, j; i \neq j \quad (2)$$

$$x_i, x_j, y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j; i \neq j \quad (3)$$

Die Zielfunktion (1) gibt entsprechend der bisherigen Darstellung die Kosten einer Standardisierungsentscheidung wieder. Für  $x_i = 1$  und  $x_j = 1$  erzwingt die Nebenbedingung (2) zusammen mit (1)  $y_{ij} = 0$ .<sup>19</sup>

## II. Probleme zentraler Koordination

Bei zentraler Koordination ermittelt also eine zentrale Instanz die Kostensituationen in allen Knoten, errechnet eine kostenminimale Standardisierungskonstellation für alle einzelnen Akteure in der Summe und damit für das gesamte Netzwerk und sorgt dafür, daß diese Lösung auch umgesetzt wird. Eine zentrale Koordinationsform bewirkt zunächst eine maximale Zielerreichung (first best Lösung), da alle relevanten Daten Eingang in die Lösung gefunden haben und diese Lösung auch umgesetzt wird. Allerdings existiert nicht in allen Fällen eine unbegrenzt weisungsfähige Instanz. Betrachtet man das Internet mit über 50 Millionen Nutzern, so wird leicht erkennbar, daß die Ermittlung der zur Optimierung notwendigen Daten (*Datenproblem*), die Errechnung der Optimallösung (*Komplexitätsproblem*) und die Durchsetzung einer ermittelten Lösung (*Durchsetzungsproblem*) prohibitive Kosten verursachen würden. Aus einer zentralen Koordination resultiert also ein kombinatorisches und damit sehr komplexes Optimierungsproblem, das als ganzzahliges lineares Programm abgebildet werden kann. Die Ganzzahligkeit resultiert aus der binären Entscheidungssituation Standardisierung: ja / nein. Allgemein enthält die zentrale Fragestellung neben dem

Problem der Ermittlung einer Lösung das Problem der Durchsetzung dieser Lösung. Die schon beschriebenen Koordinationskosten resultieren zusammengefaßt aus folgenden Problemen:

- *Komplexitätsproblem:* Es wurde deutlich, daß sich durch die ganzzahlige Struktur des Standardisierungsproblems die Errechnung einer zentral koordinierten Lösung selbst kleiner Probleme als äußerst komplex erweist.<sup>20</sup>
- *Datenproblem:* Unter der realistischen Annahme asymmetrischer Informationsverteilung und opportunistisch handelnder Akteure mit individuellen Präferenzen kann nicht davon ausgegangen werden, daß unverfälschte, vollständige Daten aus allen Knoten eines Netzes mit vertretbaren Kosten ermittelbar sind.
- *Durchsetzungsproblem:* Auch in einem zentral koordinierten System besteht keineswegs die Sicherheit, daß eine bestimmte, vorgegebene Lösung auch von allen befolgt wird. Selbst in einer Hierarchie sind den Weisungsbefugnissen Grenzen gesetzt, und das Bestehen von Absprachen und Verträgen bedeutet nicht automatisch auch deren Einhaltung. Kontroll- und Anreizsysteme zur Beherrschung dieser Problematik verursachen Kosten.<sup>21</sup>

Erweitert man die Problemstellung um die Berücksichtigung verschiedener Standards, so verstärken sich diese Probleme weiter. Bedenkt man beispielsweise, daß ein Netz mit  $n$  Knoten aus  $n(n-1)$  gerichteten Informationskanten besteht, so müssen zur zentralen Lösung des Standardisierungsproblems mit  $q$  Standards  $2^{q^n}$  Konstellationen miteinander verglichen werden.

Das folgende Beispiel verdeutlicht den Trade-Off zwischen Standardisierungs- und Informationskosten. Unter den Graphen ist die Vorteilhaftigkeit der jeweiligen Standardisierungskonstellation als netzweite Kostensumme dargestellt.

In der Abbildung links oben sei kein Knoten standardisiert, was wir dadurch kennzeichnen wollen, daß die Knoten hellgrau dargestellt sind. Bei dieser Konstellation entstehen keine Standardisierungskosten, es sind jedoch alle kantenbezogenen Kosten zu tragen. Daraus resultieren Gesamtkosten in Höhe von 217 Geldeinheiten (GE). Bei der Konstellation der Abbildung rechts oben wird lediglich der Knoten 3 standardisiert. Das bedeutet, daß Standardisierungskosten in Höhe von 36 GE zu tragen sind. Da sich jedoch mit der Nutzung eines Standards auf nur einem Knoten noch kein Informationsaustausch unterstützen läßt, betragen die kantenbezogenen Kosten

weiterhin 217 GE, was zu Gesamtkosten in Höhe von 253 GE führt.<sup>22</sup> Wird nun auch Knoten 5 standardisiert, so betragen die Standardisierungskosten nun insgesamt 61 GE (Abb. links unten). Dafür werden jedoch die kantenbezogenen Kosten zwischen diesen beiden Knoten in Höhe von 45 GE (20+25) eingespart, was zu Gesamtkosten von 233 GE führt. Wird nun mit Knoten 1 ein weiterer Knoten standardisiert (Abbildung rechts unten), steigen die Standardisierungskosten weiter um 30 GE; dafür werden die kantenbezogenen Kosten zwischen den drei standardisierten Knoten in Höhe von 100 GE ((15+20)+(20+25)+(10+10)) eingespart. Damit entstehen Standardisierungskosten von 91 GE und kantenbezogene Kosten von 117 GE, d. h. die Gesamtkosten betragen 208 GE.<sup>23</sup>

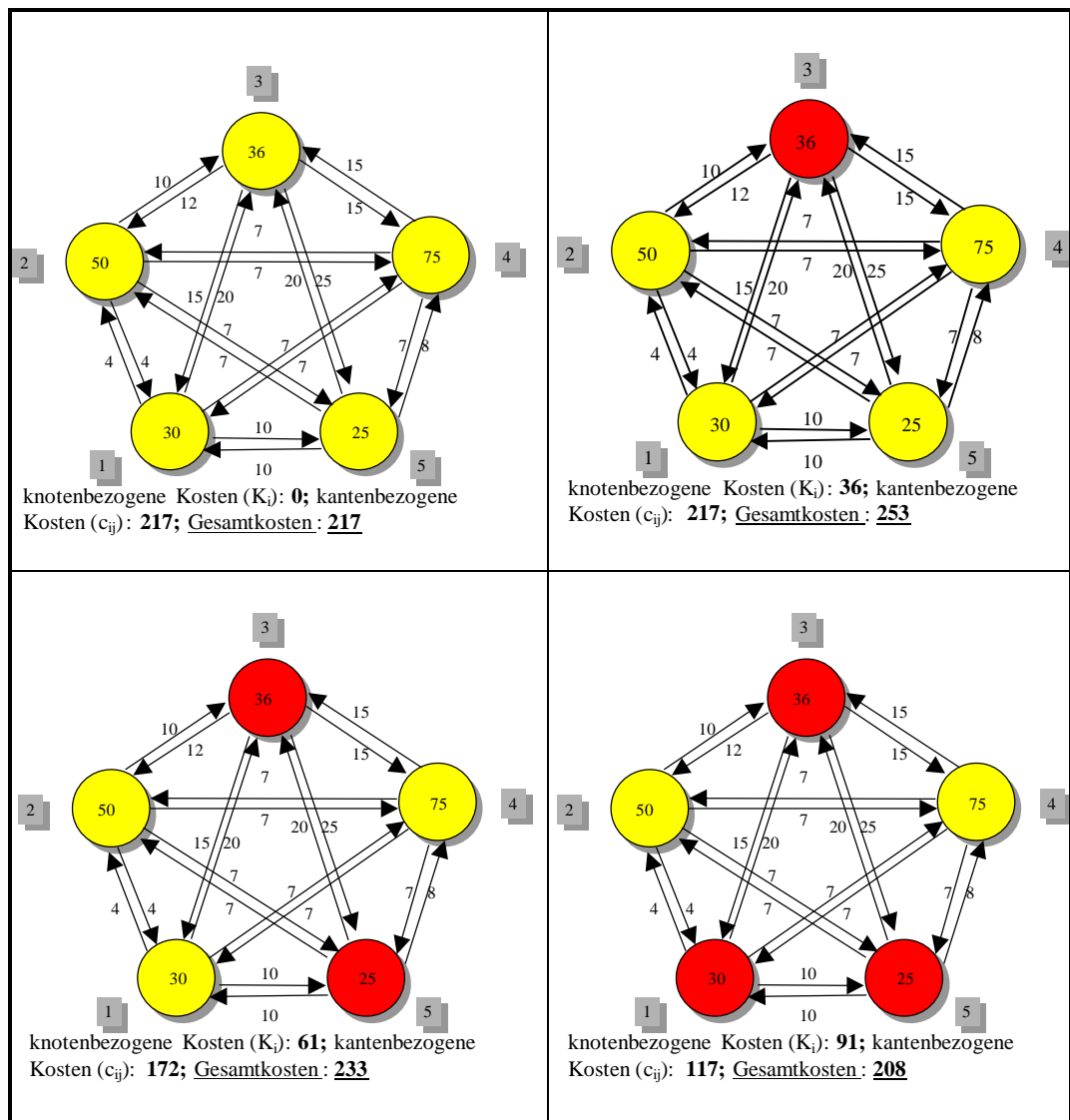


Abb. 3: Beispiel für das zentrale Standardisierungsproblem

## E. Dezentrale Koordination

Das oben beschriebene Modell zur zentralen Lösung des Standardisierungsproblems geht implizit davon aus, daß das Daten-, das Komplexitäts- und das Durchsetzungsproblem (kostenlos) gelöst sind und eine zentrale Instanz existiert, die in der Lage ist, ein netzwerkweites Optimum zu ermitteln und auch durchzusetzen. Unter der Annahme autonomer Akteure und einer realistischen Datenkenntnis stellt sich das dezentrale Standardisierungsproblem zunächst hauptsächlich als Problem der Antizipation fremder Standardisierungsentscheidungen dar. Hierzu muß jeder Knoten  $i$  schätzen, wie sich die anderen Knoten  $j$  ( $j=1, \dots, n; i \neq j$ ) verhalten werden. Diese Schätzung stellt das Hauptproblem der dezentralen Fragestellung dar. Zur Modellierung des Entscheidungsproblems wird angenommen, der Knoten  $i$  kenne die in den verschiedenen Knoten anfallenden Standardisierungskosten. Diese Annahme ist nicht besonders restriktiv, da zu erwarten ist, daß diese Kosten auch bei den unterschiedlichsten Unternehmen vergleichbar oder zumindest gut schätzbar sind. Möglicherweise existiert ein Marktpreis der Dienstleistung ‚Standardisierung‘ in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße. Weiterhin wird angenommen, der Knoten  $i$  kenne alle ihn direkt betreffenden Kantenkosten, also die von ihm selbst zu tragenden Informationskosten  $c_{ij}$  und die in  $i$  mündenden  $c_{ji}$ . Weitere Daten wie speziell die Informationskosten zwischen anderen Knoten seien nicht bekannt, da diese entweder zu ungenau zu schätzen wären oder deren Beschaffung zu teuer.

Unter der Annahme, daß alle anderen Knoten standardisieren, die  $c_{ij}$  also sicher einsparbar seien, führte Akteur  $i$  den Standard ein, wenn die Bedingung erfüllt ist:

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n c_{ij} - K_i > 0. \text{ Ex ante weiß Knoten } i \text{ aber nicht, wie die Strategie der Knoten } j \text{ aus-}$$

sieht et vice versa. Wir wollen annehmen, daß die Akteure risikoneutrale Entscheider sind. Dann kann der Nutzenerwartungswert der Standardisierung wie folgt berechnet werden, wobei  $p_{ij}$  die Wahrscheinlichkeit angibt, mit welcher Akteur  $i$  glaubt, daß in  $j$  standardisiert wird:

$$E [U(i)] = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} c_{ij} - K_i \quad (4)$$

Ist  $E [U(i)] > 0$ , dann wird standardisiert. Wäre Akteur  $i$  mit Sicherheit bekannt, wie sich seine Kommunikationspartner verhalten, nähme  $p_{ij}$  jeweils die Werte 0 oder 1 an.

Die dezentrale Modellierung impliziert aber gerade eine Unsicherheitssituation. Generell können zwei Arten von Unsicherheit unterschieden werden. Natürlich könnten die Informationen über die Kostenwerte einer Wahrscheinlichkeitsverteilung unterliegen. Dann müßten die jeweiligen Werte entsprechend parametrisiert werden. Wir beschränken uns hier aber auf die der dezentralen Fragestellung inhärente Unsicherheit über die Standardisierungsentscheidungen der Kommunikationspartner. Aus den annahmegemäß verfügbaren Daten können nun die  $p_{ij}$  wie folgt heuristisch ermittelt werden. Jede aus einem Knoten  $i$  ausgehende Kante  $\langle ij \rangle$  mit den Kosten  $c_{ij}$  bietet für diesen mit ihr inzidenten Knoten  $i$  die Möglichkeit, zumindest teilweise die Knotenkosten der Standardisierung zu amortisieren. Da der einzige Kostenwert von  $j$  (neben  $K_j$ ), der Knoten  $i$  bekannt ist, die Informationskosten  $c_{ji}$  sind, kann  $i$  mangels weiterer Informationen unterstellen, daß diese Kante  $\langle ji \rangle$  eine ‚typische‘ Kante von  $j$  ist und dessen Situation adäquat widerspiegelt. Unter Ausnutzung aller annahmegemäß bekannten Daten kann Knoten  $i$  nun folgendes Wahrscheinlichkeitsurteil  $p_{ij}$  über die Standardisierungswahrscheinlichkeit im Knoten  $j$  aufstellen, indem er so weit wie möglich versucht, dessen Entscheidungsverhalten zu imitieren:

$$p_{ij} = \frac{c_{ji}(n-1) - K_j}{c_{ji}(n-1)}$$

Der Zähler gibt die mögliche Nettoersparnis durch Standardisierung im Knoten  $j$  an unter der Annahme, daß alle Knoten standardisieren und diese Kante  $\langle ji \rangle$  (stellvertretend für alle dem  $i$  unbekanntes Kanten) repräsentativ für die Kommunikationskanten des Knoten  $j$  ist (best case). Der Nenner normiert den Bruch für nicht-negative  $K_j$  auf einen Wertebereich von 0 bis 1. In dem Falle, daß der Bruch einen Wert kleiner 0 annimmt, also  $c_{ji}(n-1) < K_j$ , soll  $p_{ij} = 0$  gelten. Damit gilt:

$$E[U(i)] = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{c_{ji}(n-1) - K_j}{c_{ji}(n-1)} c_{ij} - K_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} c_{ij} - K_i \quad (5)$$

Wendet man die Bewertungsfunktion (5) auf das Beispielnetzwerk der Abbildung 3 an, so ergeben sich folgende Werte:

$$E[U(1)] = -18,25 \quad E[U(2)] = -46,75 \quad E[U(3)] = -9,43 \quad E[U(4)] = -67,47 \quad E[U(5)] = -9,7$$

Damit standardisiert bei dezentraler Koordination kein Knoten, da alle Werte negativ sind; allerdings wird auch deutlich, daß die beiden in der zentralen Optimallösung

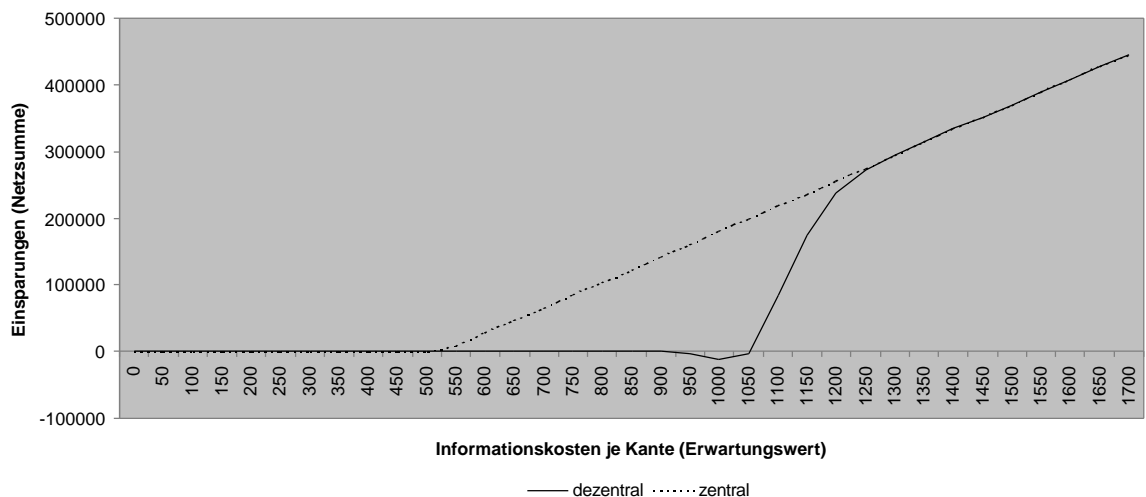
nicht standardisierenden Knoten 2 und 4 auch hier mit Abstand die geringsten  $E[U(i)]$  aufweisen.

Da der einzelne Akteur zunächst nicht in der Lage ist, die Standardisierungsentscheidungen seiner Kommunikationspartner zu beeinflussen, kann also *ex ante* nur ein Wahrscheinlichkeitsurteil über das Standardisierungsverhalten der anderen abgegeben werden. Natürlich fallen *ex post* die Kommunikationskosten ganz weg oder eben nicht, aber die hier beschriebene Unsicherheitssituation ist unter anderem gerade das Ergebnis der Annahme einer sehr beschränkten Kenntnis der Daten. Die dezentrale Modellierung ermöglicht die Vorhersage des Standardisierungsverhaltens in einem Netzwerk unter der Voraussetzung, daß (5) das tatsächliche Entscheidungsverhalten gut approximiert und bildet somit die Grundlage einer Vorhersage der Wirkung von verschiedenen Koordinationskonzepten. Solche Maßnahmen zur Beeinflussung der Entscheidungen über die Einführung von Standards setzen dann in der Regel auch an der Beeinflussung der Erwartungsbildung über die zukünftige Ausbreitung des Standards (installed base) oder an Kooperationsformen, die eine gemeinsame Realisierung von Standardisierungserlösen durch teilweise Internalisierung der Netzeffekte ermöglichen sollen, an. Im konkreten Falle obiger Modellierung bedeutet dies, daß untersucht werden kann, welchen Betrag ein Knoten bereit sein sollte, für eine Koordination im Sinne einer Beeinflussung seiner Kommunikationspartner (beispielsweise zur Erreichung von  $p_{ij}=1$  gegenüber bestimmten  $j$ ) aufzuwenden bzw. wie verschiedene Kooperationen konkret aussehen und welche Nutzen und Kosten sie verursachen können. Im nächsten Kapitel werden die Ergebnisse zentraler und dezentraler Koordination einander gegenübergestellt. Dazu wurde das Entscheidungsverhalten in einem dezentral koordinierten Netzwerk simulativ abgebildet und mit einer zentralen Koordination verglichen.

## **F. Vergleich der Koordinationsmechanismen**

In diesem Kapitel erfolgt ein Vergleich der beiden Koordinationsmechanismen. Das Standardisierungsverhalten in einem gemäß obiger Annahmen dezentralen Netzwerk kann durch eine Simulation abgebildet werden. Dazu wurden beispielhaft in einem Netz aus 20 Knoten die entscheidungsrelevanten Werte jeweils zufällig erzeugt und in die Bewertungsfunktion (5) eingesetzt. Für die Simulation wurden beispielhaft normalverteilte Informationskosten mit einer Standardabweichung von  $\sigma=200$  und nor-

malverteilte Standardisierungskosten mit  $\mu=10.000$  und  $\sigma = 1.000$  angenommen. Da bei relativ zu den Standardisierungskosten sehr geringen und sehr hohen Informationskosten die Ergebnisse beider Koordinationsmechanismen identisch sind und zu gar keiner bzw. vollständiger Standardisierung des Gesamtnetzes führen, wurde auf einen mittleren Wertebereich fokussiert. Eine kontinuierliche Erhöhung des Erwartungswertes der Informationskosten führte bei 100 Durchläufen je Entscheidungskonstellation und konstantem Erwartungswert der  $K_i$  zu dem Ergebnis der Abbildung 4, das die Entscheidungsqualität der Koordinationsmechanismen vergleicht. Hier sind gegen alternative Erwartungswerte  $E [c_{ij}]$  auf der Abszisse<sup>24</sup> die Kosteneinsparungen im gesamten Netzwerk durch die Standardisierungsentscheidungen abgetragen.<sup>25</sup> Es zeigt sich, daß analog zu den Aussagen oben nur in einem mittleren Bereich Abweichungen zur zentralen Koordination auftreten. Diese resultieren durchweg in geringere

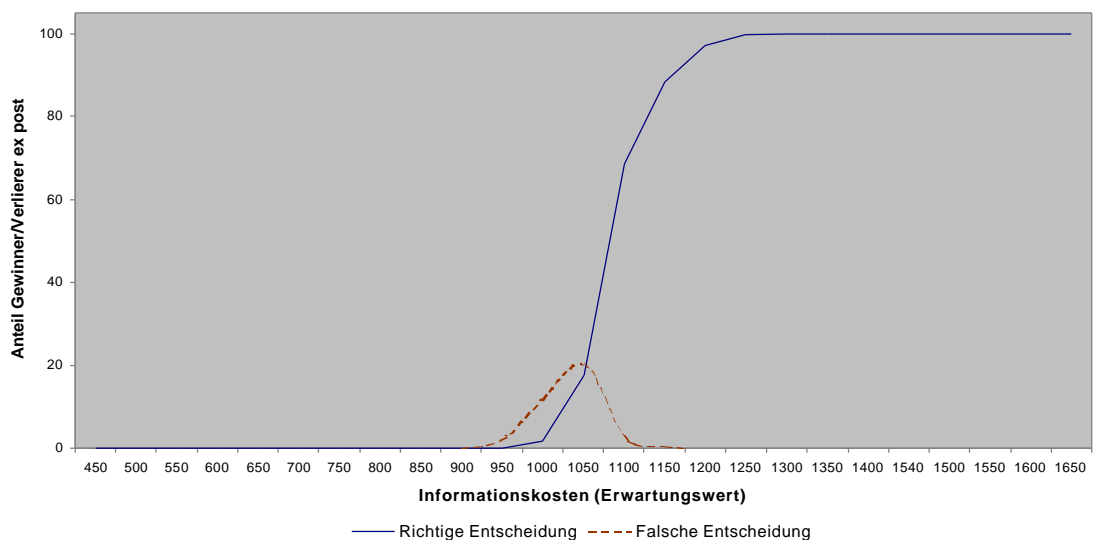


**Abbildung 4: Entscheidungsqualität des dezentralen Modells als netzweite Einsparung an Informationskosten ex post bei alternativen  $E[c_{ij}]$**

Kosteneinsparungen. Im Bereich der  $E [c_{ij}]$  zwischen 530 und 865 bewirkt Nichtstandardisierung bei dezentraler Koordination eine Kostenänderung von Null, während bei zentraler Koordination durch Standardisierung schon Einsparungen realisiert werden können. Im Bereich 866 bis 1.058 sinken die Einsparungen im (dezentralen) Netz leicht unter 0, die Gesamtkosten steigen also; aus Sicht des Gesamtnetzes wurden Fehlentscheidungen getroffen, da die Verschlechterungen in den einzelnen Knoten die Verbesserungen übersteigen. Solche Fehlentscheidungen sind bei zentraler Koordination nicht möglich, da ex post keine Abweichung vom ex ante geplanten Ergebnis entstehen kann und im Falle einer Kostenerhöhung eine Standardisierung eben

unterblieben wäre. Es standardisieren also, gemessen an einer zentralen Koordination, immer noch zu wenig Akteure. Während im ersten Bereich Einsparungspotentiale nicht realisiert werden, führt dies im letztgenannten Bereich zu Nachteilen, da nicht genügend Akteure standardisieren, um die Standardisierungskosten auszugleichen. Im Bereich 1.059 bis 1.281 standardisieren bei dezentraler Koordination 40,6 – 99,75 % der Akteure, wodurch sich die Einsparungen des Gesamtnetzes denen der zentralen Koordination (mit in aller Regel netzweiter Standardisierung) annähern und sie bei  $E[c_{ij}] = 1.282$  mit einer Standardisierungshäufigkeit von 100 % wieder erreichen.

Eine einzelne Aufschlüsselung der Verbesserungen und Verschlechterungen der Knoten bei dezentraler Koordination stellt Abbildung 5 dar. Die Abszisse zeigt wieder alternative Erwartungswerte der Informationskosten je Kante bei unveränderten Standardisierungskosten und die Ordinate den prozentualen Anteil derjenigen Knoten, die ex post durch Anwendung der Bewertungsfunktion (5) eine richtige bzw. falsche Entscheidung getroffen haben. Dabei wird unter falscher Entscheidung in Analogie zur obigen Definition einer Fehlentscheidung die Situation verstanden, daß ein Akteur ex ante einen positiven Erwartungswert einer Standardisierung ermittelt hatte, ex post allerdings nicht genug Einsparungen realisieren konnte, um die Standardisierungskosten auszugleichen. Die durchgehende Linie zeigt damit an, welcher Anteil aller Knoten je Durchlauf eine richtige Entscheidung, die gestrichelte, welcher Anteil die zuvor beschriebenen Fehlentscheidungen getroffen hat.



**Abbildung 5: Entscheidungsqualität als Anteil derjenigen Knoten, die sich bei alternativen  $E[c_{ij}]$  richtig bzw. falsch entschieden haben (jeweils in %)**

Diese Zusammenhänge haben natürlich streng genommen nur Gültigkeit für die zugrundeliegenden Parameterkonstellationen, strukturell ergeben andere Werte oder Verteilungsannahmen aber völlig analoge Ergebnisse. Insgesamt läßt sich feststellen, daß auch bei dezentraler Koordination die Standardisierungshäufigkeit *ceteris paribus* mit den  $c_{ij}$  und der Netzgröße steigt und mit den  $K_i$  fällt, was sich auch analytisch leicht durch partielle Differentiation zeigen läßt. Die Gefahr von Fehlentscheidungen bei dezentraler Koordination führt zu einer in einem mittleren Wertebereich tendenziell geringeren Standardisierungsbereitschaft. In diesem Bereich führt die völlig fehlende Koordination der Akteure teilweise zu Fehlentscheidungen im Sinne einer Kostenerhöhung für das Gesamtnetz oder einzelne Akteure, wobei die Lösungsgüte des zentralen Modells, gemessen in einer netzwerkweit kumulierten Kostengröße, natürlich nicht erreicht werden kann. Andererseits fallen keine Koordinationskosten an. Ober- und unterhalb dieses mittleren Bereiches führt die dezentrale Koordination des Netzwerkes mittels der vorgestellten Heuristik zur Bestimmung der  $p_{ij}$  zu identischen Ergebnissen wie die regelmäßig erheblich aufwendigere zentrale Koordination. Angesichts der Probleme einer zentralen Lösung und der durch sie entstehenden Kosten sind diese Ergebnisse ermutigend und bilden einen guten Ausgangspunkt für die Suche nach Kooperations- und Beeinflussungsformen, die die Entscheidungsqualität möglicherweise noch verbessern helfen können.

## **G. Zusammenfassung und Ausblick**

Die zentrale Koordination von Standardisierungsentscheidungen entspricht eher der Problemstellung innerhalb von Unternehmen oder eines Konzerns. Zur Lösung des zentralen Standardisierungsproblems wurde ein Modell vorgestellt, welches für ein gegebenes Kommunikationsnetzwerk die optimale Ausstattung der einzelnen Akteure mit Kommunikationsstandards ermitteln kann. Ein dezentrales Standardisierungsproblem ergibt sich, wenn verschiedene Akteure unabhängig voneinander über den Einsatz von Standards entscheiden. Es wurde ein dezentrales Modell vorgestellt, das in der Lage ist, das Standardisierungsverhalten von Akteuren unter der Annahme beschränkter Datenkenntnis und fehlender weisungsfähiger Hierarchien darzustellen. Allgemein steigt bei zentraler wie bei dezentraler Koordination die Standardisierungshäufigkeit *ceteris paribus* mit den Informationskosten und der Netzgröße (Anzahl der Akteure) und fällt mit den Standardisierungskosten. Ein simulativer Vergleich zeigt, daß dezentrale Koordination in der Regel zu weniger Standardisierung

führt. Damit geht die Nichtrealisierung einer kollektiven Kosteneinsparungsmöglichkeit einher, so daß sich die Frage stellt, auf welche Weise die einzelnen Akteure ihre netzeffektbedingt interdependenten Standardisierungsentscheidungen koordinieren können, ohne daß möglicherweise prohibitive Koordinationskosten entstehen. Die netzweit höhere Kostenersparnis bei zentraler Koordination ist ein kritischer Kostenwert, der die maximalen Koordinationskosten beschreibt, zu denen eine zentrale Lösung noch vorteilhaft sein kann. Dieser Wert entspricht dem senkrechten Abstand der Kurven der Abbildung 4.

Obige Aussagen beschreiben eine Vielzahl empirisch beobachtbarer Phänomene. Prominentes Beispiel für die Probleme der Etablierung eines letztlich von allen gewünschten Standards ohne eine zentrale Koordination ist der Kampf um Videocassettenformate.<sup>26</sup> Hier kämpften mehrere Systeme (Standards), vor allem Sonys Betamax und Matsushita/JVCs VHS, um die Marktherrschaft, wobei sich letztlich das technologisch wohl unterlegene VHS-System durchsetzen konnte, was für die Nutzer anderer Systeme mit erheblichen Wechselkosten verbunden war, sie hatten mangels Information den falschen Standard eingeführt. Auch wird in der Modellierung deutlich, daß relativ zu den Informationskosten niedrige Standardisierungskosten die Durchsetzungswahrscheinlichkeit für einen Standard maßgeblich erhöhen. Viele erfolgreiche Innovationen der letzten Jahre aus dem IuK-Bereich waren dann auch das Ergebnis sehr geringer Standardisierungskosten. Beispiele sind Firmen wie Microsoft, die ihren eigenen Netbrowser verschenken, oder Sun Microsystems mit der Programmiersprache Java.

In einem nächsten Schritt sollen die Kosten- und Nutzengrößen der Modellierung mit Kooperationspartnern in der Praxis empirisch erhoben werden, um auch konkrete quantitative Aussagen über das Standardisierungsproblem machen zu können. Speziell die Informations- und Koordinationskosten bei zentraler Koordination sowie der Anstieg der Kosten bilateraler Koordination mit der Anzahl der Koordinationspartner sollen zum einen eine Überprüfung der Modellierung anhand historisch beobachteter Standardisierungsprozesse und zum anderen eine Dynamisierung im Hinblick auf die Berücksichtigung der Nutzung von Standards in mehreren Perioden ermöglichen. Damit stellt sich dann auch das Problem des optimalen Standardisierungszeitpunktes. In einem dritten Schritt soll eine Endogenisierung der auszutauschenden Informatio-

nen auch die Frage beantworten helfen, mit wie vielen Partnern es für einen Knoten optimal ist, überhaupt eine Informationsbeziehung zu unterhalten.

Damit kann die vorgestellte Modellierung eine Grundlage bilden für Untersuchungen der Wirkung verschiedener Koordinationsdesigns bezüglich deren Kosten und Nutzen. Durch zielentsprechende Anreizsetzung und/oder lokale Kooperation scheint für den einzelnen Akteur eine Verbesserung der Entscheidungsqualität im Sinne einer Realisierung höherer Einsparungspotentiale durch richtige Standardisierung bzw. eine Reduzierung oder sogar Verhinderung der Gefahr von Fehlentscheidungen erreichbar zu sein. Allgemein kann beispielsweise jeder Akteur den für sich maximal möglichen Nutzen einer Standardisierung als Differenz aller seiner Kanten- und Standardisierungskosten angeben. Ein Teil der positiven Differenz zu seinem aktuellen (ex ante) Erwartungswert könnte dazu verwendet werden, anderen Knoten Prämien zu zahlen, damit sie einen bestimmten Standard einführen.<sup>27</sup> Ebenso könnte ein großes Unternehmen, bzw. ein Unternehmen mit hohen Kantenkosten  $c_{ij}$ , für bestimmte Standards Optionen verschenken, die zusichern, die Nutzenminderungen im Falle einer Fehlentscheidung zu tragen. Vielleicht sind risikoscheue Akteure auch bereit, einen nicht unerheblichen Betrag für solch eine Option auszugeben. Problematisch ist hierbei allerdings der Nachweis des tatsächlichen Schadensfalles, also einer Fehlentscheidung. Gibt es Intermediäre im Netzwerk, die als Dienstleistung die Transformation von unternehmensspezifischen Daten in ein Standardformat anbieten, so stellt dieses Outsourcing eine weitere Alternative für die Akteure dar. Sie können die Standardisierungskosten sparen, müssen aber für die Dienstleistung eine Gebühr zahlen, was sich, soweit die Gebühren niedriger als die Einsparungen sind, als nur teilweises Einsparen der  $c_{ij}$  darstellen läßt. Diese Alternative ähnelt dem Optionsvorschlag, da sie Risiko vermindern kann; durch die Intermediärsleistung ist die Standardisierungsentscheidung auch ex ante risikofrei und kann so zu einer tendenziell vermehrten Kommunikation beitragen. Ebenso könnte ein Akteur, der mehrere Standards implementiert hat, diesen Dienst anbieten und so seine eigenen Kosten zu reduzieren helfen.<sup>28</sup>

Die Frage, inwiefern das dezentrale Modell eine zentrale Koordination ersetzen kann, ist letztlich die Frage, ob die kollektiven Ziele eines gesamten Netzwerkes durch eine Aggregation von individuellen Nutzenwerten repräsentiert werden können.

## H. Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Projektes „Auswahl und Gestaltung von Standards“, das Teil des Sonderforschungsbereiches „Vernetzung als Wettbewerbsfaktor“ ist. Die Autoren bedanken sich bei der DFG und dem Land Hessen für die Unterstützung.

## Anmerkungen

<sup>1</sup> Vgl. z. B. Katz/Shapiro (1985) oder Farrell/Saloner (1988).

<sup>2</sup> Katz/Shapiro (1985), S. 424.

<sup>3</sup> Vgl. Besen/Farrell (1994), S. 117.

<sup>4</sup> Mit Standardisierung ist stets die Einführung eines Kommunikationsstandards bei einem Entscheidungsträger gemeint. Dabei sollen die Schnittstellen der jeweiligen Systemelemente standardisiert werden, d. h. die unterschiedlichen, heterogenen Systemkomponenten können ihre Kommunikation durch Standardisierung unterstützen, ohne negative Begleiterscheinungen in Form von Individualitätsverlusten (bei vollständiger Vereinheitlichung der Systemelemente) hinnehmen zu müssen. Die sonstigen Eigenschaften der Systemelemente bleiben also von einer Standardisierung unberührt, vgl. Buxmann (1996), S. 11-14.

<sup>5</sup> Vgl. Farrell/Saloner (1985), Farrell/Saloner (1986), Katz/Shapiro (1986), Katz/Shapiro (1992). Ein Beispiel hierfür ist MS-DOS, das sich wohl nicht wegen technischer Überlegenheit durchsetzen konnte, sondern da es durch IBM unterstützt wurde.

<sup>6</sup> Vgl. Dybvig/Spatt (1983), Kindleberger (1983).

<sup>7</sup> Vgl. Katz/Shapiro (1986), S. 824.

<sup>8</sup> Vgl. z. B. Müller-Merbach (1973), S. 238-241 oder Neumann (1991), S. 11.

<sup>9</sup> Die Begriffe Netz und Netzwerk werden synonym verwendet.

<sup>10</sup> Vgl. z. B. Emmelhainz (1993), S. 8-11.

<sup>11</sup> Vgl. Niggli (1994), S. 61, Picot/Neuburger/Niggli (1993).

<sup>12</sup> In der Entscheidungstheorie ist der Informationswert definiert als die Differenz des Gewinnerwartungswertes mit und ohne Information. Ist dessen Differenz mit den Informationskosten wiederum positiv, lohnt die Informationsbeschaffung. Vgl. Laux (1995), S. 289-310.

- <sup>13</sup> Z. B. erzielte Hewlett Packard durch den Einsatz von EDI jährliche Kosteneinsparungen in Höhe von 200 Millionen DM (vgl. Schumann (1990)), General Motors spart durch EDI \$ 200 je Auto, die amerikanische Air Force erwartet eine Ersparnis von 2 % des Wertes jedes elektronisch gekauften Gutes, was jährlich über \$ 50 Millionen ergibt. Allgemein wird geschätzt, daß EDI im Durchschnitt aller Branchen eine Kostenreduktion in Höhe von 5 - 6 % des Umsatzes ermöglicht, vgl. Emmelhainz (1993), S. 17-29.
- <sup>14</sup> Ein EDI-Spezialist bei Price Waterhouse meint, ein typisches Unternehmen sollte mit \$ 1 Million für die Einführung von EDI rechnen, vgl. Marcella/Chan (1993), S. 5. Dagegen belaufen sich alleine die durchschnittlichen Personalkosten einer SAP R/3-Einführung auf 3 Millionen DM, vgl. Buxmann/König (1997).
- <sup>15</sup> Mit expliziter Berücksichtigung der Änderung des Informationswertes vor ( $w_{ij}^v$ ) und nach ( $w_{ij}^n$ ) Standardisierung ergibt sich  $c_{ij} = c_{ij}^v - c_{ij}^n + w_{ij}^n - w_{ij}^v$ .
- <sup>16</sup> Die Interpretation des Gesamtoptimums als Summe der Einzeloptima impliziert sowohl einen kardinalen als auch einen intersubjektiv vergleichbaren Nutzen. Die hiermit verbundenen Probleme werden nicht untersucht, vgl. hierzu z. B. Kelly (1978) oder Bossert/Stehling (1990).
- <sup>17</sup> Vgl. die Zielfunktion (1).
- <sup>18</sup> Vgl. die Zielfunktion (4) bzw. (5).
- <sup>19</sup> Präzise erzwingt (2) für  $x_i+x_j < 2$  die Indikatorvariable  $y_{ij}$  den Wert 1 anzunehmen. Für den Fall  $x_i+x_j = 2$ , also die bilaterale Standardisierung, wird  $y_{ij}$  durch (1) gleich 0.
- <sup>20</sup> Für eine alternative Möglichkeit der Formulierung des Optimierungsproblems vgl. Kettani/Oral (1990) oder für eine Anwendung Schober (1994). Zur Lösung des Standardisierungsproblems kommen auch heuristische Lösungsverfahren wie etwa naturanaloge Verfahren wie Simulated Annealing (vgl. z. B. Wendt (1995)) in Frage. Vgl. Buxmann (1996), S. 49-57.
- <sup>21</sup> Ein ähnliches Problem ergibt sich, soweit für die Bereitstellung eines unternehmensinternen Kommunikationssystems Gemeinkosten anfallen, die den einzelnen Knoten nicht ohne weiteres zugerechnet werden können. Es stellt sich die Frage nach einer zielentsprechenden Verteilung dieser Kosten auf die Knoten. Qualitativ betrifft dies aber nicht den modellierten Trade-Off zwischen Standardisierungskosten und -erlösen.

- <sup>22</sup> Was nutzt ein Telephon, wenn sonst keiner eines besitzt?
- <sup>23</sup> Dies ist zugleich die zentrale Optimallösung.
- <sup>24</sup> Ein völlig analoges Ergebnis ergibt sich, wenn auf der Abszisse anstelle steigender Informationskosten sinkende Standardisierungskosten gegen konstante Informationskosten abgetragen werden.
- <sup>25</sup> Die einer dezentralen Perspektive zunächst fremde Saldierung der einzelnen Ergebnisse der Knoten zu einer Netzsumme ist natürlich nur vor dem Hintergrund der Vergleichbarkeit mit einer zentralen Perspektive sinnvoll.
- <sup>26</sup> Vgl. hierzu z. B. Thum (1995), S. 126-129 und S. 139-145.
- <sup>27</sup> Vgl. hierzu das Beispiel der Abbildung 2.
- <sup>28</sup> Vgl. Westarp et al. (1997) zu einer ausführlichen Modellierung.

## Literatur

- Besen, S. M./Farrell, J. (1994): Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8 (1994), Nr. 2, S. 117-131.
- Bossert, W./Stehling, F. (1990): *Theorie kollektiver Entscheidungen*, Berlin 1990.
- Buxmann, P. (1996): *Standardisierung betrieblicher Informationssysteme*, Wiesbaden 1996.
- Buxmann, P./König, W. (1997): Empirische Ergebnisse zum Einsatz der betrieblichen Standardsoftware SAP R/3, in: *Wirtschaftsinformatik* 39 (1997), S. 331-338.
- Dybvig, P. H./Spatt C. H. (1983): Adaption externalities as public goods, in: *Journal of Public Economics*, Vol. 20 (1983), S. 231-247.
- Emmelhainz, M. A. (1993): *EDI: A Total Management Guide*, New York 1993.
- Farrell, J./Saloner, G. (1985): Standardization, Compatibility, and Innovation, in: *Rand Journal of Economics* 16, 1985, S. 70-83.

- Farrell, J./Saloner, G. (1986): Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation, in: *The American Economic Review*, Vol. 76, Nr. 5 (Dezember 1986), S. 940-955.
- Farrell, J./Saloner, G. (1988): Coordination through committees and markets, in: *Rand Journal of Economics*, Vol. 19, Nr. 2 (Sommer 1988), S. 235-252.
- Katz, M. L./Shapiro, C. (1985): Network externalities, competition, and compatibility, in: *The American Economic Review*, Vol. 75, Nr. 3 (Juni 1985), S. 424-440.
- Katz, M. L./Shapiro, C. (1986): Technology adoption in the presence of network externalities. in: *Journal of Political Economy*, Vol. 94 (1986), Nr. 4, S. 822-841.
- Katz, M. L./Shapiro, C. (1992): Product Introduction with Network Externalities, in: *Journal of Industrial Economics*, 40 (1992), S. 55-83.
- Kelly, J. S. (1978): *Arrow impossibility theorems*, New York 1978.
- Kettani, O./Oral, M. (1990): Equivalent Formulations of Nonlinear Integer Problems for Efficient Optimization, in: *Management Science* 36 (1), S. 115-119.
- Kindleberger, C. P. (1983): Standards as Public, Collective and Private Goods, in: *KYKLOS*, Vol. 36 (1983), S. 377- 396.
- Laux, H. (1995): *Entscheidungstheorie 1, Grundlagen*, 3. Auflage, Berlin 1995.
- Marcella, A. J./Chan, S. (1993): *EDI Security, Control, and Audit*, Norwood 1993.
- Müller-Merbach, H. (1973): *Operations Research: Methoden und Modelle der Optimalplanung*, 3. Auflage, München 1973.
- Neumann, K. (1991): Graphen und Netzwerke, in: Gal, Thomas (Hrsg.): *Grundlagen des Operations Research*, Bd. 2, 3. Auflage, Berlin, 1991, S. 3-164.
- Niggel, J. (1994): *Die Entstehung von Electronic Data Interchange Standards*, Wiesbaden 1994.

- Picot, A./Neuburger, R./Niggel, J. (1993): Electronic Data Interchange (EDI) und Lean Management, in: Zeitschrift für Führung und Organisation, Nr. 1/1993, S. 20-25.
- Schober, Franz (1994): Modellgestützte Kapazitäts- und Konfigurationsplanung für ein Bürokommunikationssystem, in: Informatik Forschung und Entwicklung (1994) 9, S. 1-8.
- Schumann, M. (1990): Abschätzung von Nutzeffekten zwischenbetrieblicher Informationsverarbeitung, in: Wirtschaftsinformatik 32 (1990), S. 307-319.
- Thum, M. (1995): Netzwerkeffekte, Standardisierung und staatlicher Regulierungsbedarf, Tübingen 1995.
- Wendt, O. (1995): Tourenplanung durch Einsatz naturanaloger Verfahren, Wiesbaden 1995.
- Westarp, F. v./Weber, S./Buxmann, P./König, W. (1997): Communication Services Supplied by Intermediaries in Information Networks: The EDI Example, SFB 403 Research Report (97-2).

### **Zusammenfassung**

Die Entscheidung über die Auswahl von Kommunikationsstandards hat grundlegende Bedeutung für jede Interaktion sowie für die Koordination wirtschaftlicher Aktivitäten. Dieses Entscheidungsproblem ("das Standardisierungsproblem"), das vornehmlich aus netzeffektbedingten Interdependenzen resultiert, kann sich sowohl aus zentraler als auch aus dezentraler Perspektive stellen. Für beide Koordinationsformen wird ein Modell entwickelt, das die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Standards auf der Basis ökonomischer Parameter abbildet. Es zeigt sich, daß bei zentraler Koordination i. d. R. häufiger standardisiert wird, aber auch, daß diese Koordinationsform zu Problemen führt, die in realistischen Entscheidungssituationen eine Lösungsfindung verhindern können, so daß eine dezentrale Koordination angezeigt ist. Die

Modellierung ermöglicht darüber hinaus die Untersuchung weitergehender Kooperationsformen zwischen Akteuren in Kommunikationsnetzen.

### **Summary**

Choosing the right set of communications standards is fundamental for any kind of interaction and especially for the coordination of economic activities. This decision problem, more generally referred to as "the standardization problem", mainly results from interdependencies due to positive network effects. The problem arises differently in centralized and decentralized networks. Therefore, separate models for both of these coordination forms are developed. Based on economic parameters the advantages and disadvantages of using standards are illustrated. Generally, a higher degree of standardization is expected in centrally coordinated networks. Additionally, it becomes clear that in real world practical application the means of centralized coordination are limited, e. g. because of prohibitive coordination costs, thus decentralized coordination might be required. The model can also be used to analyze and evaluate further cooperation forms between participants in communication networks.