

# Open Source – Marktmodelle und Netzwerke

Markus Nüttgens, Enrico Tesei

Heft 158

Hrsg.: Prof. Dr. Dr. h.c. A.-W. Scheer  
Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi),  
Universität des Saarlandes, Im Stadtwald, Gebäude 14.1, D - 66123 Saarbrücken,  
phone: (+49) 681-302-3106, fax: (+49) 681-302-3696,  
email: [iwi@iwi.uni-sb.de](mailto:iwi@iwi.uni-sb.de)

Saarbrücken, Januar 2000

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Open Source - Marktmodelle .....</b>	<b>2</b>
1.1	Tauschhandel.....	3
1.2	Neue Institutionenökonomik .....	9
<b>2</b>	<b>Open Source - Netzwerke.....</b>	<b>13</b>
2.1	Spezialisierung .....	14
2.2	Marktwirtschaftliche Effizienz.....	14
2.3	Innovationswettbewerb.....	16
2.4	Kosten- und Preiswettbewerb.....	18
2.5	Koordination und Bestandssicherung von Unternehmensnetzwerken .....	19
<b>3</b>	<b>Open Source – Ausblick.....</b>	<b>21</b>

*Es muß ein neues Zwischenmodell geben,  
in dem die freie Software-Szene das tut, worin sie gut ist  
und die kommerzielle Gemeinde das tut,  
was sie gut kann (außer die Leute über das Ohr zu hauen)*

*Larry Wallt*

## 1 Open Source - Marktmodelle

Open Source Software ist durch den spontanen Tausch von Quellcode zwischen Entwicklern und Benutzern geprägt. Gemeinhin wird unter Tausch das gegenseitige Geben und Nehmen von Gegenständen, Symbolen und Zeichen verstanden.<sup>1</sup> Hierbei können im wesentlichen zwei Tauschformen unterschieden werden: Der symbolische Tausch, dessen Zweck die Etablierung von sozialen Beziehungen und Bindungen durch den Austausch von Gegenständen ist, und der wirtschaftliche Tausch, der primär den Austausch von Gegenständen unter dem Aspekt einer Ressourcenoptimierung betrifft. Der wirtschaftliche Tausch tendiert dazu, traditionelles Gemeinwesen zu ersetzen und nach Prinzipien neu zu ordnen, die seiner weiteren Expansion förderlich sind. Der symbolische Tausch dagegen ist ein bewahrender, bindender und integrierender Mechanismus. Während der wirtschaftliche Tausch nur eine Beziehung beschreibt, stellt der symbolische Tausch die den Menschen inhärente Eigenschaft dar, ihre Identität durch die Überwindung gegenseitiger Fremdheit herzustellen. Aus ökonomischer Perspektive verlagert sich das Interesse am Tausch auf die Analyse von Austauschrelationen. Die Theorie des Tauschs soll zum einen die Grundlagen der ökonomischen Logik beschreiben und zum anderen zu Verhaltensgleichungen führen. Da das Verhalten sozial ist, ergeben sich bei der Erklärung endlose Verwicklungen, die aber nach Homans aus der Verflechtung nur einiger grundlegender Prinzipien folgen:<sup>2</sup>

1. *Die Erfolgshypothese:* Je häufiger die Aktivität einer Person belohnt wird, mit um so größerer Wahrscheinlichkeit wird diese Person die Aktivität ausführen.

---

<sup>1</sup> Haesler, A. J.: Tausch und gesellschaftliche Entwicklung, zur Prüfung eines liberalen Topos, Diss., St. Gallen 1983, S. 1.

<sup>2</sup> Vgl. Homans, G. C.: Social Behaviour: Its Elementary Forms, New York 1974, S. 58.

2. *Die Reizhypothese:* Wenn in der Vergangenheit ein bestimmter Reiz oder eine Menge von Reizen eine Aktivität begleitet hat und belohnt worden ist, dann wird eine Person um so eher diese oder eine ähnliche Aktivität ausführen, je ähnlicher die gegenwärtigen und die vergangenen Reize sind.
3. *Die Werthypothese:* Je wertvoller die Belohnung einer Aktivität für eine Person ist, desto eher wird sie diese Aktivität ausführen.
4. *Die Entbehrungs-Sättigungs-Hypothese:* Je öfter eine Person in der nahen Vergangenheit eine bestimmte Belohnung erhalten hat, desto weniger wertvoll wird für sie jede zusätzliche Belohnungseinheit.
5. *Die Frustrations-Aggressions-Hypothese:* Wenn die Aktivität einer Person nicht wie erwartet belohnt oder unerwartet bestraft wird, wird diese Person ärgerlich und im Ärger sind die Ergebnisse aggressiven Verhaltens belohnend.

Diese fünf Hypothesen stellen das Grundgerüst des Homan'schen Ansatzes dar, aus dem durch formallogische Deduktion soziale Phänomene erklärt werden sollen.<sup>3</sup>

## 1.1 Tauschhandel

Im folgenden soll die klassische Tauschtheorie auf das Open-Source-Modell übertragen werden. Wenn einem Individuum nicht mehr als zum Überleben notwendige Mittel zur Verfügung stehen, entfallen sachbezogene Statusunterschiede. Prestige können in dieser Situation im Homan'schen Ansatz besonders gute Jäger erlangen und übertragen auf das Open Source Ökosystem sind dies die Entwickler. Prestige erlangen außerdem besonders produktive Hausgemeinschaften. Im Falle des Open Source Ökosystems sind dies Projekte wie KDE, an denen mehrere Entwickler arbeiten. Dies ist aber nur dadurch möglich, daß Mehrprodukte großzügig verteilt werden, hier ist der offene Quellcode der entscheidende Faktor.

Das Fehlen von Lagermöglichkeiten, wie z. B. das Lagern von Ideen durch Lizenzen, verhindert Eigentumbildung und fördert damit die Bildung abhängiger Gefolgschaften. Hier

wird die Grundlage zur Bildung von Interessengemeinschaften und zur Bildung von Allianzen gelegt. Geistiges Eigentum lagert sich im Quellcode und besonders auch in den Personen, die den Quellcode schreiben und/oder ihn gut kennen. Auch wenn er frei erhältlich ist, gibt es besonders gut eingeweihte, die den Clan-Kern bilden, ihre (abhängige) Gefolgschaft haben und die bei schweren oder großen Projekten ohne viel Konkurrenz arbeiten und Prestige durch Mehrprodukte erzeugen. Eine einzelne Person kann aber Mehrprodukte nicht lagern, folglich kein Eigentum bilden, kein Gefolge bekommen und Mehrprodukte, wie z. B. konstruktive Ideen, sind wertlos. Folglich wird man einen Clan bilden oder beitreten, damit Ideen einen Wert bekommen. Solange der symbolische Tausch durch seine Bindungsqualität die Subjektivierung, d. h. die persönliche Beurteilung der Gegenstände aufrecht erhält, ist weder eine Expansion des Tauschhandels möglich noch eine Strukturveränderung der Organisationsprinzipien vorstellbar. Erst von dem Moment an, wo der symbolische Tausch in die Krise gerät, wo zunehmend symbolische Gegenstände entsubjektiviert werden, wird eine Produktion für den Tauschhandel zu einer verwirklichtbaren gesellschaftlichen Option. Dabei handelt es sich um einen evolutionären Lernprozeß.

Mit der veränderten Haltung gegenüber Tauschobjekten, denn man übergibt nicht mehr einen Teil seiner selbst, erhalten sie die Charakteristika wirtschaftlicher Güter wie Fungibilität, Akkumulierbarkeit, Teilbarkeit, Vergleichbarkeit usw.. Der Wert eines Tauschobjekts wird also nicht mehr an seiner ihn auszeichnenden Bindung festgestellt, sondern durch den Vergleich mit anderen. Durch den festgestellten Wert werden immer mehr Objekte für den Tauschhandel verfügbar und für die Gesellschaft auch akkumulierbar.

Das Produktionsziel ist nicht mehr auf die unmittelbare Existenzsicherung gerichtet, sondern verlagert sich auf die Produktion von Überschüssen, die teils akkumuliert (bei Open Source in Clans, bei Microsoft in Lizenzen), teils gehandelt werden. Diese Überschüsse erlauben es, Ressourcen nicht in der unmittelbaren Produktion einzusetzen, sondern statt dessen in Forschung und Innovation, wie bei Microsoft. Bei Open Source-Software gibt es keine derartigen Überschüsse, da es keine strikte Trennung von Produktion und Forschung gibt. Der Fleißige wird Clans oder Lizenzen (Lager) bilden, seine Weitergabe an bestimmte Bedingungen knüpfen, wie beispielsweise Microsoft mit non-disclosure agreements, bei Open

---

<sup>3</sup> Vgl. Homans, G. C.: Fundamental Social Processes, 1972, S. 61.

Source-Projekten GP-Licenses. Die Bildung solch abhängiger Beziehungen führt zu Machtstrukturen, zur Teilung der Gesellschaft in Closed und Open Source, zu Machtzentren, wie Firmen, Allianzen, Distributoren oder Persönlichkeiten sowie evt. bald große Firmen (IBM-Apache), die nicht nur die Akkumulation des Mehrprodukts anvisieren, sondern die gesamte Redistribution.

Die Nachfrage nach technischen Neuerungen setzt oft genau zu dem Zeitpunkt ein, wo das Produktionsniveau der Software-Industrie zu stagnieren beginnt und sich ein Nachfrageüberschuß abzeichnet. Beispielsweise wurde die Innovationsrate bei Microsoft geringer, da der Anschluß an die Internet-Entwicklung verpaßt wurde, weshalb Microsoft seinen Browser verschenken mußte und den Kundenanforderungen nicht mehr in vollem Maße gerecht wurde. Die Gemeinschaft, in unserem Szenario also die Community, kann als ein nach Autarkie strebendes und nach eigenen ökonomischen Gesetzmäßigkeiten funktionierendes Gemeinwesen beschrieben werden. Unter dem Aspekt des symbolischen Tausches sind folgende Eigenschaften dieses Gemeinwesens relevant:<sup>4</sup>

1. Die Kontrolle des Arbeitsprodukts, d. h. die beschränkte Veräußerbarkeit eines produzierten Gegenstandes, bzw. das Maß seiner Subjektivierung im Sinne der persönlichen Beurteilung. Im Open Source-Umfeld werden diese Eigenschaften durch die freie Verfügbarkeit des Quellcodes und einer Open Source-Lizenz sichergestellt.
2. Die Kontrolle des Arbeitsprozesses, d. h. der Arbeitsgestaltung, der Arbeitszeit und der Arbeitsteilung. Open Source-Communities sind selbstorganisierende Interessengemeinschaften, die autonom sind und sich selbst kontrollieren.
3. Die Kontrolle der Arbeitsmittel, bzw. der Arbeitsgegenstände, d. h. bei Open Source-Software die Entwicklungsumgebung und -werkzeuge, wie beispielsweise Programmiersprachen, Compiler usw..

Auf allen drei Ebenen fungiert der Tausch als Kontrollmedium. Während der wirtschaftliche oder Markttausch die freie Fungibilität, d. h. Austauschbarkeit, Einsatz- und Verwendbarkeit

---

<sup>4</sup> Vgl. Haesler, A. J.: Tausch und gesellschaftliche Entwicklung, zur Prüfung eines liberalen Topos, Diss., St. Gallen 1983, S. 269.

der Waren sowie die Loslösung des Arbeitsprozesse von sozialen und kulturellen Regeln und Normen verlangt und zugleich auch die Separierung vom symbolischem Bezug zum Arbeitsgegenstand voraussetzt, wirkt der symbolische Tausch in entgegengesetzter Richtung. Er integriert das Gemeinwesen, d. h. die Community nicht nur als symbolisch verankerte Sozialform, sondern verbindet damit auch die Subjektivierung der Objekte, die Einbettung des Arbeitsprozesses in ein System sozialer Bindungen und die Verankerung des Gemeinwesens in einen symbolisch-wechselseitigen Bezug zum Arbeitsgegenstand, der Software. Davon zeugen die komplexen, gewohnheitsrechtlich verankerten Tauschpraktiken im Internet.

Der gesamte Entwicklungsprozeß vom frühen Hackertum bis zur Marktgesellschaft ließe sich als Entwicklung der Beziehung zur Software, zunächst als Arbeitsgegenstand, dann als Arbeitsmittel und schließlich als Produktionsmittel begreifen. Die Informationsrevolution markiert den Übergang von Software als Arbeitsmittel zur Software als Produktionsmittel. Zwar werden in die Softwareproduktion immer mehr Ressourcen von Softwareproduzenten investiert, doch geschieht dies weniger aus regenerativen Gründen als aus Gründen der Ertragssteigerung. Bei Open Source ist die regenerative Fähigkeit zwingend, deshalb besteht die Pflicht zur Dokumentation des Quellcodes und der Schnittstellen samt Offenlegung; dies ist zwar eine unangenehme Arbeit, aber Pflicht<sup>5</sup>, da sonst der Produktionsprozeß nicht effektiv funktionieren würde.

Je mehr traditionelle Unternehmen in die Produktion von Software investiert hatten um ihre Ertragskraft zu steigern, um so mehr Ressourcen mußte in erhaltende und erneuernde Maßnahmen investiert werden, wie beispielsweise Marketingmaßnahmen, so daß der Grenznutzen jeder zusätzlich investierten Einheit sank. Bei Open Source gibt es kein Ertragssteigerungsziel. Die Ressourcenallokation funktioniert nach einem anderem Mechanismus und ist effektiver, weil es Investition und Grenznutzen ausbalanciert. Dies führt zu der Frage, ob der Übergang von Open Source zu Closed Source ökonomisch zu rechtfertigen ist. Die durch die Informationsrevolution bewirkte Relativierung der symbolischen Kontrolle der Software ging auch einher mit einer Relativierung der Software als symbolisches Eigentum, das ebenso die Identität des Gemeinwesens (der Community) verbürgte wie die Persönlichkeit seiner Mitglieder. Auf der Software gründeten nicht nur

Rechte, die schwer übertragbar waren, sondern ihr Eigentumstitel begründete zugleich die Integration der Projektgruppe in das Gemeinwesen (Community).

Als Folge des Kontrollverlusts über die Software und schließlich durch die Loslösung der sachlichen und symbolischen Bande zwischen der Projektgruppe und ihrer Lebensgrundlage gerät auch das Arbeitsprodukt unter die außerprojektliche Kontrolle des wirtschaftlichen Tausches. Während die formelle Struktur des Projekts weiterexistiert, wandelt sich die Produktionsweise zu einem reinen Arbeitszusammenhang. Während im Hackertum die produzierte Software in dem Sinne symbolisches Eigentum war als sie für die Aufrechterhaltung des technisch-versierten Autarkiestatus konstitutiv war, gehören sie jetzt dem arbeitgebenden Unternehmen. Der Wegfall der durch den symbolischen Tausch vermittelten Kontrolle über die Arbeitsprodukte bedeutete zum einen die Zwangsintegration in den Markt und die Zerstörung der traditionellen Autarkie, zum anderen die zunehmende Entfremdung zwischen Produkt und Produzent, die sich zunächst als Widerspruch zwischen subjektiver Eigentumsanmaßung und objektiver Eigentumslosigkeit artikulierte. Dies hatte auch eine progressive Auflösung der hackermäßigen Sozialstrukturen in den frühen 80er Jahren zur Folge, in denen die Projekte nicht mehr als autarke Einheiten fungierten, sondern als Marktkonkurrenten.

Immerhin überlebte noch ein traditioneller Zusammenhang, der sich in vielfältigen Widerstandsformen zumindest symbolisch (hauptsächlich im akademischen Bereich) gegen den sog. kapitalistischen Kolonisierungsprozeß zur Wehr setzen konnte. Das Widerstands- und Protestverhalten und die gegen die Macht des Softwareproduzenten gerichteten Reaktionen wie Diebstahl, Innovationsträgheit, Inflexibilität und hohe Transaktionskosten verliehen nach Dahlheimer der Community nicht nur eine gegen den sog. kapitalistischen Expansionsprozeß gerichtete Ungleichheit, sie demonstrierten auch in ihrer Forderung nach Beibehaltung einer traditionellen Kultur, Gesellschaft und Wirtschaft die Existenzberechtigung eines anderen als des kapitalistischen Lebenszusammenhangs<sup>6</sup>.

Ungerecht ist somit ein Tausch, der die gemeinschaftlichen und freundschaftlichen Normen

---

<sup>5</sup> Vgl. Raymond, E. (Hrsg.): The Cathedral and the Bazaar,  
<URL: <http://www.tuxedo.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/>>, online: 23.09.99.

<sup>6</sup> Vgl. Dahlheimer, K.: Freiberufler-Info,  
<URL: <http://www.computerwoche.de/info-point/pop-news/drucken.cfm?id=12769>>, online: 09.11.99.

verletzt bzw. bedroht und nicht etwa ein ungleicher Austausch. So gilt innerhalb einer Community generell das Institut der proportionalen Gleichheit im Austausch, z. B. wenn ein Entwickler von hohem Rang seinem Status entsprechend weniger empfängt als er selbst einem Entwickler oder Anwender von niederem Rang leistet. Tauschgerechtigkeit ist somit einerseits von der sozialen Distanz der Tauschpartner abhängig und andererseits steht sie funktional zur Erhaltung des seelischen Wohlbefindens.<sup>7</sup>

Das Marktmodell der Ordnung ist eine Lösung, die in klassischer Weise von Adam Smith vorgetragen wurde. Danach entsteht soziale Ordnung unter Selbstinteressierten spontan und dadurch, daß Individuen von sich aus Anreizen folgen ihr Verhalten wechselseitig aneinander anzupassen ohne eine externe Steuerung durch Zwang oder eine interne Steuerung durch moralische Werte. Gerade weil jeder Akteur zur Befriedigung seiner Wünsche darauf angewiesen ist, daß er mit anderen kooperiert, wird er sich bemühen seinen eigenen Interessen zu dienen indem er gleichzeitig diejenigen anderer fördert.<sup>8</sup> Die unsichtbare Hand des Marktes leitet die Akteure, ihre Kapazitäten und Ressourcen in produktiver Weise zu nutzen, sich zu spezialisieren und die Produkte zu tauschen. Individuelle Kapazitätsunterschiede und Komplementarität von Kontrolle über knappe Ressourcen sind also Faktoren, die Anreize zur Kooperation (Tausch) bereitstellen und einen kollektiv optimalen Zustand herbeiführen.<sup>9</sup> Nach Adam Smith ist davon auszugehen, daß sich in allen Gesellschaften von einer bestimmten Entwicklungsstufe an eine ungleiche Verteilung von Vermögen herausbildet. Diese Ungleichheit der Verfügung über wertvolle Ressourcen führt zur Ausbildung von Autoritätshierarchien.<sup>10</sup> Durch die restriktive Lizenzpolitik der Software-Unternehmen und die Ansammlung von Software-Patenten ist eine ungleiche Vermögensverteilung im Software-Markt entstanden. Diese manifestiert sich symbolhaft an der quasi-Monopolstellung von Microsoft.<sup>11</sup>

---

<sup>7</sup> Vgl. Haesler, A. J.: Tausch und gesellschaftliche Entwicklung, zur Prüfung eines liberalen Topos, Diss., St. Gallen 1983, S. 288.

<sup>8</sup> Vgl. Smith, A.: An Inquiry into the nature and causes of the wealth of nations, Oxford 1976, S. 26.

<sup>9</sup> Vgl. Voss, T.: Rationale Akteure und soziale Institutionen: Beitrag zur endogenen Theorie des sozialen Tauschs, 1. Aufl., (Oldenbourg) München 1995, S. 41-42.

<sup>10</sup> Vgl. Smith, A.: An Inquiry into the nature and causes of the wealth of nations, Oxford 1976, S. 714-715.

<sup>11</sup> Vgl. Heise Verlag (Hrsg.): US-Justizministerium: Microsoft in vier Punkten schuldig, <URL: <http://www.heise.de/bin/nt.print/newsticker/data/hob-07.12.99-000/?id=de46e211&todo=print>>, online: 07.12.99.

## 1.2 Neue Institutionenökonomik

Die Neue Institutionenökonomik hat verschiedene Ansätze zur Erklärung des Wirtschaftens unter der Annahme unvollkommener Akteure mit begrenzter Rationalität und Moral, die in ihrem ökonomischen Handeln aufeinander angewiesen sind.<sup>12</sup> Dabei steht die Analyse von Institutionen wie beispielsweise Verträgen, Verfügungsrechten, Hierarchien und Märkte im Mittelpunkt, die den Rahmen für ökonomischen Austausch bilden. Untersuchungsgegenstand ist, wie Institutionen unter besonderer Berücksichtigung der Struktur und der Wirkung von Handlungs- und Verhaltensweisen der Akteure effizient gestaltet werden können. Die Organisationsanalyse richtet sich an Konzepten der neoklassischen Mikroökonomie aus, wobei aus Organisationssicht primär drei zum Teil einander ergänzende Ansätze unterscheiden werden können:<sup>13</sup>

- Property-Rights-Theory (Theorie der Verfügungsrechte)
- Transaction Cost Economics (Transaktionskostentheorie)
- Principal-Agent-Theory (Agenturtheorie)

Alle institutionenökonomische Ansätze sind die Annahmen individueller Nutzenmaximierung und begrenzter Rationalität gemein. Das Muster der Institutionenanalyse basiert auf den vier Komponenten Institution, Austausch, Kosten und Effizienz. Dabei regulieren Institutionen den Austausch von Gütern, Leistungen und Verfügungsrechten, welche Kosten verursachen die wiederum die Effizienz der Faktorallokation beeinflussen. Die Effizienz ist ausschlaggebend für die Vorteilhaftigkeit einer bestimmten Institution die den Austausch bestimmt. Dieses Erklärungsmuster abstrahiert von der Realität, in der nicht die zeitliche Abfolge, sondern eher das simultane Zusammenwirken der vier Variablen zu beobachten ist.

Die verschiedenen Ansätze der Neuen Institutionenökonomie sind grundsätzlich auf das Open Source-Konzept anwendbar. Nachfolgend wird aufgrund der besonderen Bedeutung für das Open Source-Konzept näher auf die Theorie der Verfügungsrechte eingegangen.

---

<sup>12</sup> Vgl. Picot A., Dietl H., Franck E.: Organisation: eine ökonomische Perspektive, (Schäffer-Poeschel) Stuttgart 1997, S. 53-54.

<sup>13</sup> Vgl. Ebers, M.; Gotsch, W.: Institutionenökonomische Theorien der Organisation, in: Kieser, A. (Hrsg.): Organisationstheorien, 3. Aufl., (Kohlhammer) Stuttgart et al. 1999, S. 199.

Die Property-Rights-Theorie versteht sich als Erweiterung der traditionellen Mikroökonomie.<sup>14</sup> Den Ausgangspunkt bietet die auf Coase zurückgehende Überlegung, daß das Eigentum an einem Gut nur von ökonomischem Wert ist, wenn damit auch bestimmte Rechte und Handlungen verbunden sind.<sup>15</sup> An die Stelle des Eigentums eines einfachen Tauschobjektes treten nun dessen Nutzungsmöglichkeiten. Die Handlungs- und Verfügungsrechte nennt man Property-Rights. Diese werden in vier Gruppen unterteilt:<sup>16</sup>

1. *Usus*: Das Rechte, ein Gut auf unterschiedliche Art zu nutzen.
2. *Abusus*: Das Recht, ein Gut formal und materiell zu verändern.
3. *Usus fructus*: Das Recht, die aus der Nutzung eines Gutes entstehenden Gewinne zu erhalten bzw. die Pflicht, die aus der Nutzung eines Gutes entstehenden Verluste zu tragen.
4. *Übertragungsrecht*: Das Recht, ein Gut frei zu veräußern und die Erlöse einzubehalten.

Zu einem Unternehmen gehören drei verschiedene Akteure, die für den Vergleich wichtig sind: Die (Kapital-)Eigentümer, das Management und die Mitarbeiter. In diesem Vergleich wird unterstellt, daß das Unternehmen eine Publikumsgesellschaft ist die typischerweise eine Trennung von Eigentum und Kontrolle realisiert. Die Kapitaleigner besitzen die Rechte am Ertrag und das Übertragungsrecht. Das Management verfügt über die Nutzungs- und Änderungsrechte an den Ressourcen der Unternehmung.<sup>17</sup> Die Mitarbeiter haben keine Rechte an der Unternehmung.

Das Open Source Modell besitzt andere Rahmenbedingungen als die Publikumsgesellschaft, in dem es keine Eigentümer, kein Management und keine Mitarbeiter wie in einer Publikumsgesellschaft gibt. Aufgrund der Open Source Lizenzbestimmungen hat jeder das uneingeschränkte Recht auf Nutzung, Veränderung und Veräußerung sowie auf Gewinne und Verluste.

---

<sup>14</sup> Vgl. Furubotn, E. G.; Pejovich, S.: Introduction: The New Property Rights Literature, in: Furubotn, E. G.; Pejovich, S. (Hrsg.): The Economics of Property Rights, (Ballinger) Cambridge, Mass. 1974, S. 45-48.

<sup>15</sup> Vgl. Coase, R. H.: The Problem of Social Cost, in: Journal of Law and Economics, Vol. 3 (1960), S. 43-44.

<sup>16</sup> Vgl. Picot A., Dietl H., Franck E.: Organisation: eine ökonomische Perspektive, (Schäffer-Poeschel) Stuttgart 1997, S. 54-55.

<sup>17</sup> Vgl. Ebers, M.; Gotsch, W.: Institutionenökonomische Theorien der Organisation, in: Kieser, A. (Hrsg.): Organisationstheorien, 3. Aufl., (Kohlhammer) Stuttgart et al. 1999, S. 206.

Verfügungsrechte	Publikumsgesellschaft	Open Source
Recht auf Nutzung (usus)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Community</li> <li>• Kernentwickler</li> <li>• Mitentwickler</li> </ul>
Recht auf Veränderung (abusus)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Community</li> <li>• Kernentwickler</li> <li>• Mitentwickler</li> </ul>
Recht auf Erträge (usus fructus)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigentümer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Community</li> <li>• Kernentwickler</li> <li>• Mitentwickler</li> </ul>
Recht auf Übertragung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigentümer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Community</li> <li>• Kernentwickler</li> <li>• Mitentwickler</li> </ul>

Tab. 1: Vergleich der Verteilung von Verfügungsrechten

Verfügungsrechte können sowohl auf ein Individuum konzentriert sein (exklusives Nutzungsrecht) oder auf mehrere Individuen. Je mehr Verfügungsrechte auf verschiedene Individuen verteilt sind, desto verdünnter sind die Verfügungsrechte an einer Ressource.<sup>18</sup> Picot unterscheidet zwei Dimensionen der Verdünnung von Property-Rights. Die erste Dimension gibt an, wieviel Property-Rights einem Akteur zugeordnet sind. Die zweite Dimension unterscheidet die Anzahl der Property-Rights Träger.<sup>19</sup>

Die Kunden der Unternehmung besitzen zwar keinerlei Rechte an der Unternehmung aber zum Teil Rechte an den bezogenen Produkten und Dienstleistungen. Der Vergleich zwischen Open Source und dem klassischen Modell der Lizenzierung von Software soll deutlich die Unterschiede bezüglich der Verfügungsrechte von Software aufzeigen. Der Lizenznehmer hat das auf die Anzahl der erworbenen Lizenzen beschränkte Recht der Nutzung und in Ausnahmefällen das Recht der Übertragung der erworbenen Lizenzen. Rechte auf Erträge entstehen dem Lizenznehmer nur im Rahmen der im Lizenzvertrag vereinbarten Nutzung der Software die sich i.d.R. auf den unternehmensinternen Einsatz beschränkt. Aus dem

<sup>18</sup> Vgl. Furubotn, E. G.; Pejovich, S.: Property Rights and Economic Theory: A Survey of Recent Literature, in: Journal of Economic Literature, Vol. 10 1972, S. 1137-1162.

<sup>19</sup> Vgl. Picot A., Dietl H., Franck E.: Organisation: eine ökonomische Perspektive, (Schäffer-Poeschel) Stuttgart 1997, S. 55.

Lizenzvertrag entsteht kein Recht auf die Veränderung von Software.

		Anzahl der Property-Rights-Träger	
		Niedrig	Hoch
Grad der Vollständigkeit der Property-Rights-Zuordnung	Hoch	Konzentrierte Property-Rights-Struktur <i>Bsp.: Einzelunternehmung</i>	Verdünnte Property-Rights-Struktur <i>Bsp.: Publikumsaktiengesellschaft</i>
	Niedrig	Verdünnte Property-Rights-Struktur <i>Bsp.: Stiftung</i>	Stark verdünnte Property-Rights-Struktur <i>Bsp.: Großvereine wie ADAC</i>

Abb. 1: Zwei Dimensionen der Verdünnung von Property-Rights<sup>20</sup>

Wie aus Abbildung 2 hervorgeht ist die Zuordnung der Verfügungsrechte bei Open Source-Software ist in jedem Fall hoch.

		Anzahl der Property-Rights-Träger	
		Niedrig	Hoch
Grad der Vollständigkeit der Property-Rights-Zuordnung	Hoch	Konzentrierte Property-Rights-Struktur <i>Bsp.: Kernentwickler</i>	Verdünnte Property-Rights-Struktur <i>Bsp.: Community, Mitentwickler</i>
	Niedrig	Verdünnte Property-Rights-Struktur <i>Bsp.: Management, Eigentümer</i>	Stark verdünnte Property-Rights-Struktur

Abb. 2: Property-Rights-Verdünnung bei Open Source und MS

<sup>20</sup> Picot A., Dietl H., Franck E.: Organisation: eine ökonomische Perspektive, (Schäffer-Poeschel) Stuttgart 1997, S. 55.

## 2 Open Source - Netzwerke

Unternehmensstrukturen stellen stets das Ergebnis einer Suche nach einer effizienten Koordination wirtschaftlicher Tätigkeiten dar. Unternehmensnetzwerke sind dadurch gekennzeichnet, daß formal unabhängige Unternehmen deutlich kooperativer zusammenarbeiten als dies für rein marktwirtschaftlich koordinierte Austauschbeziehungen charakteristisch ist. Ziel von Unternehmensnetzwerken ist es, durch eine koordinierte Strategie mehrerer formal unabhängiger Unternehmen eine kollektive Effizienzsteigerung zu erzielen und damit die individuelle Wettbewerbsposition zu verbessern.<sup>21</sup>

Ein Unternehmensnetzwerk beschreibt die koordinierte Zusammenarbeit zwischen mehreren rechtlich selbständigen und formal unabhängigen Unternehmen. Die Form der Zusammenarbeit kann dabei recht unterschiedlich sein. Entscheidend für die Existenz eines Unternehmensnetzwerkes ist, daß mehrere bislang autonom agierende Unternehmen ein gemeinsames Ziel verfolgen und ihre Individualziele zumindest teilweise dem Kollektivziel des Netzwerkes unterordnen.

Damit unterscheiden sich Unternehmensnetzwerke gegenüber einer rein marktwirtschaftlichen Koordination durch eine Betonung kooperativer anstelle von kompetitiver Verhaltensweisen. Gegenüber einer rein hierarchischen Koordination, wie sie theoretisch in Einheitsunternehmen und Konzernen praktiziert werden kann, grenzen sich Unternehmensnetzwerke durch eine marktwirtschaftlich induzierte Flexibilität und Einsatzbereitschaft der Mitglieder aus. So gesehen verbinden Unternehmensnetzwerke aufgrund ihres partiell marktwirtschaftlichen und partiell hierarchischen Charakters wettbewerbs- mit unternehmenstypischen Mechanismen. Unternehmensnetzwerke unterliegen den wettbewerblichen Charakteristika Spezialisierung und Effizienzdruck und den eher unternehmenstypischen Merkmalen Vertrauen im Sinne von Verzicht auf gegenseitiges Ausnutzen sowie Informationsintegration.

---

<sup>21</sup> Vgl. Siebert, H.: Ökonomische Analyse von Unternehmensnetzwerken, in: Staehle, W. H. (Hrsg.): Managementforschung I, (de Gruyter) 1991, S. 291-311.

## 2.1 Spezialisierung

Unternehmensnetzwerke beruhen auf einer intensiven Arbeitsteilung zwischen den beteiligten Unternehmen. Ziel ist, daß sich jedes Mitglied im Netzwerk auf diejenige Wertschöpfung beschränkt, für die es die größte unternehmensspezifische Kompetenz besitzt.<sup>22</sup> Für vertikal integrierte Unternehmen kann der Eintritt in ein Unternehmensnetzwerk insofern eine Reduzierung der Fertigungstiefe durch die Aufgabe vor- oder nachgelagerter Tätigkeiten bedeuten. Analog kann für horizontal diversifizierte Unternehmen die Partizipation an einem Unternehmensnetzwerk eine Begrenzung ihrer Produktbereiche und eine Fokussierung auf strategische Kernprodukte implizieren. Unternehmensnetzwerke als Institutionen zwischen Markt und Hierarchie gewährleisten sowohl die in der Hierarchie fehlende vertikale Spezialisierung als auch das im Markt fehlende Vertrauen.

## 2.2 Marktwirtschaftliche Effizienz

Im Gegensatz zu Unternehmen bieten Unternehmensnetzwerke den beteiligten Mitgliedern prinzipiell die Möglichkeit zum Austritt, wodurch ein permanentes Drohpotential gegenüber den Partnerunternehmen gewahrt bleibt.<sup>23</sup> So können etwa Zulieferunternehmen in den Grenzen bestehender Verträge auf eine Weiterlieferung verzichten, wenn der Abnehmer verschärfte Preis- oder Qualitätsanforderungen durchsetzen möchte.

In der Anfangsphase der Open Source Bewegung haben Benutzer von Open Source Software diese direkt von Communities bezogen. Im Laufe der Zeit haben Distributoren wie Red Hat, SuSE oder Turbo-Linux Open Source Software gebündelt und beliefern heute viele Benutzer gegen Gebühr. Communities beliefern heute primär Distributoren und weniger die Endbenutzer der Software. In dieser Situation kann man Communities als Zulieferer der Distributoren bezeichnen, die als Unternehmen auftreten, die Software-Produkte gegen Gebühr an Benutzer abgeben. Communities beliefern Distributoren und Benutzer nicht aufgrund von Verträgen, sondern nutzen die Verteilungskanäle zur Verbreitung ihrer Software

---

<sup>22</sup> Vgl. Johnston, R.; Lawrence, P. R.: Beyond Vertical Intergation - The Rise of the Value-Adding Partnership, in: Harvard Business Review 66 (1988), S. 93-103.

<sup>23</sup> Vgl. Miles, R. E.; Snow, C. C.: Organizations: New Concepts for New Forms, in: California Management Review 28 (1986), S. 62-73.

um damit auf sich aufmerksam zu machen und neue Mitglieder sowie neue Testbenutzer zu gewinnen. Distributoren sind von Communities und deren Netzwerk abhängig, da sie ohne die kontinuierliche Belieferung mit Open Source Software keine Existenzgrundlage haben. Um diese Belieferung sicherzustellen, haben Distributoren ein Interesse einen Teil ihrer Erträge aus dem Verkauf der Software an die entsprechende Community abzugeben. Dies erfolgt in Form von Spenden, Auftragsarbeit und Überlassung von eigenem Know-how und technischer Ausstattung.

Erstes Hierarchiemerkmal von Unternehmensnetzwerken ist Vertrauen zwischen den Netzwerkpartnern und der erklärte Verzicht auf die Realisation eigener Vorteile auf Kosten von Partnerunternehmen. Vertrauen in Unternehmensnetzwerken beruht auf kooperativem Verhalten und äußert sich in der Bereitstellung erfolgsrelevanter Informationen. Da Netzwerkmitglieder wie Projektgruppen, Communities, Kern- und Mitentwickler, Tester sowie Anwender vor einem Mißbrauch seitens Dritter sicher sein können, können sie auf zeit- und kostenintensive Absicherung von Gefahrenpotentialen verzichten und durch die geringen Transaktionskosten Wettbewerbsvorteile erlangen. Williamson weist jedoch darauf hin, daß ein Verzicht auf am Markt übliche opportunistische Verhaltensweisen allenfalls dann zu erwarten sei, wenn keine oder nur wenige andere potentielle Geschäftspartner zur Verfügung stehen.<sup>24</sup> In Unternehmensnetzwerken mit marktähnlichen Ein- und Austrittsmöglichkeiten und damit niedrigen switching costs oder auch Partnerwechselkosten dürfte ein Verzicht auf opportunistisches Verhalten jedoch nicht der Regelfall sein.<sup>25</sup> Hill argumentiert, daß sog. gewohnheitsmäßige Opportunisten, d. h. Unternehmen, die Schwächepositionen von Geschäftspartnern wiederholt ausnutzen und diese dann in wettbewerblichen Märkten nicht überleben könnten.<sup>26</sup>

Hohe Ein- und Austrittsbarrieren bei Unternehmensnetzwerken können gerade im netzwerkinhärenten Vertrauen begründet sein. Der Aufbau von Vertrauen stellt in der Regel einen sehr langwierigen Prozeß dar, der als transaktionsspezifische Investition gewertet

---

<sup>24</sup> Vgl. Williamson, O. E.: *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, (Free Press) New York 1975, S. 64.

<sup>25</sup> Vgl. Farrell, J.; Shapiro, C.: *Dynamic Competition with Switching Costs*, in: *Rand Journal of Economics* 19 (1988), S. 123-132.

<sup>26</sup> Vgl. Hill, C. W.: *Cooperation, Opportunism, and the Invisible Hand: Implications for Transaction Cost Theory*, in: *Academy of Management Review* 15 (1990), S. 500-513.

werden kann.<sup>27</sup> Diese geht bei einem Geschäftspartnerwechsel als sog. sunk costs unwiederbringlich verloren. Johanson und Mattson weisen darauf hin, daß sich Vorteile der Investition in Unternehmensnetzwerken erst langfristig einstellen.<sup>28</sup> Eine faire Zusammenarbeit kann um so länger funktionieren, je besser es gelingt, die gegenseitigen Verpflichtungen und damit die Anreize zu opportunistischem Verhalten auf allen Seiten gleich groß zu gestalten. So gesehen ist Vertrauen in Unternehmensnetzwerken nicht vollständig selbstinduziert, sondern basiert auch auf bilateralen Sicherheiten. Dies trifft in besonderem Maße auf Open Source Netzwerke zu. In der Entwickler-Benutzer-Beziehung sind die Anreize zu opportunistischem Verhalten auf beiden Seiten gleich groß, da die Benutzer von Entwicklern als Mitentwickler benötigt werden und die Benutzer Entwickler benötigen, um eine funktionstüchtige Software zu erhalten.

## 2.3 Innovationswettbewerb

Folgt man der Auffassung Hayeks, so besteht die wichtigste Aufgabe des Wettbewerbs nicht in seiner Allokationsfunktion, die Unternehmen sagt, wieviel sie von einem Gut produzieren sollen, sondern in seiner Innovationsfunktion.<sup>29</sup> Der Wettbewerb als Entdeckungsverfahren zeigt Unternehmen, was sie produzieren sollen. Diese Position vertritt auch Schumpeter, der feststellte, daß Preise langfristig als Wettbewerbsinstrument von geringerer Bedeutung sind als Änderungen beim Produkt oder beim Produktionsprozeß.<sup>30</sup> Unternehmen sollten demnach versuchen technische Neuerungen (Inventionen) am Markt durchzusetzen (Innovationen), um dadurch, zumindest bis die Konkurrenz durch Imitation gleichzieht, Wettbewerbsvorteile zu genießen. Durch offene und freie Standards, wie beispielsweise bei der Internetsprache XML und dem Internet Protokoll TCP/IP, werden technische Neuerungen zum öffentlichen Gut. Imitation beschleunigt damit den Entwicklungsprozeß vor allem bei Open Source Software, bei der die Quellen frei verfügbar sind. Der Entwicklungsprozeß muß sich hier zwangsläufig an den Benutzerbedürfnissen ausrichten. Wettbewerbsvorteile bestehen also hauptsächlich für die Ausnutzung des Zeitfaktors. Die Wirkung des Zeitwettbewerbs auf die Entstehung von

---

<sup>27</sup> Vgl. Williamson, O. E.: *The Economic Institution of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*, (Free Press) New York 1985, S. 10.

<sup>28</sup> Johanson, J.; Mattson, L. G.: *Interorganizational Relations: A Network Approach Compared to the Transaction-Cost Approach*, in: *International Studies of Management and Organization* 17 (1987) 1, S. 34-48.

<sup>29</sup> Vgl. Hayek, F. A. von: *Der Wettbewerb als Entdeckungsverfahren*, Kiel 1968, S. 52.

<sup>30</sup> Vgl. Schumpeter, J. A.: *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, 6. Aufl., Berlin 1964, S. 70-73.

Unternehmensnetzwerken vollzieht sich über die anhaltende Verkürzung von Entwicklungszeiten. Die zunehmend schnellere Abfolge von Innovationen und dadurch kürzeren Produktlebenszyklen zwingen Unternehmen dazu, immer schneller zu innovieren und mit neuen Produkten am Markt präsent zu sein. Entwicklungszeiten werden dadurch zum Engpaß und rücken zwangsläufig auch in den Mittelpunkt der Organisationsgestaltung.<sup>31</sup>

Bislang war es Unternehmen möglich, eine Innovationsstrategie im Alleingang zu verfolgen, wie dies Microsoft tut. Seit einigen Jahren findet jedoch eine zunehmende Substitution unit-technologischer Innovationen durch multi-technologische Innovationen statt.<sup>32</sup> Um ein neues Produkt am Markt erfolgreich zu platzieren, sind oftmals Neuerungen aus mehreren Wissensbereichen zu kombinieren. Besonders deutlich wird dies am Beispiel von E-Commerce-Projekten, die die Integration von Betriebssystemen, Webservern, Datenbanken, etc. benötigen. Diese Komplementärtechnologien sind für Unternehmen neben ihren Kernkompetenzen wichtig, um innovativ sein zu können.<sup>33</sup> Um die für zukünftige Innovationen notwendigen Komplementärkompetenzen vorrätig zu halten, müßten Unternehmen breit diversifiziert sein. Dies ist jedoch mit erheblichen Koordinationskosten verbunden. Auch ist es meist nicht sinnvoll, Komplementärtechnologien kurzfristig zuzukaufen, da aktuell begehrte Technologiebasen hohe Preise haben. Für Unternehmen bietet es sich daher an, bei multitechnologischen Innovationen kooperative Unternehmensnetzwerke einzugehen, die einen schnellen und kostengünstigen Zugriff auf die fehlende Komplementärtechnologie ermöglichen. Beispielsweise benötigte IBM eine Web-Server Software für E-Business-Produkte, entschied sich bewußt nicht für die Selbstentwicklung, sondern ging eine Kooperation mit der Apache-Group ein, die den benötigten Webserver bereitstellte. Der freie Quellcode des Apache-Webservers ermöglichte es IBM die Server-Software exakt auf die entsprechenden Bedürfnisse anzupassen und von Apache-Benutzern testen zu lassen.

---

<sup>31</sup> Vgl. Bühner, R.: Economies of Speed: Beschleunigung der Abläufe in Unternehmen zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, in: Bleicher, K.; Gomez, P. (Hrsg.): Zukunftsperspektiven der Organisation, Bern 1990, S. 29-43.

<sup>32</sup> Vgl. Siebert, H.: Technologische Entwicklung und Vorproduktbeschaffung, Frankfurt 1990.

<sup>33</sup> Vgl. Siebert, H.: Ökonomische Analyse von Unternehmensnetzwerken, in: Staehle, W. H. (Hrsg.): Managementforschung I, (de Gruyter) 1991, S. 301.

## 2.4 Kosten- und Preiswettbewerb

Ein bedeutendes Einsparungspotential liegt im Bereich der Koordinations- und Beschaffungsstruktur von Unternehmen. Der Eintritt in ein Unternehmensnetzwerk kann dazu beitragen, dieses Potential zu realisieren. Gegenüber einer hierarchischen Lösung bieten Unternehmensnetzwerke Kostenvorteile durch Arbeitsteilung. Aufgrund der vertikalen Spezialisierung können die betreffenden Netzwerkunternehmen mindestoptimale Unternehmensgrößen im Sinne eines Break Even Points erreichen und Skalenerträge intensiv nutzen. Kostenvorteile liegen dabei nicht nur im Bereich der Produktion, sondern insbesondere auch im Bereich Forschung und Entwicklung (F&E). Da F&E-Tätigkeiten stets mit einem hohen Maß an Unsicherheit behaftet sind, ist das Finanzrisiko entsprechend groß. Unternehmen müßten also bestrebt sein, F&E-Risiken für Teile und Komponenten auf Zulieferunternehmen abzuwälzen.<sup>34</sup>

Für kleine und mittlere Unternehmen ohne die Möglichkeit zu einer eigenen internationalen Produktionsverlagerung ermöglicht der Eintritt in ein internationales Unternehmensnetzwerk zudem die Nutzung territorialer Arbeitsteilung und damit die Partizipation an komparativen Kostenvorteilen. Hieraus kann gefolgert werden, daß Unternehmen primär dann externe Bezugsquellen nutzen, wenn eine lebhafte Konkurrenz am Zuliefermarkt sie nicht von einzelnen Lieferanten abhängig macht. Bei geringer Wettbewerbsintensität am Zuliefermarkt bevorzugen sie nach wie vor Eigenfertigung. Fehlendes Vertrauen in den Geschäftspartner verhindert in diesem Fall die Realisation von Spezialisierungs- und Kostenvorteilen. Unternehmensnetzwerke ermöglichen demgegenüber Spezialisierungs- und Kostenvorteile unabhängig von der Wettbewerbssituation. Aufgrund der inhärenten Vertrauenssituation zwischen den Partnerunternehmen können auch dann Leistungen extern bezogen werden, wenn dadurch eine (ausnutzbare) Abhängigkeit entsteht. Die Netzwerkmitglieder sind damit besser gestellt als netzwerkexterne Unternehmen.

---

<sup>34</sup> Vgl. Siebert, H.: Ökonomische Analyse von Unternehmensnetzwerken, in: Staehle, W. H. (Hrsg.): Managementforschung I, (de Gruyter) 1991, S. 306.

## 2.5 Koordination und Bestandssicherung von Unternehmensnetzwerken

Am Markt erfolgt Koordination mit dem Instrument des Preises, der alle wettbewerbsrelevanten Informationen impliziert, ein zentraler Koordinator existiert nicht.<sup>35</sup> In der Hierarchie erfolgt Koordination über Pläne, die alle Einzeltätigkeiten fest determinieren. Die Planerstellung erfolgt durch einen Koordinator. Thorelli weist darauf hin, daß sich Unternehmensnetzwerke unter dem Einfluß der Heterogenität der Mitgliedsunternehmen ohne Führung auflösen können.<sup>36</sup> In Netzwerken entwickeln sich einzelne Teile zu Netzwerk-Managern. Hierbei kann es sich sowohl um reine Informationsbroker, wie beispielsweise Portale handeln als auch um Unternehmen, die selbst mit einer Produktionstätigkeit im Netzwerk involviert sind.<sup>37</sup> In der Open Source-Praxis könnten dies Unternehmen wie IBM, Siemens, Corel oder Troll Tech sein. Häufig haben sich solche Unternehmen als Koordinatoren herausgestellt, die selbst einen hohen Wertschöpfungsanteil aufweisen.

Ziel eines Unternehmensnetzwerkes ist das Abbild der individuellen Ziele der beteiligten Unternehmen. Diese versuchen einerseits durch die Zusammenarbeit im Netzwerk kostengünstiger zu arbeiten als im Alleingang und andererseits aus ihrer Mitgliedschaft im Netzwerk mehr Nutzen zu ziehen als im Gegenzug Kosten anfallen. Die Erfüllung dieser beiden Ziele ist gleichzeitig notwendige Bedingung für eine Bestandssicherung des Netzwerkes. Werden sie nicht erfüllt, so bricht das Netzwerk durch Abwanderung auseinander.

Bedingungen für das Funktionieren von Unternehmensnetzwerken sind daher:

---

<sup>35</sup> Vgl. Hayek, F. A. von: The Use of Knowledge in Society, in: American Economic Review, 35 (1945), S. 519-530.

<sup>36</sup> Vgl. Thorelli, H. B.: Networks: Between Markets and Hierarchies, in: Strategic Management Journal, 7 (1986), S. 37-51.

<sup>37</sup> Vgl. Miles, R. E.; Snow, C. C.: Organizations: New Concepts for New Forms, in: California Management Review 28 (1986), S. 62-73.

1. *Effektivitätsbedingung*: Das Unternehmensnetzwerk als Ganzes muß seine durch Spezialisierung möglichen Vorteile auch realisieren und im Verbund Leistungen günstiger erstellen als ein Einheitsunternehmen oder als Unternehmen, die über rein marktwirtschaftliche Beziehungen arbeiten. Netzwerke müssen also eine höhere Leistungsfähigkeit als andere Koordinationsformen aufweisen, die sich in einem höheren Output und damit in einem größeren Nutzen für die beteiligten Unternehmen manifestiert.
2. *Effizienzbedingung*: Für jedes einzelne am Netzwerk beteiligte Unternehmen gilt, daß der Anreiz am Netzwerk mitzuwirken größer sein muß als die zu leistenden Beiträge.

Jede Koordination muß zwingend diesen beiden Bedingungen Rechnung tragen. Netzwerkkoordinatoren, die das Leistungspotential eines Netzwerkes nicht realisieren oder versuchen, ihre Stellung auf Kosten von Partnerunternehmen auszubauen, riskieren das Netzwerk zu zerstören. Opportunisten sind in Netzwerken folglich nicht lebensfähig, da sie entweder von den Partnern ausgeschlossen werden oder das Netzwerk sich selbst zerstört. Die Community-Pluralität zeigt, daß es im Open Source Umfeld viele funktionierende Netzwerke gibt und opportunistisches Verhalten folglich wenig ausgeprägt sein kann. Die folgende Abbildung verdeutlicht den Zusammenhang zwischen opportunistischen Verhalten und eigenem Nutzen.

		Empfundene Verteilungsgerechtigkeit des Grenznutzens	
		Niedrig	Hoch
Grenznutzen	Hoch	Verteilungskämpfe (Krise) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerung des Nutzens</li> <li>• Abwanderung</li> <li>• Anreize für opportunistisches Verhalten</li> </ul>	Netzwerk stabil <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorteile für alle Beteiligten</li> <li>• Wachstum möglich</li> <li>• Anreize für kooperatives Verhalten sehr groß</li> </ul>
	Niedrig	Netzwerk unattraktiv <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein Netzwerk entsteht</li> <li>• Hierarchie oder Markt</li> <li>• Zerfall des Netzwerks</li> <li>• keine Anreize für kooperatives Verhalten</li> </ul>	Netzwerk wenig attraktiv (Krise) <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine neuen Investitionen</li> <li>• Entwicklungsstillstand</li> <li>• Suche nach Alternativen</li> <li>• abnehmende Anreize für kooperatives Verhalten, zunehmende für opportunistisches Verhalten</li> </ul>

Abb. 3: Nutzen und Verteilungsgerechtigkeit in einem Netzwerk

### 3 Open Source – Ausblick

Das Open Source Konzept stellt eine alternative Form der Software-Entwicklung und des Software-Vertriebs dar. Dieses System kombiniert bereits vorhandenes Wissen über Software-Entwicklung, -Organisation und -Vertrieb mit den Effekten der Internet-Ökonomie. Im Vergleich zu klassischen Software-Unternehmen, üblicherweise wird hier Microsoft angeführt, wird die Entwicklung und der Vertrieb von Open Source-Software stark von den sinkenden Transaktionskosten beeinflusst. Dies führt dazu, daß in immer mehr Bereichen proprietäre Software durch Open Source-Software substituiert werden wird. Durch die zunehmende Standardisierung von lizenzkostenfreien Software-Schnittstellen und -Formaten nimmt die Bedeutung proprietärer Softwarelösungen ab. Dies kann nur durch quasi-Monopole verhindert werden. Dies bedeutet, daß Benutzer in Zukunft zunehmend weniger an große Software-Unternehmen gebunden sind, sondern die benötigte Software aus Open Source-Quellen wie z.B. anderen Unternehmen und neu entstehenden Software-Beschaffungsmärkten und -Brokern erhalten. Hierfür sind dann keine Lizenzgebühren, sondern Dienstleistungsgebühren abzuführen.

Erfolgreiche Software-Entwickler finden in Communities ein weit angenehmeres und kreativeres Betätigungsfeld als in klassischen Unternehmen, da sie unabhängig arbeiten können und hier die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Software-Entwicklung in idealer Weise gegeben sind. Entwickler in Communities haben die Möglichkeit und den Anreiz, ihre Arbeitsergebnisse auszutauschen, weiterzuentwickeln und jederzeit von Benutzern testen zu lassen. Die dadurch entstehenden Lerneffekte schlagen sich in gesteigerter Motivation und damit besserer Software nieder.

Open Source-Organisationen sind durch eine hohe Flexibilität gekennzeichnet, was bedeutet, daß sie sich schnell auf veränderte Umweltbedingungen durch Ressourcenanpassung und schnelle Lernprozesse einstellen können. Diese Flexibilität erfordert eine Abkehr von formal-hierarchischen Strukturen und eine Anwendung demokratischer Entscheidungsprozesse. Informale Hierarchien bilden sich ausschließlich auf der Basis von Kompetenz und Know-how. Es findet eine starke Kernkompetenzorientierung statt, wobei durch das redundante Organisationsprinzip verbunden mit der losen Kopplung auch eine konstruktive Integration interessierter Organisationsmitglieder, die sich nicht allein durch Kompetenz und Know-how

in der Interessengemeinschaft etablieren könnten, erreicht werden kann. Die Möglichkeit unterschiedliche Individuen und Kompetenzen zu integrieren und deren Wissen zu verwerten ist ein Hauptmerkmal, das die Effizienz von Open Source Projekten ausmacht.

Das Open Source-Modell zielt bewußt auf die Spezialisierung der Entwickler und eine möglichst effiziente Form der Zusammenarbeit. Netzwerke stellen eine mögliche effiziente Form der Koordination von individuellem Wissen dar. Die durch die sinkenden Transaktionskosten effizienzoptimale Unternehmensgröße führt zu steigendem Wettbewerb und dadurch zu kooperativem Verhalten. Dieses kooperative Verhalten ist für Netzwerke notwendig, um Nutzen für die Teilnehmer zu erzeugen. Dieser Nutzen ist größer als der Nutzen für die Akteure außerhalb des Netzwerks.

Open Source vereint gesellschaftliche, marktwirtschaftliche und technische Entwicklungen des ausgehenden 20. Jahrhunderts und bietet sich damit als neues Modell der Software-Entwicklung und des Software-Vertriebs an. Diese Entwicklung steht erst am Anfang.

## Literatur

- Behlendorf, B.:** Wir müssen ein Geschäftsproblem lösen, in: O'Reilly & Associates, Inc. (Hrsg.): Open Source - kurz & gut, 1. Aufl., (O'Reilly) Köln 1999, S. 44-45.
- Beinum, H. van:** New Technology and Organizational Choice, in: QWL Fokus 6 (1988), S.3-10.
- Bleicher, K.; Gomez, P.** (Hrsg.): Zukunftsperspektiven der Organisation, Bern 1990.
- Bosetzky, H.; Heinrich, P.:** Mensch und Organisation, 5. Aufl., (Dt. Gemeindeverlag) Köln 1994.
- Bühner, R.:** Economies of Speed: Beschleunigung der Abläufe in Unternehmen zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, in: Bleicher, K.; Gomez, P. (Hrsg.): Zukunftsperspektiven der Organisation, Bern 1990, S. 29-43.
- Bussmann, K. F.; Mertens, P.** (Hrsg.): Operations Research und Datenverarbeitung bei der Instandhaltungsplanung, Stuttgart 1968.
- Chisholm, D.:** Coordination without hierarchy- Informal structures in multiorganizational systems, Berkeley, Los Angeles, London 1989.
- COMPUTERWOCHE** (Hrsg.): IBM bündelt Apache und Websphere, <URL: <http://www.computerwoche.de/info-point/top-news/drucken.cfm?id=3927>>, online: 22.06.98.
- CPAN** (Hrsg.): Comprehensive Perl Archive Network, <URL: <http://cpan.perl.org/>>, online: 19.12.99.
- Dahlheimer, K.:** Freiberufler-Info, <URL: <http://www.computerwoche.de/info-point/pop-news/drucken.cfm?id=12769>>, online: 09.11.99.
- DiBona, C.; Ockmann, S.; Stone, M.** (Hrsg.): Open Sources: Voices from the Open Source Revolution, (O'Reilly) Sebastopol 1999.
- Diedrich, O.:** Umstrittener Vergleich zwischen NT und Linux, <URL: <http://www.heise.de/newsticker/data/odi-14.04.99-001/default.shtml>>, online: 14.04.99.
- Farrell, J.; Shapiro, C.:** Dynamic Competition with Switching Costs, in: Rand Journal of Economics 19 (1988), S. 123-132.
- Foresight Institute** (Hrsg.): Homepage, <URL: <http://www.foresight.org/homepage.html>>, online: 14.12.99.
- FreeBSD** (Hrsg.): The FreeBSD Inc., Deutschland, <URL: <http://www.de.FreeBSD.org/de/>>, online: 17.12.99.
- FreeBSD** (Hrsg.): The FreeBSD Project, <URL: <http://www.freebsd.org/>>, online: 17.12.99.
- Free Software Foundation** (Hrsg.): GNOME 1.0 - GNU Project, <URL: <http://www.gnu.org/press/gnome-1.0.html>>, online: 15.12.99.
- Free Software Foundation** (Hrsg.): GNU General Public License, <URL: <http://www.fsf.org/copyleft/gpl.html>>, online: 20.12.99.
- Free Software Foundation** (Hrsg.): GNU Lesser General Public License,

- <URL: <http://www.gnu.org/copyleft/lesser.html>>, online: 14.11.99.
- Free Software Foundation** (Hrsg.): GNU's Not Unix!, <URL: <http://www.fsf.org/>>, online: 22.10.99.
- Free Software Foundation** (Hrsg.): GNU's Who?, <URL: <http://www.fsf.org/people/people.html>>, online: 17.12.99.
- Free Software Foundation** (Hrsg.): Overview of the GNU Project, <URL: <http://www.fsf.org/gnu-history.html>>, online: 22.10.99.
- Free Software Foundation** (Hrsg.): Software, <URL: <http://www.fsf.org/software.html>>, online: 22.10.99.
- Free Software Foundation** (Hrsg.): What is free Software?, <URL: <http://www.fsf.org/free-sw.html>>, online: 22.10.99.
- Furubotn, E. G.;Pejovich, S.:** Property Rights and Economic Theory: A Survey of Recent Literature, in: Journal of Economic Literature, Vol. 10 (1972), S. 1137-1162.
- Furubotn, E. G.;Pejovich, S.** (Hrsg.): The Economics of Property Rights, (Ballinger) Cambridge, Mass. 1974.
- Granovetter, M. S.:** The strength of weak ties, in: AJS 78 (1973) S. 1360-1380.
- Hackvån, S.:** Reverse-engineering the GNU Public Virus, <URL: [http://linuxworld.com/linuxworld/lw-1999-09/lw-09-gnu\\_p.html](http://linuxworld.com/linuxworld/lw-1999-09/lw-09-gnu_p.html)>, online: 26.11.99.
- Haesler, A. J.:** Tausch und gesellschaftliche Entwicklung, zur Prüfung eines liberalen Topos, Diss., St. Gallen 1983.
- Hayek, F. A. von:** Der Wettbewerb als Entdeckungsverfahren, Kiel 1968.
- Hayek, F. A. von:** The Use of Knowledge in Society, in: American Economic Review, 35 (1945), S. 519-530.
- Hecker, F.:**Setting Up Shop: The Business of Open-Source Software, <URL: <http://people.netscape.com/hecker/setting-up-shop.html>>, online: 11.12.99.
- Heise Verlag** (Hrsg.): US-Justizministerium: Microsoft in vier Punkten schuldig, <URL: <http://www.heise.de/bin/nt.print/newsticker/data/hob-07.12.99-000/?id=de46e211&todo=print>>, online: 07.12.99.
- Heß, H.:** Wiederverwendung von Software: Framework für betriebliche Informationssysteme, (Gabler) Wiesbaden 1993.
- Hill, C. W.:** Cooperation, Opportunism, and the Invisible Hand: Implications for Transaction Cost Theory, in: Academy of Management Review 15 (1990), S. 500-513.
- Himstedt, T.:** Python: Objektorientierte Scriptsprache fürs World Wide Web, <URL: <http://www.heise.de/ix/artikel/9603144/#oberfl>>, online: 26.02.96.
- Homans, G. C.:** Social Behaviour: Its Elementary Forms, New York 1974.
- Homans, G. C.:** Fundamental Social Processes, 1972.
- Hubbard, J. K.:** A Brief History of FreeBSD, <URL: <http://www.freebsd.org/handbook/history.html>>, online 17.12.99.
- IBM** (Hrsg.): Neuheiten für Linux, <URL: <http://www-4.ibm.com/software/is/mp/linux/german.pdf>>, online: 20.12.99.

- IBM** (Hrsg.): IBM helps companies turn simple web sites into powerful e-business solutions, <URL: <http://www.ibm.com/News/1998/06/223.phtml>>, online: 25.11.99.
- Johanson, J.; Mattson, L. G.:** Interorganizational Relations: A Network Approach Compared to the Transaction-Cost Approach, in: International Studies of Management and Organization 17 (1987) 1, S. 34-48.
- Johnston, R.; Lawrence, P. R.:** Beyond Vertical Intergation - The Rise of the Value-Adding Partnership, in: Harvard Business Review 66 (1988), S. 93-103.
- KDE** (Hrsg.): The K Desktop Environment, <URL: <http://www.kde.org>>, online: 15.12.99.
- Kieser, A.** (Hrsg.): Organisationstheorien, 3. Aufl., (Kohlhammer) Stuttgart et al. 1999.
- Lash, A.:** Evolution of a Net community, <URL: <http://news.cnet.com/category/0-1005-201-326080.html>>, online: 02.02.98.
- Leo English/German Dictionary Team** (Hrsg.): <URL: <http://dict.leo.org/?search=community>>, online:28.11.99.
- Linux International** (Hrsg.): Welcome to Linux International, <URL: <http://www.li.org>>, online: 15.12.99.
- Linux Journal** (Hrsg.): Linux Journal, <URL: <http://www2.linuxjournal.com/cgi-bin/frames.pl/index.html>>, online: 02.12.99.
- Linux Online** (Hrsg.): The Linux Homepage at Linux Online, <URL: <http://www.linux.org/>>, online: 19.12.99.
- Losi, S.:** Stephanie Chats with Uwe Thiem, <URL: <http://go.borders.com/features/slo99092.xcv> >, online: 21.12.99.
- Loviscach, J.:** Shareware und Freeware für Office, Internet, Dateimanagement und Systempflege, in: c't, 12(1999), S. 104-106.
- Luhmann, N.:** Soziologische Aufklärung 2. Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft, (Westdeutscher Verlag) Opladen 1982.
- Miles, R. E.; Snow, C. C.:** Organizations: New Concepts for New Forms, in: California Management Review 28 (1986), S. 62-73.
- Moody, G.:** The Greatest OS That (N)ever Was, <URL: [http://www.wired.com/wired/archive//5.08/linux.html?person=linus\\_torvalds&topic\\_set=wiredpeople](http://www.wired.com/wired/archive//5.08/linux.html?person=linus_torvalds&topic_set=wiredpeople)>, online: 18.12.99.
- Müller, M.:** Die Philosophie des GNU und die Pragmatik des Open Source, in: O'Reilly & Associates, Inc. (Hrsg.): Open Source - kurz & gut, 1. Aufl., (O'Reilly) Köln 1999, S. 17-19.
- Müller, M.:** Open Source-Projekte, in: O'Reilly & Associates, Inc. (Hrsg.): Open Source - kurz & gut, 1. Aufl., (O'Reilly) Köln 1999, S. 21-31.
- Netcraft** (Hrsg.): Netcraft Web Server Survey, <URL: <http://www.netcraft.com/survey/>>, online: 15.12.99.
- Netsape Inc.** (Hrsg.): Press Release, <URL: <http://www.netscape.com/newsref/pr/newsrelease558.html>>, online: 25.11.99.
- OASE** (Hrsg.): OASE: Was ist Shareware, <URL: <http://members.aol.com/wwwoase/oase/defshw.htm>>, online: 18.11.99.

- OpenBSD** (Hrsg.): OpenBSD: Multiplatform Ultra-secure OS, <URL: <http://www.openbsd.org/>>, online: 18.12.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): Frequently Asked Questions about Open Source, <URL: <http://www.opensource.org/faq.html>>, online: 12.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): Halloween I: Open Source Software -- A (New?) Development Methodology, <URL: <http://www.opensource.org/halloween/halloween1.html>>, online: 12.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): Halloween II: Linux OS Competitive Analysis: The Next Java VM, <URL: <http://www.opensource.org/halloween/halloween2.html>>, online: 12.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): History of the Open Source Initiative, <URL: <http://www.opensource.org/history.html>>, online:12.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): The Approved Licenses, <URL: <http://www.opensource.org/licenses.html>>, online: 12.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): Open Source: Software Gets Honest, <URL: <http://www.opensource.org>>, online: 25.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): The Case for Open Source: Hackers' Version, <URL: <http://www.opensource.org/for-hackers.html#marketing>>, online:12.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): The Open Source Definition, <URL: <http://www.opensource.org/osd.html>>, online: 12.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): The OSI Certification Mark and Program, <URL: <http://www.opensource.org/certification-mark.html>>, online: 12.11.99.
- OpenSource.Org** (Hrsg.): Why 'Free Software' Is Too Ambiguous, <URL: <http://www.opensource.org/free-notfree.html>>, online:12.11.99.
- O'Reilly & Associates Inc.** (Hrsg.): Open Source - kurz & gut, 1. Aufl., (O'Reilly) Köln 1999.
- O'Reilly** (Hrsg.): Welcome to the O'Reilly Perl Center, <URL: <http://www.perl.oreilly.com/>>, online 20.12.99.
- Perl Mongers** (Hrsg.): Perl Fast Facts, <URL: [http://www.perlmongers.org/press/fast\\_facts.html](http://www.perlmongers.org/press/fast_facts.html)>, online 20.12.99.
- Picot A., Dietl H., Franck E.**: Organisation: eine ökonomische Perspektive, (Schäffer-Poeschel) Stuttgart 1997.
- Probst, G.**: Selbstorganisation und Entwicklung, in: DU 41 (1987) 1987, S. 242.255.
- Python** (Hrsg.): Python Language Website, <URL: <http://www.python.org>>, online: 21.12.99.
- Python** (Hrsg.): Summary Information for HTTP Log, >URL: <http://www.python.org/stats/>>, online: 21.12.99.
- Raymond, E.**: A Brief History of Hackerdom, in: DiBona, C.; Ockmann, S.; Stone, M. (Hrsg.): Open Sources: Voices from the Open Source Revolution, (O'Reilly) Sebastopol 1999, S. 19-29.
- Raymond, E.** (Hrsg.): Eric Steven Raymond's Home Page, <URL: <http://www.tuxedo.org/~esr/>>, online: 06.10.99.

- Raymond, E.:** How To Become A Hacker, <URL: <http://www.tuxedo.org/~esr/faqs/hacker-howto.html>>, online: 15.10.99.
- Raymond, E. (Hrsg.):** The Cathedral and the Bazaar, <URL: <http://www.tuxedo.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/>>, online: 23.09.99.
- Raymond, E.:** Open Source Evangelist, in: O'Reilly & Associates, Inc. (Hrsg.): Open Source - kurz & gut, 1. Aufl., (O'Reilly) Köln 1999, S. 49-55.
- SAMBA (Hrsg.):** Samba Survey Manager, <URL: <http://anu.samba.org/pub/samba/survey/ssstats.html>>, online: 10.12.99.
- Schumpeter, J. A.:** Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, 6. Aufl., Berlin 1964.
- Siebert, H.:** Ökonomische Analyse von Unternehmensnetzwerken, in: Staehle, W. H. (Hrsg.): Managementforschung I, (de Gruyter) 1991, S. 291-311.
- Siebert, H.:** Technologische Entwicklung und Vorproduktbeschaffung, Frankfurt 1990.
- Schmidt, J.:** Gemischtes Doppel: Linux und NT als Web-Server im Test, in: c't, 13(1999), S. 186-191.
- Scholz, C.:** Strategische Organisation: Prinzipien zur Vitalisierung und Virtualisierung, (Moderne Industrie) Landsberg/Lech 1997.
- Scriptics (Hrsg.):** Management Team, <URL: <http://www.scriptics.com/company/people.html>>, online: 21.12.99.
- Scriptics (Hrsg.):** Milestones, <URL: <http://www.scriptics.com/company/news/>>, online: 21.12.99.
- Shailaja, V. R.:** Linux in India, <URL: <http://www.performancecomputing.com/columns/currents/9910cur.shtml>>, online: 23.11.99.
- Smith, A.:** An Inquiry into the nature and causes of the wealth of nations, Oxford 1976.
- Staehle, W. H. (Hrsg.):** Managementforschung I, (de Gruyter) 1991.
- Staehle, W. H.:** Redundanz, Slack und lose Kopplung, in: Staehle, W.H. (Hrsg.): Managementforschung I, (de Gruyter) 1991, S. 313-345.
- Stallman, R.:** Richard Stallman on freedom and the GNU GPL, <URL: [http://linuxworld.com/linuxworld/lw-1999-11/lw-11-rms\\_p.html](http://linuxworld.com/linuxworld/lw-1999-11/lw-11-rms_p.html)>, online 26.11.99.
- Stallman, R. (Hrsg.):** Richard Stallman's Personal Home Page, <URL: <http://www.gnu.org/people/rms.html>>, online: 22.10.99.
- Stallman, R.:** The GNU Operating System and the Free Software Movement, in: DiBona, C.: Ockmann, S.; Stone, M. (Hrsg.): Open Sources: Voices from the Open Source Revolution, (O'Reilly) Sebastopol 1999.
- SuSE (Hrsg.):** LinuKS: SuSE Linux KDE Service, <URL: <http://www.suse.de/de/support/download/LinuKS/index.html>>, online: 25.12.99.
- The Apache Software Foundation (Hrsg.):** Apache Group License, <URL: <http://www.apache.org/license.txt>>, online: 14.10.99.
- The Apache Software Foundation (Hrsg.):** The Apache Software Foundation, <URL:

- <http://www.apache.org>>, online: 18.12.99.
- The Gimp** (Hrsg.): The Gimp Homepage, <URL: [http://www.gimp.org/the\\_gimp\\_about.html](http://www.gimp.org/the_gimp_about.html)>, online: 22.12.99.
- The Mozilla Organisation** (Hrsg.): Mozilla.org, <URL: <http://www.mozilla.org/>>, online: 08.12.99.
- The NetBSD Project** (Hrsg.): About the NetBSD Project, <URL: <http://www.netbsd.org/Misc/about.html>>, online: 18.12.99.
- The NetBSD Project** (Hrsg.): Hardware Supported by NetBSD, <URL: <http://www.netbsd.org/Ports/>>, online: 18.12.99.
- Thorelli, H. B.:** Networks: Between Markets and Hierarchies, in: Strategic Management Journal, 7 (1986), S. 37-51.
- Torvalds, L.:** Der Pragmatiker der freien Software, in: O'Reilly & Associates, Inc. (Hrsg.): Open Source - kurz & gut, 1. Aufl., (O'Reilly) Köln 1999, S. 33-38.
- Troll Tech** (Hrsg.): Announcement: Open Source, <URL: <http://www.troll.no/announce/qpl.html>>, online: 12.12.99.
- Troll Tech** (Hrsg.): The QPL, an Open Source License, <URL: <http://www.troll.no/qpl/>>, online: 12.12.99.
- Weick, K. E.:** The Social Psychology of Organizing, 2. Aufl. (Addison Wesley) London 1979.
- Williamson, O. E.:** The Economic Institution of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting, (Free Press) New York 1985.
- Williamson, O. E.:** Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications, (Free Press) New York 1975.
- ZDNet News** (Hrsg.): Produktpreis „Innovation des Jahres“ verliehen, <URL: <http://www.zdnet.de/news/artikel/1999/03/19011-wf.htm>>, online 19.03.99.
- Zeep, W.:** Redundanz - Ein Mittel zur Steigerung der Zuverlässigkeit von technischen Systemen, in: Bussmann, K. F.; Mertens, P. (Hrsg.): Operations Research und Datenverarbeitung bei der Instandhaltungsplanung, Stuttgart 1968, S. 83-102.