

Dieser Artikel ist Teil des
Open Source Jahrbuch 2005



erhältlich unter <http://www.opensourcejahrbuch.de>.

Das Open Source Jahrbuch 2005 enthält neben vielen weiteren interessanten Artikeln ein Glossar und ein Stichwortverzeichnis.

Open-Source-Software als Signal

MAIK HETMANK



(CC-Lizenz siehe Seite 463)

Dieser Beitrag befasst sich mit dem Aspekt des Signalerwerbs als Motivation zur Entwicklung von Open-Source-Software. Da Programmierkenntnisse zumeist sehr spezifisch und nicht direkt beobachtbar sind, kann es sinnvoll sein, diese Information mittelbar durch die Mitarbeit an Open-Source-Software-Projekten zu kommunizieren. Der Open-Source-Entwicklungsprozess gewährleistet die dauerhafte Sichtbarkeit sowie die Glaubwürdigkeit von solchen Signalen. Jüngere Untersuchungen zeigen empirisch, dass Signalerwerb ein wichtiges Motiv zur Mitarbeit bei Open-Source-Software darstellt. Diese Studien belegen auch, dass die Mitwirkung an Open-Source-Projekten, speziell bei sehr guten Programmierern, konkrete Auswirkungen auf das erzielte Lohnniveau haben kann.

1. Einleitung

„Fast jeder nutzt Open-Source-Produkte“ lautete eine Schlagzeile bei stern.de vom 4. August 2004. Open-Source-Software (OSS) ist mittlerweile so weit verbreitet, dass nahezu jeder, und sei es nur unbewusst, auf sie zurückgreift. So nutzt Google für den Betrieb seiner Suchmaschine ein Cluster von Linux-Rechnern, und OSS-Programme wie Sendmail und Apache sind aus dem Internet praktisch nicht mehr wegzudenken. Auch im sonst eher trägen Behörden- und Verwaltungsumfeld wird zunehmend auf Open Source gesetzt. Auf starkes öffentliches Interesse stießen hier vor allem die Beschlüsse der Stadträte in Schwäbisch Hall und München, ihre Verwaltungen auf OSS umzurüsten sowie die Entscheidung der brasilianischen Regierung, künftig OSS zu bevorzugen und öffentlich finanzierte Software unter eine OSS-Lizenz zu stellen.¹

Aber auch im Desktop-Bereich der Heimanwender gewinnt Open-Source-Software zunehmend an Bedeutung. So ringt beispielsweise der Internet-Browser *Firefox* unter Federführung der *Mozilla Foundation* dem *Internet Explorer* von Microsoft zusehends Marktanteile ab. Gerade die zunehmende Verbreitung von Open-Source-Software im Desktop-Bereich zeigt, dass sie nicht nur in Qualität, sondern auch in Bedienungskomfort proprietärer Software nahezu ebenbürtig ist. Wer aber schreibt

¹ Siehe hierzu auch Fordahl (2004), Wilkens (2003b,a), Ermert und Kuri (2004), Krempl und Kuri (2004) sowie Kuri und Röttgers (2003).

solche hochwertigen OSS-Programme und vor allem warum? Schließlich ist diese Software im Allgemeinen nicht direkt monetär verwertbar. Was motiviert Entwickler und Nutzer, trotzdem an einem Projekt mitzuarbeiten, obwohl sie dafür in der Regel keine finanzielle Entschädigung erhalten und von dessen Ergebnis sie auch ohne Mitarbeit profitieren könnten? Sind sie Altruisten oder verbirgt sich dahinter doch ein rationales und ökonomisches Kalkül?

Nach Lerner und Tirole (2000) beschäftigt sich ein Entwickler nur dann mit Open-Source-Software, wenn ihm daraus ein positiver Nettonutzen entsteht. Dieser setzt sich aus aktuellem und zukünftigem Nutzen zusammen. Aktueller Nutzen umfasst direkte monetäre Entschädigungen sowie andere unmittelbare Nutzen durch die Arbeit an der Software und deren Nutzung abzüglich der Opportunitätskosten. Als zukünftige Nutzen nennen Lerner und Tirole Karriereaussichten und Reputationsgewinn. Vor allem der Aufbau von Reputation scheint, neben Eigenbedarf² und intrinsischen Motiven,³ einen wesentlichen Erklärungsansatz für die Motivation zur Mitarbeit in OSS-Projekten zu liefern. OSS-Entwickler können durch den Aufbau von Reputation Signale erzeugen mit denen sie Wettbewerbsvorteile gegenüber anderen Bewerbern erzielen können. Die Kosten der Mitarbeit an OSS-Projekten lassen sich also über solche Signale in monetäre Effekte in Form von höheren Löhnen oder einer Anstellung umwandeln.

Dieser Artikel führt kurz in die Theorie des *Signallings* ein, um sich daraufhin sowohl theoretisch als auch empirisch mit dem Signalerwerb in OSS-Projekten zu befassen.

2. Zur Theorie des Signalerwerbs

Das ökonomische Problem von Informationsasymmetrien, also dem Vorhandensein von unterschiedlichen Informationsniveaus, die sich schwer auflösen lassen, wurde in seiner Bedeutung erstmals von Akerlof (1970) formuliert. Als Beispiel hat er den Gebrauchtwagenmarkt angeführt, auf dem die Verkäufer die Qualität eines Fahrzeugs zwar genau kennen mögen, sie aber den Käufern nur schwerlich glaubhaft vermitteln können, da die kommunizierten Eigenschaften nicht ohne Weiteres überprüfbar sind. Ähnlich ist es auf dem Arbeitsmarkt, wo Arbeitssuchende, deren Produktivitäten unterschiedlich, aber für Arbeitgeber nicht exakt erkennbar sind, um Arbeitsplätze konkurrieren.

Eine Maßnahme, um solche Informationsasymmetrien aufzulösen, besteht darin, private Informationen durch andere, besser beobachtbare Größen zu übermitteln (Spence 1973, 1974). Diese besser beobachtbaren Größen nennt man auch Signale. Damit sinnvolle Rückschlüsse aus den Signalen gezogen werden können, ist es jedoch entscheidend, dass diese glaubhaft und nicht ohne weiteres imitierbar sind.

Eine Separierung unterschiedlich qualifizierter Programmierer ist nur dann möglich, wenn die Kosten des Signalerwerbs sich für unterschiedlich qualifizierte Entwickler

2 Detaillierte Ausführungen zu den Motivgründen des Eigenbedarfs liefern z. B. Johnson (2001), Jäger (2002) und Hetmank (2004, S. 23 ff.).

3 Siehe hierzu auch Osterloh et al. (2004).

substantiell unterscheiden. Im Folgenden werden wir untersuchen, wie dies bei OSS-Entwicklung sicher gestellt werden kann.

3. Signalisierung durch Open-Source-Programmierung

Wenn spezifische Programmierfähigkeiten von Außenstehenden nur schwer beurteilt werden können, ist es sinnvoll, dass die Entwickler ein anderes Medium nutzen, um diese glaubhaft zu signalisieren. OSS-Programmierung kann ein Weg sein, eine solche äquivalente beobachtbare Größe zu den Programmierkenntnissen zu erzeugen. Personalverantwortliche können die spezifischen Programmierfähigkeiten dann beispielsweise anhand des Ranges der Signalgeber in der Projekthierarchie eines OSS-Projektes bewerten. Lee et al. (2003) geben hierfür ein Beispiel:

Bewerber A hat wesentliche Module für das Linux Programm verfasst. Linux ist eine bedeutende Marke. (Dies ist der Grund, warum ich es kenne.) Da das Produkt weit bekannt ist und viel verwendet wird (besonders von Software-Experten), muss es gut sein. Es ist offensichtlich, dass Linux hohe Qualitätsansprüche hat und eine Menge guter Programmierer daran beteiligt sind. (Ansonsten wäre das Produkt nicht so erfolgreich.) *Also, wenn dieser Bewerber es in das changelog file geschafft hat, muss er sehr qualifiziert sein.* Wir sollten ihm einen entsprechenden Lohn anbieten. (S. 4, Hervorhebungen im Original, eigene Übersetzung)

Um gut sichtbare und vor allem glaubwürdige Signale zu erzeugen, ist es erforderlich, dass die Beiträge von qualifizierten Mitgliedern des Projekts angemessen und objektiv beurteilt werden. Diese Beurteilung ist jedoch nicht nur für den Außenstehenden, z. B. den Personalchef, von Bedeutung, sondern auch für den Programmierer selbst. Wenn nämlich alle Beiträge, seien sie auch noch so gering, gleich bewertet würden, sänke der Anreiz für signalsuchende Programmierer, hochwertige Beiträge zum Zwecke der Signalproduktion beizusteuern.

Die Signalanreize sind nach Lerner und Tirole (2000) umso stärker, je offensichtlicher das Leistungsniveau der entstandenen Open-Source-Software durch die relevanten Gruppen beobachtet und bewertet werden kann. Hierbei ist weiterhin von Bedeutung, wie hoch der Einfluss der persönlichen Leistung auf die Performance ist und wie viel Auskunft das Leistungsniveau der Open-Source-Software über die Fähigkeiten des Programmierers gibt.

Aufgrund der Tatsache, dass die Beiträge von mindestens gleichspezialisierten Mitgliedern des Projekts und nicht von externen oder übergeordneten Institutionen beurteilt werden, sind spezielle Bewertungsmechanismen notwendig. In vielen OSS-Projekten kommen hierfür ein Veröffentlichungsmedium sowie ein Markierungssystem für die Entwicklerbeiträge zum Einsatz. Jeder signifikante Beitrag zu einem OSS-Programm wird in Dateien oder Systemen erwähnt, in denen die Entwicklungsgeschichte der Software durch ihre zugehörigen Beiträge, Veränderungen oder Fehlerbehebun-

gen dokumentiert wird.⁴ Aufgrund der Zuordnung von Beiträgen und Beitragsleistern sowie der Tatsache, dass sich die einzelnen Entwickler durch die Qualität ihrer Beiträge die Zugehörigkeit zu einer Statusgruppe erarbeiten, entsteht letztlich eine relative Leistungsbewertung der Mitglieder in einer Art Rangliste, die für Dritte beobachtbar ist.

Damit die erworbenen Signale nicht durch unzureichende und offensichtlich falsche Beurteilungen und Dokumentierungen entwertet werden, ist es notwendig, dass die Beitragsleister ausreichend hohe Drohpotentiale besitzen. Diese bestehen durch die Möglichkeit des Entzugs der Leistungen, wodurch das Projekt im schlimmsten Fall nicht weitergeführt werden könnte. Der Projektinhaber hat somit einen Anreiz, alle relevanten Beiträge durch objektives *peer review* beurteilen zu lassen (Franck und Jungwirth 2001, S. 9 f). Außenstehende können also davon ausgehen, dass die in den *history files* an entsprechender Stelle genannten Entwickler einen bestimmten Grad an Programmierfähigkeiten besitzen und die Signale aussagekräftig und glaubhaft sind.

Eine Besonderheit bei OSS-Projekten ist es, dass Programmierer gemeinsam mit anderen an der Entwicklung der Software arbeiten und die erzeugten Signale somit auch von anderen Programmierern beeinflusst werden. Für die Signalsuchenden erhöht sich durch die zunehmende Anzahl der Entwickler der Wert des Signals, da hierdurch die Attraktivität, Qualität und Größe des Projekts zunehmen. Zu viele Programmierer können jedoch auch negative Effekte für die Signalsuchenden verursachen, da der Wettbewerb um die Signale steigt. Dies kann im Extremfall dazu führen, dass die Anzahl der Entwickler größer ist als die Anzahl der zu lösenden Probleme, wodurch es zu Redundanzen kommen kann (Lee et al. 2003, S. 4). Durch die sofortige Diskussion der Lösungen, beispielsweise in Mailinglisten, wird in der Regel jedoch nur der erste Beitrag in den Programmcode eingefügt und auch nur der entsprechende Beitragsleister in der zugehörigen Dokumentation genannt.

Neue Programmierer haben also zwei Auswirkungen auf die Signalsuchenden: Zum einen steigt der Wert des Signals und damit die mögliche zukünftige Auszahlung, zum anderen sinkt jedoch die Wahrscheinlichkeit, überhaupt Reputation zu erzielen.

4. Empirische Belege für Signalproduktion durch Open-Source-Beiträge

Inwieweit Signalisierung tatsächlich für die Entwickler ein Motiv zur Mitarbeit darstellt, wurde in einigen empirischen Studien untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass Reputation, die als Signal genutzt werden kann, für Entwickler einen wichtigen Grund zur Mitarbeit in OSS-Projekten darstellt.

Es scheint zwar auf den ersten Blick, dass die monetären Aspekte, d. h. Entlohnung und Reputation, im Vergleich zu den intrinsischen Motiven relativ selten angeführt wurden. Der Grund hierfür liegt jedoch in der Tatsache begründet, dass die Gruppe,

4 Hierzu zählen unter anderem sogenannte *history files* wie z. B. *changelog files* (siehe z. B. <http://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v2.4/ChangeLog-2.4.27>) oder das *Concurrent Versions System (CVS)*, eine Software zur Versionsverwaltung von Quellcode (siehe z. B. http://www.openoffice.org/issues/long_list.cgi).

Motiv	Hars und Ou	Lakhani et. al.	FLOSS-Studie Teil IV	
			bei Einstieg	bei Verbleib
Eigenbedarf	39	58	30	30
Identifikation mit der Community	28	42	19	29
Spaß	–	45	–	–
Entlohnung	14	13	4	12
Reputation	37	11	9	12
Lernen	88	41	79	71

Tabelle 1: Motive für die Mitarbeit in Open-Source-Projekten (Angaben in %), Quelle: Eigene Darstellung nach Hars und Ou (2001, S. 6f.), Lakhani und Wolf (2005, S. 10ff.) und Ghosh et al. (2002, S. 43ff.)

die vorrangig extrinsische Motive hat, im Vergleich zu ihrer Bedeutung für viele Projekte unterrepräsentiert ist (Tabelle 1). In einer Untersuchung von Dempsey et al. (2002) steuerten 91 % der Entwickler nur ein bis zwei Beiträge zu OSS-Projekten bei. Lediglich 0,53 % leisteten mehr als zehn bzw. 2,2 % mehr als fünf Beiträge, trugen aber zu mehr als 6 % bzw. 13 % zum Gesamtergebnis bei (eigene Berechnungen auf Basis der Untersuchungen von Dempsey et al., S. 71).

Hars und Ou (2001) haben untersucht, inwieweit die Nennungen der Motive mit dem Engagement bzw. dem geleisteten Aufwand zusammenhängen. Hierbei zeigte sich, dass die beiden monetären Motive sowie der Eigenbedarf mit 0,3 bis 0,36 wesentlich stärker als die restlichen Motive (0,12 bis 0,19) mit dem Grad des Aufwands korrelieren (Hars und Ou 2001, S. 6 f.).

In Verbindung mit der Studie von Dempsey et al. (2002) lässt sich schließen, dass Entwickler mit wenigen Beiträgen, sogenannte Hobby- oder Freizeitprogrammierer, eher intrinsisch motiviert sind und neue Fähigkeiten erlernen möchten. Erfahrenere, qualifiziertere Entwickler, die dementsprechend auch mehr Beiträge leisten, sind hingegen eher extrinsisch motiviert. Eine streng dichotome Aufteilung in intrinsisch und extrinsisch motivierte Entwickler lässt sich jedoch nicht feststellen.⁵

Es stellt sich weiterhin die Frage, ob sich die genannten monetären Aspekte der Motivation auch tatsächlich umsetzen lassen. Einen empirischen Nachweis, dass mit der Beteiligung an OSS-Projekten reale Erträge verbunden sind, konnten Hann et al. (2004) in ihrer Studie erbringen. So fanden sie heraus, dass zwar einzelne Beiträge keinen Einfluss auf den Lohn haben, sich jedoch der Status in einem Projekt mit der Anzahl der Beiträge eines Entwicklers wesentlich erhöht. Der Status wiederum hat einen signifikanten Einfluss auf die Lohnhöhe. Diese Diskrepanz, dass ein einzelner Beitrag keinen, jedoch der Status eines Entwicklers einen signifikanten Einfluss auf die Lohnhöhe hat, erklären Hann et al. damit, dass es schwierig ist, den Zusammenhang

⁵ Siehe hierzu auch die Motivationsgründe untergliedert nach Programmierertypen von Lakhani und Wolf (2005, S. 10 ff.).

zwischen einem einzelnen Beitrag und dem Erfolg eines OSS-Projekts herauszufinden. Es scheint eher der Fall zu sein, dass die Menge der Beiträge, die ein einzelner Entwickler einer Statusgruppe leistet, einen wesentlichen Einfluss auf den Erfolg des Open-Source-Projekts hat (Hann et al. 2004, S. 21 f.).

Fershtman und Gandal (2004) haben in einer empirischen Studie untersucht, welche Faktoren einen Einfluss auf die Höhe der Beiträge der Entwickler haben. Sie fanden heraus, dass in Projekten, die unter einer sehr restriktiven Lizenz (z. B. der GPL) stehen, die Beiträge je Entwickler signifikant geringer sind als in Projekten mit weniger restriktiven Lizenzen (z. B. BSD-Lizenzen).⁶ Sie begründen dies unter anderem mit dem sehr geringen kommerziellen Verwertungspotential der Projekte, die unter einer sehr restriktiven Lizenz stehen. Beiträge zu solchen Projekten sind vor allem aus intrinsischen oder aber Signalisierungsgründen zu erklären. Hierbei kommt es für die Beitragsleister, die an Reputation interessiert sind, darauf an, einer bestimmten Statusgruppe bzw. der Liste der „wichtigen Entwickler“ anzugehören. Die Höhe der Beiträge ist für sie nicht entscheidend (Fershtman und Gandal 2004, S. 13 f.).

Die genannten Studien haben gezeigt, dass es plausibel ist, in den *Signalling*-Modellen nicht ausschließlich einzelne Beiträge als Signal für die Produktivität eines Entwicklers anzusehen, sondern diese in Verbindung mit dessen Status in einem OSS-Projekt zu betrachten. Erst wenn aufgrund der Anzahl bzw. der Höhe der Beiträge eine bestimmte Position in der Projekthierarchie erreicht wird, können die Beiträge als Signale interpretiert werden (Lee et al. 2003, Leppämäki und Mustonen 2003). Die Beitragsleister wählen dabei solche Projekte, die ihnen ein hohes Maß an Sichtbarkeit und Sicherheit ihrer Beiträge gewährleisten und in denen der Erwerb der Signale mit möglichst geringen Kosten verbunden ist.

Des Weiteren konnte mit der Studie von Hann et al. (2004) empirisch gezeigt werden, dass OSS-Beiträge, respektive die Position in einem OSS-Projekt, einen signifikanten Einfluss auf die Lohnhöhe haben und damit als Signal auf dem Arbeitsmarkt dienen können. Dabei handelt es sich nicht nur um Firmen aus dem OSS-Umfeld sondern auch um proprietäre Firmen wie Microsoft, die Entwickler aus OSS-Projekten rekrutieren (Barr 2004, Lindner 2004).

5. Fazit

Obwohl Beiträge zu Open-Source-Projekten nicht direkt monetär verwertbar sind, kann eine Mitarbeit ein rationales ökonomisches Motiv zur Signalisierung privater Informationen – den eigenen Programmierfähigkeiten – darstellen. Dieses konnte sowohl aus theoretischer Perspektive erklärt als auch aus empirischer Sicht nachgewiesen werden. Durch ein geeignetes System des *peer reviews* wird sichergestellt, dass Programmierbeiträgen ein glaubwürdiger und sichtbarer Wert zugeordnet wird. Hierdurch ist es für sie möglich, trotz der Nichtverwertbarkeit der Software reale Erträge aus ihren Beiträgen zu erzielen.

6 Die GPL wird von manchen Beobachtern als restriktiv empfunden, da sie Auflagen für die Weiterverbreitung beinhaltet, insbesondere die Verbreitung des Quelltextes. Siehe zur ausführlichen Darstellung der unterschiedlichen Lizenzarten z. B. Grassmuck (2002, S. 275 ff.).

Signalerwerb ist natürlich nicht das einzige Motiv einer Mitarbeit an OSS-Projekten. Gerade die Vielzahl unterschiedlicher Motivationen bewirkt, dass Open Source zu einem funktionierenden und erfolgreichen System wird. Weder ausschließlich intrinsisch motivierte noch ausschließlich extrinsisch motivierte Entwickler würden den Erfolg vieler OSS-Projekte ermöglichen. Gerade die sehr restriktiven Open-Source-Lizenzen, wie etwa die GPL, ermöglichen für alle Beitragsleistenden, dass ihre Motive zur Mitarbeit zum Tragen kommen und geschützt werden.

Literaturverzeichnis

- Akerlof, G. A. (1970), 'The market for lemons: Qualitative uncertainty and the market mechanism', *The Quarterly Journal of Economics* **84**, S. 488–500.
- Barr, J. (2004), 'What exactly are Microsoft's plans for Linux on Windows', <http://trends.newsforge.com/article.php?sid=04/08/12/2048237>.
- Dempsey, B. J., Jones, D. W. P. und Greenberg, J. (2002), 'Who Is an Open Source Software Developer? Profiling a community of Linux developers', *Communications of the ACM* **45**(2), S. 67–72.
- Ermert, M. und Kuri, J. (2004), 'Source: Die kommunale Welt wird bunter', <http://www.heise.de/newsticker/meldung/46974>.
- Fershtman, C. und Gandal, N. (2004), 'The Determinants of Output per Contributor in Open Source Projects: An Empirical Examination', *CEPR Working Paper, Nr. 2650*. http://spirit.tau.ac.il/public/gandal/opensource_final.pdf.
- Fordahl, M. (2004), 'Fast jeder nutzt Open-Source-Produkte', http://www.stern.de/computer-technik/computer/?id=527919&nv=hp_rt_al.
- Ghosh, R. A., Glott, R., Krieger, B. und Robles, G. (2002), FLOSS Final Report - Part 4: Survey of Developers, in 'Free/Libre and Open Source Software: Survey and Study', International Institute of Infonomics, University of Maastricht and Berlecon Research GmbH. http://www.infonomics.nl/FLOSS/report/FLOSS_Final4.pdf.
- Grassmuck, V. (2002), *Freie Software: Zwischen Privat- und Gemeineigentum*, Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn.
- Hann, I.-H., Roberts, J., Slaughter, S. und Fielding, R. (2004), 'An Empirical Analysis of Economic Returns to Open Source Participation', Faculty Development Grant und Carnegie Bosch Institute, Carnegie Mellon University.
- Hars, A. und Ou, S. (2001), 'Working for Free? Motivations of Participating in Open Source Projects'. Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences, <http://csdl.computer.org/comp/proceedings/hicss/2001/0981/07/09817014.pdf>.
- Hetmank, M. (2004), 'Open Source Software: Eine ökonomische Betrachtung', http://maik-hetmank.gmxhome.de/Publikationen/Publikationen/Diplomarbeit_OSS-Maik_Hetmank.pdf. Diplomarbeit.
- Johnson, J. P. (2001), 'Economics of Open Source Software'. <http://www.polter.net/~bob/files/johnsonopensource.pdf>.

- Jäger, M. (2002), 'Von Mühlen und Menschen: Kleine Modellanalyse der Open Source Entwicklung nach dem Anreizprinzip', <http://www.wilhelmtux.ch/files/oss.pdf>.
- Krempf, S. und Kuri, J. (2004), 'Münchener Stadtrat segnet Konzept zur Linux-Migration ab', <http://www.heise.de/newsticker/meldung/48313>.
- Kuri, J. und Röttgers, J. (2003), 'Brasilien's Regierung wird Produzentin von Open Source', <http://www.heise.de/newsticker/meldung/42570>.
- Lakhani, K. R. und Wolf, R. G. (2005), Why Hackers Do What They Do: Understanding Motivation Effort in Free/Open Source Software Projects, in J. Feller, B. Fitzgerald, S. Hissam und K. R. Lakhani (Hrsg.), 'Perspectives on Free and Open Source Software', MIT Press, Cambridge, MA. <http://freesoftware.mit.edu/papers/lakhaniwolf.pdf>.
- Lee, S., Moisa, N. und Weiss, M. (2003), 'Open Source as a Signalling Device: An Economic Analysis'. IV. Symposium zur ökonomischen Analyse der Unternehmung, German Economic Association of Business Administration - GEABA, <http://www.whu.edu/orga/geaba/Symposium/2003/B22.pdf>.
- Leppämäki, M. und Mustonen, M. (2003), 'Spence Revisited - Signalling with Externality: The Case of Open Source Programming'. Discussion Paper Nr. 558, <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/val/kansa/disc/558/spencerece.pdf>.
- Lerner, J. und Tirole, J. (2000), 'The Simple Economics of Open Source', *Journal of Industrial Economics* 52, S. 197–234. NBER Working Paper, Nr. 7600.
- Lindner, M. (2004), 'Microsoft rekrutiert Open Source-Entwickler', <http://www.pro-linux.de/news/2004/7171.html>.
- Osterloh, M., Rota, S. und Kuster, B. (2004), Open-Source-Softwareproduktion: Ein neues Innovationsmodell?, in R. A. Gehring und B. Lutterbeck (Hrsg.), 'Open Source Jahrbuch 2004: Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell', Lehmanns, Berlin, S. 121–137.
- Spence, A. M. (1973), 'Job Market Signaling', *Quarterly Journal of Economics* 87, S. 355–374.
- Spence, A. M. (1974), *Market Signaling: Informational Transfer in Hiring and Related Screening Processes*, Harvard University Press, Cambridge.
- Wilkins, A. (2003a), 'Brasilien's Präsident befürwortet Open Source', <http://www.heise.de/newsticker/meldung/40129>.
- Wilkins, A. (2003b), 'Schwäbisch Hall erregt mit Umrüstung auf Linux weltweites Interesse', <http://www.heise.de/newsticker/meldung/34859>.