

Agents provocateurs

Für eine transaktionale Ethik migrierender Programme

Stefan Artmann

Institut für Philosophie und Frege Centre for Structural Sciences
Friedrich-Schiller-Universität, Zwätzengasse 9, 07737 Jena
stefan.artmann@uni-jena.de

Zusammenfassung. Mobile Agenten sind Programme, die in Computernetzen auf einem vorher nicht festgelegten Weg von einem Rechner zum nächsten wandern, um selbständig und effizient eine vorgegebene Aufgabe gemäß den Präferenzen ihrer Nutzer zu erfüllen. Für solche Agenten ist das Spannungsverhältnis zwischen Autonomie und Repräsentanz charakteristisch. Einerseits müssen sie einen Nutzer im Netz repräsentieren, indem sie dessen Zielen entsprechende Aktivitäten der Computer hervorrufen. Andererseits sollen sie ohne kontinuierliche direkte Steuerung durch einen Nutzer über ihren Weg im Netz entscheiden, so daß sie hinsichtlich ihres Migrationsverhaltens autonom agieren. Gerade die selbständige Zweckverwirklichung durch einen mobilen Agenten, welche die Chance erhöht, daß er informative Ergebnisse erzielt, macht es wahrscheinlicher, daß ein Nutzer sich herausgefordert fühlt, seine Zielsetzungen für den Einsatz des Agenten im Lichte dieser Resultate zu verändern. Aus der Perspektive des Pragmatismus John Deweys soll die Programmierung des Verhaltens mobiler Agenten in Computernetzen betrachtet werden, um dank der Reflexion über die Interdependenz von Mitteln und Zwecken des informationellen Handelns ein Designprinzip für migrierende Programme vorzuschlagen.

Die Entwicklung neuer Techniken wird einerseits durch die Bedürfnisse von Menschen motiviert; andererseits verändern sich diese Bedürfnisse infolge des technischen Fortschritts. Techniken sind somit keinesfalls neutrale Instrumente, falls 'neutral' meinen soll, daß sie nur hinsichtlich ihrer zweckerfüllenden Dienstbarkeit zu beurteilen seien, da sie in zwecksetzender Hinsicht keine Wirkung entfaltet. Techniken können jedoch 'neutralisierend' genannt werden: Das spezifisch Technische sowohl an Geräten, Anlagen und Verfahren als auch an den Methoden ihrer Realisierung und Nutzung besteht gerade in denjenigen Eigenschaften, die von den besonderen Bedingungen ihres jeweiligen Einsatzes abstrahierbar sind (vgl. Grunwald/Julliard 2005). Techniken können von den eigentümlichen Zwecken jedes einzelnen Verwendungskontextes abgekoppelt und vielfältigen Zielsetzungen unterstellt werden. Dieser Prozeß, dem der Eindruck finaler Neutralität geschuldet ist, erprobt Techniken aber nicht nur auf die Grenzen ihrer Anwendbarkeit in zahlreichen Einsatzsituationen, sondern ist auch von ebendiesen Techniken bei der Festlegung möglicher Zwecke ihrer Verwendung beeinflusst. Die ethische Betrachtung eines solchen experimentellen Vorgangs muß ihn als empirische Erkundung der wechselseitigen Abhängigkeit von Mitteln und Zwecken instrumentel-

len Handelns verstehen lernen. Andernfalls verspielte die Ethik jede Chance, auf die Entwicklung von Techniken in signifikantem Maße einen produktiven Einfluß zu nehmen.

Für die Informationsethik, verstanden als praktische Philosophie des informationellen Handelns, ist der Prozeß der De- und Rekontextualisierung von Techniken äußerst bedeutsam. Informationelles Handeln ist intentionales Verhalten, das primär auf die Übermittlung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen zielt. Es begreift immer stärker den Einsatz digitaler Anlagen ein, die alle Aspekte informationellen Handelns verändern. Ich möchte an einem aktuellen Beispiel für die Nutzung verteilter Computersysteme – an der Softwaretechnik der mobilen Agenten – zeigen, wie die Ethik einen konstruktiven Beitrag zur Bewertung und Weiterentwicklung der Informationstechnik leisten kann, wenn die philosophische Reflexion vom instrumentell-finalen Doppelcharakter jedweder Technik ausgeht. Um die Zweck-Mittel-Struktur mobiler Agenten zu erläutern und ihr Entwicklungspotential abzuschätzen, schlage ich nicht den Weg einer Rekonstruktion der Geschichte von Computernetzwerken ein, die im Sinne des kontextualistischen Ansatzes in der Historiographie der Technik sowohl Gegenstände als auch Randbedingungen soziokultureller Praktiken darstellen (vgl. Nye 2006). Statt dessen betrachte ich direkt den heutigen Entwicklungsstand mobiler Agenten im Lichte der Fragestellung, wie die ethische Analyse der Wechselwirkung von Mittel und Zweck in der Nutzung von verteilten Informationssystemen zu Vorschlägen für die Gestaltung der Mittel führen kann. Was ich allerdings von den kontextualistischen Technikhistorikern übernehmen möchte, ist ihre umfassende Sicht auf technische Systeme als Ensembles unterschiedlichster Elemente, die auf vielschichtige Weise organisiert sind und miteinander operieren, um bestimmte Funktionen zu erfüllen. Zu den Komponenten eines technischen Systems zählen nicht nur Geräte, Anlagen und Verfahren, sondern auch Institutionen und Personen, die es konzipieren, verwirklichen und nutzen. Dementsprechend gehören zur Organisation eines technischen Systems auch die Regeln, denen diese Institutionen und Personen folgen sollen, und zur Operationalität eines technischen Systems auch die intentionalen Strukturen ihres Handelns (vgl. Hughes 1989).

Übereinstimmend mit einer solchen Sichtweise auf technische Systeme, definiert ein Standardlehrbuch ein Informationssystem als „[...] any organized combination of people, hardware, software, communications networks, and data resources that collects, transforms, and disseminates information in an organization.“ (O’Brien 2005: 6) Diese Definition deutet an, daß Informationssysteme zumeist Organisationen zum Zwecke der Regelung anderer Organisationen bilden. Tatsächlich entstanden sie nicht nur vorrangig als technische Antwort auf die Frage nach der Kontrollierbarkeit technischer Systeme; sie forcierten darüber hinaus die

Thematisierung von Systemen überhaupt als grundlegenden Einheiten technischer Theorie und Praxis (vgl. Hughes 2004). Zu einem System gehört immer auch eine räumliche Struktur, und genau dieser organisatorische Aspekt ist es, auf den ich mein besonderes Augenmerk richten möchte. Die Verteiltheit der in einem Informationssystem integrierten Computer, das heißt die räumliche Getrenntheit der miteinander in einem Kommunikationsnetz verbundenen Hardware, zwingt seine Planer und Nutzer dazu, sich intensiv mit jenen Operationen des Systems zu beschäftigen, welche die Beweglichkeit der Information im System ermöglichen. Ebenso wie rationales Verhalten von Tieren und Menschen „mobiligence“ voraussetzt – also Intelligenz für die Erzeugung adaptiver motorischer Funktionalität (vgl. Asama u.a. 2006) –, basiert die Kommunikation in technischen Systemen auf Formen der Mobilität von Information, die den Aufgaben dieser Systeme entsprechen müssen. In erster Näherung formuliert, sind Informationen mobil, wenn sie sich im physischen Raum eines Kommunikationsnetzes von Computer zu Computer bewegen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn ein Nutzer von seinem Terminal aus auf einen Datenbankserver zugreift. Das Problem, das hierbei rasch entstehen kann, besteht darin, daß die zur Verfügung stehende Bandbreite der Kommunikationskanäle ausgelastet ist und hierdurch der Informationsfluß im Netz stockt. Eine Antwort auf dieses Problem lautet, nicht immer wieder große Datenvolumina vom Server zum Terminal zu versenden, sondern umgekehrt das Programm des Nutzers, für das er die Daten benötigt, zum Server zu schicken, um an Ort und Stelle die notwendigen Berechnungen durchzuführen und abschließend nur das Endergebnis zum Nutzer zurückzusenden.

Die Idee eines solchen ‘code-shipping’ im Gegensatz zum traditionellen ‘data-shipping’ läßt sich mit mobilen Agenten verwirklichen. Dies sind migrierende Programme: Sie wandern in Computernetzen auf einem vorher nicht durch den Nutzer festgelegten Weg von einem Rechner zum nächsten, um infolge ihrer Ausführung durch die von ihnen besuchten Computer eine vorgegebene Aufgabe gemäß den Präferenzen ihres Nutzers effizient und in gewissem Maße eigenständig zu erfüllen (vgl. Braun/Rossak 2005). Anwendungsszenarien (etwa im Jenaer MobiSoft-Projekt) sind unter anderem der Einsatz der Technik mobiler Agenten in Projektassistenten, die komplexe Unternehmensabläufe kontrollieren, oder in Vermittlern von sozialen Kontakten zwischen Gleichinteressierten, die unübersichtlichen Personengruppen angehören (vgl. Kern/Braun/Rossak 2006). Ein Projektassistent kann beispielsweise dafür sorgen, daß die Mitarbeiter einer Firma, welche für die Erledigung eines Kundenauftrags verantwortlich sind, auf ihren Laptops über den Stand der von ihnen jeweils verantworteten Aufgaben automatisch mit aktuellen Informationen versorgt werden und bei eventuell notwendigen Eingriffen in die Auftragsdurchführung koordiniert vorgehen. Ein so-

zialer Assistent kann z.B. über Handys ad hoc-Verbindungen zwischen Hörern einer Einführungsvorlesung aufbauen, die eine Lektüreguppe suchen bzw. anbieten, sich aber persönlich nicht kennen, weil sie unterschiedliche Hauptfächer studieren.

Die angeführten Beispiele deuten an, daß mobile Agenten durchaus Eigenschaften solcher Agenten besitzen sollen, deren Konstruktion die Künstliche Intelligenz anstrebt. Letztere definiert einen Agenten allgemein als „[...] something that acts in an environment [...]“, wobei ein intelligenter Agent ein System ist, „[...] that acts intelligently: What it does is appropriate for its circumstances and its goals, it is flexible to changing environments and changing goals, it learns from experience, and it makes appropriate choices given perceptual limitations and finite computations.“ (Poole/Mackworth/Goebel 1998: 1) Migrierende Programme sollen die Nutzung von Informationssystemen in diesem Sinne intelligent unterstützen. Allerdings ist es bei ihrer Analyse angeraten, nicht umstandslos die Perspektive der Künstlichen Intelligenz auf Agenten einzunehmen. Ansonsten würden Erwartungen geweckt, die allenfalls von weitaus komplexeren Artefakten auch nur annäherungsweise zu erfüllen wären. Es ist angemessener, die Beschreibung mobiler Agenten mit einer abstrakten Spezifikation der in einem technischen System zu kommunizierenden Informationen zu beginnen. Bloß festzustellen, daß es sich hierbei eben um Daten handele, also um Strukturen physischer Signale, die aus der Perspektive ihrer kodebasierten Transformierbarkeit in andere Strukturen physischer Signale betrachtet werden – diese Gleichsetzung von Informationen und Daten wäre zu einfach, da so der innere funktionale Aufbau der zu kommunizierenden Informationen, wenn es sich um migrierende Programme handelt, erst gar nicht in Sicht käme. Solche Informationen sind Objekte, die aus Datenstrukturen, auf ihnen definierten Operationen sowie Sende- und Empfangsmöglichkeiten von Daten bestehen (vgl. Craig 2007). Dank dieses differenzierteren Informationsbegriffs muß der Prozeß der Kommunikation in technischen Systemen nicht mehr nur als physischer Prozeß der Signalübermittlung, sondern kann auch als virtuelle Bewegung im Informationsraum beschrieben werden. Der physischen Ortsveränderung von Daten entspricht eine Veränderung der Kanäle zwischen informationellen Objekten, mittels derer sie Daten austauschen können. Wird beispielsweise ein mobiler Agent zwischen zwei Computern versendet, so kann er (vereinfacht dargestellt) nicht mehr auf Daten zugreifen, die in informationellen Objekten auf dem ersten Rechner enthalten sind, sondern nur noch auf Daten, die zu informationellen Objekten auf dem zweiten Rechner gehören. Somit sind die Kommunikationskanäle des mobilen Agenten zu den Informationen auf dem ersten Rechner geschlossen und neue Kanäle zu den Informationen auf dem zweiten Rechner geöffnet. ‘Informationelle Mobilität’ bedeutet dementsprechend, abstrakt gefaßt, daß sich die

Struktur der Kommunikationsmöglichkeiten zwischen informationellen Objekten in technischen Systemen ändern kann (vgl. Milner 1999).

Läßt sich die spezifische Mobilitätsform migrierender Programme, auf die der Name 'mobile Agenten' hinweisen will, noch genauer charakterisieren? Ja, falls der Begriff des Agenten vorrangig auch als Komplement zum Begriff des Prinzipals verstanden wird. Agenten sind Stellvertreter von Prinzipalen, deren Aufträge sie innerhalb eines mehr oder weniger großen Spielraums für eigene Entscheidungen zu erledigen haben. Die wirtschaftswissenschaftliche Managementtheorie thematisiert unter dem Titel 'Agency Theory' die Schwierigkeiten, die auftreten, wenn die Handlungen von Prinzipal und Agent bei Divergenzen zwischen den Motiven, Zielen und Risikopräferenzen beider Beteiligten koordiniert werden müssen – zumal der Prinzipal meistens nicht vollständig über die Handlungen des Agenten im Bilde ist (vgl. Eisenhardt 1989). Auch für den Einsatz mobiler Agenten in Informationssystemen ist genau dieses Spannungsfeld kennzeichnend. Einerseits sollen migrierende Programme den Nutzer – ihren Prinzipal – im Netz repräsentieren, indem sie mittels ihrer Ausführung in den von ihnen besuchten Computern Aktivitäten provozieren, deren Ergebnisse zur Verwirklichung der Ziele des Nutzers beitragen. Andererseits sollen mobile Agenten ohne kontinuierliche direkte Steuerung durch den Prinzipal über ihren Weg im Netz entscheiden, so daß sie hinsichtlich ihres Migrationsverhaltens in diesem engen Sinne autonom agieren. Das migrierende Programm ist ein Mittel, die Ziele des Nutzers zu erreichen; somit repräsentieren die Datenstrukturen des Agenten und die festgelegte Abfolge auf ihnen definierter Operationen den Prinzipal im Informationssystem. Doch der tatsächliche Weg des migrierenden Programms ergibt sich erst aus den Randbedingungen seiner Ausführung in den unterschiedlichen Computern, zwischen denen es wandert und auf die der Prinzipal keinen unmittelbaren Zugriff hat. In der Veränderung der Kommunikationskanäle, durch die der Agent Daten mit den Computern des verteilten Systems austauscht – in seiner informationellen Mobilität also darf er als dem Prinzipal gegenüber autonom gelten. Zugespitzt formuliert: Das Programm des Agenten repräsentiert im Rechnernetz den Prinzipal als autonome Instanz der Zwecksetzung, und die informationelle Mobilität des Agenten repräsentiert in bezug auf den Prinzipal das Netz als autonome Struktur der Zweckerfüllung.

Treten wir einen Schritt zurück, um die Beziehung zwischen dem mobilen Agenten und seinem Prinzipal aus der Perspektive des anfangs skizzierten instrumentell-finalen Doppelcharakters jedweder Technik zu analysieren. Ein geeignetes begriffliches Werkzeug hierfür stellt die Tradition pragmatischen Philosophierens zur Verfügung, insbesondere der Instrumentalismus John Deweys. Er ist für die Analyse von Techniken in praktischer Absicht be-

sonders gut geeignet, weil der ihm zugrunde liegende Handlungsbegriff gerade die wechselseitige Abhängigkeit von Mittel und Zweck als bestimmende Struktur rationalen Handelns überhaupt und die technische Realisierung dieser Struktur als paradigmatische Form reflexiver Rationalität betrachtet. Deweys Instrumentalismus ist insgesamt „a sophisticated engineering philosophy of technology“ (Mitcham 1994: 73) – auch dann, wenn er sich mit (zumindest auf dem ersten Blick) nicht-technischen Problemen beschäftigt. Zentrale Begriffe Deweys lassen sich dementsprechend hervorragend für die Lösung technikphilosophischer Aufgaben nutzbar machen. Bei meiner informationsethischen Betrachtung mobiler Agenten möchte ich seine Unterscheidung zwischen Interaktionen und Transaktionen einsetzen.

In seinem letzten zu Lebzeiten veröffentlichten größeren Werk, dem zusammen mit Arthur F. Bentley verfaßten *Knowing and the Known*, definiert Dewey ‘Transaktion’ folgendermaßen: Eine Transaktion ist die Form der Untersuchung von Prozessen, „[...] where systems of description and naming are employed to deal with aspects and phases of action, without final attribution to ‘elements’ or other presumably detachable or independent ‘entities,’ ‘essences,’ or ‘realities,’ and without isolation of presumably detachable ‘relations’ from such detachable ‘elements.’“ (Dewey/Bentley 1949: 101f.) ‘Interaktion’ nennen Dewey und Bentley demgegenüber die Form der Untersuchung von Prozessen, welche deren Handlungsstrukturen zwar auch als Systeme veränderlicher Beziehungen betrachtet, letztere aber im Sinne von Wechselwirkungen zwischen Relata betrachtet, die unabhängig voneinander bestimmbar sind. Eine Technik aus transaktionaler Perspektive zu untersuchen, heißt demnach, sie als Handlungsstruktur begreifen zu wollen, welche durch die gemeinsame Herausbildung zweier interdependenter Momente bestimmt ist: erstens der Mittel, welche regelförmig die Verwirklichung von Zwecken fördern sollen, und zweitens der Zwecke, welche kontextabhängig die Koordinierung von Mitteln verantworten sollen. Wenn die transaktionale Sicht auf Technik wiederum pragmatisch auf ihre denkbaren Auswirkungen auf unseren Umgang mit Technik befragt wird, dann besteht eine mögliche Antwort darin, zu versuchen, diese Sicht vermittels der praktischen Philosophie des informationellen Handelns für die Softwaretechnik fruchtbar zu machen. Beispielsweise ließe sich der hypothetische Imperativ einer transaktionalen Ethik migrierender Programme wie folgt formulieren: Wenn der Einsatz mobiler Agenten der Befriedigung informationeller Bedürfnisse dienen soll, welche die Ressourcen des jeweiligen Informationssystems bestmöglich auswerten wollen, dann muß sowohl die Gestaltung der mobilen Agenten als auch die Ausbildung der Bedürfnisse an der wechselseitigen Abhängigkeit dieser beiden Prozesse orientiert werden.

Der erste Schritt zur Umsetzung des hypothetischen Imperativs besteht darin, die interaktionale Perspektive zu verlassen: Bei der Konstruktion mobiler Agenten darf der Nutzer nicht mehr als Inbegriff von Zielsetzungen und Präferenzen, die während des Gebrauchs des Agenten stabil vorhanden wären, und das Programm nicht als Standardwerkzeug verstanden werden, das für die durchschnittlich akzeptable Befriedigung einer gewissen Anzahl schematisierbarer Bedürfnisse unveränderlich zuhanden wäre. Statt dessen soll die transaktionale Reflexion über die Interdependenz von Mitteln und Zielen im informationellen Handeln zu Designstrategien für migrierende Programme führen, die das Problem der Koordination von Prinzipal und Agent als Aufforderung zu einer gemeinsamen Entwicklung dieser beiden Momente informationellen Handelns interpretieren. Erinnern wir uns: Während die Instrumentalität eines mobilen Agenten dadurch gesichert werden soll, daß sein Programm den Prinzipal im Informationssystem repräsentiert, zeigt sich die Autonomie des Instruments in dessen kontextbedingter Mobilität, also in der vom Nutzer nicht unmittelbar gesteuerten Veränderung der Kommunikationskanäle des migrierenden Programms. Nun erhöht genau diese relativ selbständige Zweckverwirklichung die Chance, daß der mobile Agent für seinen Prinzipal informative Ergebnisse erzielt. Je autonomer der Agent im Computernetz migrieren darf, desto stärker können die Daten, die er während der Ausführung seines Programms in den verschiedenen Computern empfängt, seinen tatsächlichen Weg durch das Netz beeinflussen. Damit erhöht sich der Informationswert der Tätigkeit des Agenten für den Prinzipal: Je weniger der Nutzer die Migrationsentscheidungen des Programms im vorhinein einschränkt, um so wirkungsvoller können die Daten, die der Agent über seine Kommunikationskanäle aus seinen Ausführungskontexten erhält, im Lichte der Zwecksetzung des Nutzers als für deren Verwirklichung relevante Informationen durch den Agenten ausgewertet werden. Die Wirkung dieser Daten besteht dann in ihrem Einfluß auf die Entscheidung über die nächste Migration des Agenten, und die Resultate, welche der Agent schließlich seinem Prinzipal übermittelt, sind von der individuellen Geschichte seiner Wanderung durch das Computernetz in hohem Maße mitbestimmt. Die Migration bildet die Bewertung eines Teils der informationellen Ressourcen des verteilten Systems durch das wandernde Programm ab, so daß die dem Prinzipal vom Agenten übermittelten Daten einen zusätzlichen potentiellen Informationswert besitzen. Um ihn zu realisieren, muß der Nutzer die Daten allerdings – über ihre zweckgebundene Interpretation hinaus – im Lichte der Frage untersuchen, inwiefern das jeweilige Informationssystem möglicherweise für einen anderen als denjenigen Zweck, welchen er dem Agenten vorgegeben hat, effizienter nutzbar ist. Kurzum: Je genauer der Prinzipal die ihm übermittelten Daten als Resultat auch der autonomen Mobilität des Agenten analysiert, desto

informativer ist diese Mobilität für ihn und desto eher fühlt er sich aufgerufen, für die Festlegung der Ziele seiner Nutzung des jeweiligen Informationssystem von diesem selbst zu lernen und die Funktionalität seines Agenten entsprechend zu verbessern.

Wenn der Nutzer sich im soeben erläuterten Sinne provozieren läßt, dann setzt er die transaktionale Sicht auf migrierende Programme in einen reflexiven Umgang mit ihnen um. Das allgemeinste Designprinzip für mobile Agenten lautet dementsprechend, daß solche Agenten die pragmatische Auswertung der transaktionalen Perspektive im konkreten informationellen Handeln unterstützen sollen. Eine Strategie, diesem Prinzip nachzukommen, besteht darin, daß ein mobiler Agent nicht nur dem explizit vorgegebenen Ziel seines Prinzipals, sondern nebenläufig auch denjenigen Zielen folgen darf, die dem ausdrücklich festgelegten ähnlich sind (wobei die Ähnlichkeit der Ziele über ein Präferenzmaß darstellbar ist). Worin liegt der Nutzen einer solchen Lizenz? Wenn der Prinzipal schon über diejenigen Daten, welche der Agent auf seinem Weg gesammelt hat, informiert wäre, bevor er zum Prinzipal zurückgekehrt ist, könnte sich dessen Zweckvorgabe bereits verändert haben. Das Programm des mobilen Agenten sollte demgemäß in die Lage versetzt werden, nicht nur den sozusagen expliziten Nutzer im Netz zu repräsentieren, sondern auch eine gewisse Anzahl gleichsam impliziter Nutzer, also einige derjenigen Prinzipale, deren Zielbestimmungen aus den wahrscheinlichsten Veränderungen der Zwecksetzung des expliziten Nutzers, gegeben die bereits gesammelten Daten, resultieren. In Übereinstimmung mit dem hypothetischen Imperativ der transaktionalen Ethik migrierender Programme würde es dem Nutzer hierdurch erleichtert, den für ihn relevanten Einsatzspielraum mobiler Agenten, das heißt die Möglichkeiten sinnvoller Zielbestimmungen für sie, hinsichtlich des jeweiligen Informationssystem effizienter zu erkunden. Softwaretechnisch ist dieses Experimentieren mit der Interdependenz zwischen den Mitteln und den Zwecken des informationellen Handelns beispielsweise durch die autonome Variation eines mobilen Agenten realisierbar: Hierzu muß er sich auf seinem Weg durch das Computernetz mit leicht veränderten Zielsetzungen in begrenzter Anzahl selbst reproduzieren können.

Falls eine solche lamarckistische Familie mobiler Agenten autonom miteinander kommunizierte, wäre eine verteilte Repräsentation des Prinzipals als präferentiell differenzierter Zielstruktur im Informationssystem erreicht. Angesichts dieses Szenarios ist es meiner Ansicht nach die vorrangige Aufgabe der Informationsethik, es weder als utopisch zu bagatellisieren noch als bedrohlich zu verhindern, sondern in ihm mögliche neue Formen informationellen Handelns vorwegnehmend mitzugestalten.

Danksagung. Ich danke Christian Erfurth und Volkmar Schau (Institut für Informatik, Friedrich-Schiller-Universität Jena) herzlich für ihre hilfreiche Bereitschaft, einem Philosophen die Softwaretechnik der mobilen Agenten an Hand des Jenaer MobiSoft-Projekts zu erklären (<http://mobisoft.informatik.uni-jena.de>) und mit ihm über grundlegende Aspekte ihrer Arbeit zu diskutieren.

Literatur

Asama u.a. 2006 Hajime Asama u.a.: Mobiligence Project. Emergence of Adaptive Motor Function through Interaction among the Body, Brain, and Environment. A Constructive Approach to the Understanding of Mobiligence, Tokyo 2006 (heruntergeladen von http://www.robot.t.u-tokyo.ac.jp/mobiligence/outline/index_e.html am 15. Juli 2008)

Braun/Rossak 2005 Peter Braun und Wilhelm Rossak: Mobile Agents. Basic Concepts, Mobility Models, and the Tracy Toolkit, San Francisco und Heidelberg 2005.

Craig 2007 Ian D. Craig: Object-Oriented Programming Languages. Interpretation, London 2007.

Dewey/Bentley 1949 John Dewey und Arthur F. Bentley: Knowing and the Known, in: Dewey: The Later Works 1925-1953, Volume 16: 1949-1952, hrsg. v. Jo Ann Boydston, Carbondale und Edwardsville 1989, S. 1-294

Eisenhardt 1989 Kathleen M. Eisenhardt: Agency Theory. Assessment and Review, in: Academy of Management Review 14 (1989), S. 57-74.

Grunwald/Julliard 2005 Armin Grunwald und Yannick Julliard: Technik als Reflexionsbegriff. Überlegungen zur semantischen Struktur des Redens über Technik, in: Philosophia naturalis 42 (2005), S. 127-157.

Hughes 1989 Thomas P. Hughes: American Genesis. A Century of Invention and Technological Enthusiasm 1870-1970, Neuausgabe, Chicago und London 2004.

Hughes 2004 Thomas P. Hughes: Human-Built World. How to Think about Technology and Culture, Chicago und London 2004.

Kern/Braun/Rossak 2006 Steffen Kern, Peter Braun und Wilhelm Rossak: MobiSoft. An Agent-Based Middleware for Social-Mobile Applications, in: Robert Meersmann, Zahir Tari und Pilar Herrero (Hrsg.): On the Move to Meaningful Internet Systems 2006. OTM 2006 Workshops, Berlin/Heidelberg/New York 2006 (Lecture Notes in Computer Science Bd. 4277), S. 984-993.

Milner 1999 Robin Milner: Communicating and Mobile Systems. The π -Calculus, Cambridge/England 1999.

Mitcham 1994 Carl Mitcham: Thinking through Technology. The Path between Engineering and Philosophy, Chicago und London 1994.

Nye 2006 David E. Nye: In der Technikwelt leben. Vom natürlichen Werkzeug zur Alltagskultur, übersetzt von Heiner Must, Heidelberg 2007.

O'Brien 2005 James A. O'Brien: Introduction to Information Systems, zwölfte Auflage, Boston u.a. 2005.

Poole/Mackworth/Goebel 1998 David Poole, Alan Mackworth und Randy Goebel: Computational Intelligence. A Logical Approach, New York und Oxford 1998.