Akteurstheoretische Betrachtungen organisationaler Handlungen*

Daniela Hinck, Michael Köhler, Roman Langer, Daniel Moldt und Heiko Rölke

Universität Hamburg, Fachbereich Informatik
Vogt-Kölln-Str. 30, D-22527 Hamburg

und

Institut für Soziologie
Allende-Platz 1, D-20146 Hamburg

{hinck, koehler, langer, moldt, roelke}@informatik.uni-hamburg.de

Zusammenfassung

Ziel des Projektes „Agieren in sozialen Kontexten“ (ASKO) ist es, Entscheidungsprozesse und Verhalten in öffentlich-rechtlichen Organisationen zu beschreiben und zu erklären. Vor diesem Hintergrund findet in unserem Projekt die Auseinandersetzung mit soziologischer Gesellschafts- und Organisationstheorie, die soziologisch untermauerte Modellierung bestimmter sozialer Phänomene und die Entwicklung informatisch/mathematisch fundierter Agentenmodelle statt.

Dies fand zu Beginn des Projekts durch die Analyse und Dekonstruktion ausgewählter Organisationskonzepte statt: Insbesondere das „Garbage Can-Modell“ von Cohen, March und Olsen [CMO72] diente als organisationstheoretischer Einstieg und brachte die Aufdeckung einiger theoretischer Lücken und Schwächen mit sich. Diese Arbeit widmet sich zunächst einer Organisationstheorie: dem „strategischen Ansatz“ von Crozier/Friedberg [CF93] und Friedberg [Fri95] – weitere Ansätze folgen.

Mit Hilfe dieses Ansatzes wird auf die Akteurs- bzw. Handlungsebene in Organisationen geschaut. Dies geschieht mit dem Interesse, Ansatzpunkte für ein sozionisches Modell für Akteursbeziehungen in organisationalen Handlungsfeldern zu entwickeln. Ausgangspunkt sind Handlungen der Akteure. Petrinetzmodellierungen begleiteten und unterstützen dieses Vorgehen.

Diese Arbeit beschreibt eine exemplarische Modellierung und ihre Einbettung die Petrinetz Architektur für Multiagentensysteme (Mulan) mittels einer Transformation des Modells in Handlungsprotokolle.

Keywords: Akteure, ASKO, Handlungen, Macht, Mulan, Multiagentensysteme, Organisationsstrukturen, Organisationstheorien, Petrinetze, Protokolle, Referenznetze, Sozionik

1 Einleitung

Der Rahmen für diese Arbeit wird durch das DFG-Schwerpunktprogrammes „Sozionik“ gebildet. Sozionik ist ein interdisziplinäres Projekt von Soziologen und Informatikern, dessen

*Diese Arbeit ist die schriftliche Fassung eines Vortrags auf der Konferenz „Sozionik 2000“ im Kloster Seeon.

Leitthemen in [Imh98] folgendermaßen benannt werden:

> „(1) Die moderne Gesellschaft bietet mit ihren sozialen Rollen und kulturellen Werten, Normen und Konventionen, Bewegungen und Institutionen, Macht- und Herrschaftsverhältnissen ein reichhaltiges Reservoir an Vorbildern für die Modellierung von Multiagentensystemen. Dabei kann die Informatik von der Adaptivität, Robustheit, Skalierbarkeit und Reflexivität sozialer Systeme lernen und ihre Bauprinzipien in leistungsfähige Technologien umsetzen.
>
> (2) Umgekehrt kann die Soziologie von der Informatik profitieren, indem sie die Multiagententechnik als Simulationswerkzeug zur Überprüfung und Ausarbeitung ihrer eigenen Begriffe, Modelle und Theorien nutzt. Hier eröffnen sich neuartige Möglichkeiten, um dynamische Wechselwirkungen zwischen Mikrophänomenen (soziales Handeln) und Makrophänomenen (gesellschaftliche Struktur) nachzubilden und experimentell durchzuspielen.
>
> (3) Schließlich stellen die zukünftigen Anwendungen von „hybriden Gemeinschaften“, die aus künstlichen Agenten und menschlichen Nutzern bestehen, eine ganz besondere Herausforderung für beide Fachdisziplinen dar. Hier geht es darum, zu untersuchen, wie die Hybridgemeinschaften unseren zukünftigen Umgang mit Technik (und mit unseren Mitmenschen) verändern werden.“

Das Projekt „Agieren in sozialen Kontexten“ (ASKO) widmet sich dieser Thematik, indem es sich zum Ziel gesetzt hat, Entscheidungsprozesse und Verhalten in öffentlich-rechtlichen Organisationen zu beschreiben und zu erklären (siehe dazu [vLMV]). Vor diesem Hintergrund findet im ASKO-Projekt die Auseinandersetzung mit soziologischer Gesellschafts- und Organisationstheorie, die soziologisch untermauerte Modellierung bestimmter sozialer Phänomene und die Entwicklung informatisch/mathematisch fundierter Agentenmodelle statt. Empirisch begleitet wird dies durch qualitativ-heuristische Sozialforschung (s. [Kle95]), mit der wir fallstudienartig bestimmte Entscheidungsprozesse an einem universitären Fachbereich erforschen.

Das sozionische Erklärungsmodell bildet die Ausgangsbasis für die Entwicklung eines sozionischen Agentenmodells, das Fragen zur Strukturierung von Interaktion und Kooperation thematisieren soll, insbesondere für öffentlich-rechtliche Institutionen. Dieses Modell soll somit frei von den ad hoc gebildeten Vorstellungen vom Sozialen sein, die sich derzeit in der Beschreibung von Agentengesellschaften ausmachen lassen. Dies geschieht durch die gemeinsame Entwicklung und Beschreibung des sozionischen Modells und seiner speziellen Anwendung auf einen universitären Fachbereich.

Erfordernisse und Ergebnisse der Petrinetzmodellierung und der soziologischen Theoriebildung sollen sich dabei im Sinne der obigen Leitfragen wechselseitig kritisieren und unterstützen.

Die Soziologie kann Inkonsistenzen, Unklarheiten und „blinde Flecken“ soziologischer Theorien schon durch ihre Formalisierung in Form von einer graphischen Darstellung durch Petrinetze aufgedecken und „richtige“ Aussagen experimentell validieren.

Die Informatik hat die Entwicklung einer Darstellungstechnik zum Ziel, um Vorgänge und Beziehungen im Anwendungsbereich öffentlich-rechtlicher Institutionen zu beschreiben.[1] Zudem wird eine Vorgehensweise benötigt, mit Hilfe derer eine Darstellung im Anwendungsfall erzeugt wird und Software-Werkzeuge, um diese Vorgehensweise zu unterstützen.

[1] Eine solche Technik wird im folgenden als „Agent Modelling Language“ bezeichnet.

Das Projekt verbindet diese beiden Forschungsstränge in einer gemeinsamen Arbeit: dem sozionischen Agentenmodell, kurz SAM. In ihm verbinden sich die theorievergleichenden und -integrierenden Arbeiten, die Gegenstand der soziologischen Theoriearbeit im Projekt sind, mit der informatischen Entwicklung von petrinetzbasierten Agentenmodellen. Dabei findet der soziologische Theorievergleich nicht nur innerhalb der Organisationstheorien einerseits und der Gesellschaftstheorien andererseits statt, sondern darüber hinaus werden Beschreibungen von Akteursprozessen und -verhalten aus der allgemeinen Gesellschafttheorie mit denen der Organisationssoziologie zusammengeführt.

Zu Beginn des Projekts stand die Analyse und Rekonstruktion ausgewählter Organisationsmodelle: Insbesondere das „Garbage Can-Modells“ von Cohen, March und Olsen ([CMO72]) diente als organisationstheoretischer Einstieg in unser Projekt und brachte die Aufdeckung einiger theoretischer Lücken und Schwächen mit sich. Petrinetzmodellierungen begleiteten und unterstützen dieses Vorgehen.

Einige der zentralen Kritikpunkte, die Ergebnis der Analyse des Garbage Can-Modells (vgl. [HKMM00, HHM00]) und bearbeiteter Sekundärliteratur (vor allem [WM96]) sind, sollen im folgenden kurz genannt werden. Sie dienten als Ausgangspunkt für theoretische Anschlußüberlegungen und werden später wieder aufgegriffen:

- Das Konzept vom Garbage Can riskiert nur einen stark reduzierten Blick auf Organisationsstrukturen. Soweit es sie überhaupt berücksichtigt, geschieht dies lediglich in Form von bestimmten Aspekten der Formalstruktur.
- Cohen, March und Olsen entwerfen zwar ein Akteursmodell und konzentrieren sich bei ihrer Analyse auf Verhalten, sprechen jedoch den Akteuren weder die Fähigkeit zum rationalen Handeln noch ein Streben nach Autonomie zu. Im Gegenteil, sie schreiben alles, was passiert dem zufälligen, weil im selben Kontext und zur selben Zeit, Zusammentreffen bestimmter Ereignisse bzw. (Entscheidungs-) Komponenten zu.
- Die Autoren des Garbage Can-Modells betrachten einzelne Entscheidungen isoliert voneinander - also so, als ob die Akteure noch nie etwas miteinander zu tun hatten und keine Annahmen über das Verhalten der anderen haben.
- Im Garbage Can-Modell läßt sich keine Aussage darüber finden, was genau Probleme, Entscheidungssituationen etc. darstellen, geschweige denn, wie sie entstehen und wann sie von den Akteuren als solche wahrgenommen werden und somit Handlungen auslösen.

Um die Lücken des Garbage Can Modells zu füllen werden weitere Organisationstheorien bearbeitet. Dies ist derzeit vor allem der „strategische Ansatz“ von Crozier/Friedberg ([CF93]) und Friedberg ([Fri95]) mit dem die mikropolitische Perspektive gestärkt werden soll. Mit ihm schauen wir auf die Akteurs- bzw. Handlungsebene in Organisationen. Dies geschieht mit dem Interesse, Ansatzpunkte für ein sozionisches Modell für Akteursbeziehungen in organisationalen Handlungsfeldern zu finden. Dies ist gleichzeitig eine Ergänzung zu der makrosoziologischen Perspektive, die wir in einem weiterem Bericht dieser Serie (s. [HKL$^+$00]) entwickelt haben. Beide Aspekte – mikro- sowie makrosoziologische Perspektive – werden in SAM berücksichtigt.

Wir betrachten in dieser Arbeit die Handlungen der Akteure in Organisationen. Akteure können grundsätzlich soziale oder künstliche, individuelle oder kollektive Akteure, also Gruppen oder Organisationen, sein. Zum derzeitigen Stand wird die Betrachtung von Einzelakteuren bevorzugt. Als (soziale) Beziehung wird das wiederholte und in gewissem Maße gleichförmige Handeln der Akteure definiert. Akteure treten in Beziehung durch Handlungen. Das Handeln der Akteure ist sinnhaft aufeinander bezogen. Folglich ist unter Akteursbeziehung das irgendwie geregelte bzw. organisierte Handeln von zwei oder mehr Akteuren zu verstehen.

Die Arbeit ist wie folgt gegliedert: Kapitel 2 gibt eine Einführung in die formale Darstellungstechnik: die Petrinetze. Kapitel 3 beschreibt die Grundstruktur der Petrinetz-Agentenarchitektur, in dessen Rahmen die Modelle beschrieben werden. Kapitel 4 schildert den Stand der Auseinandersetzung mit der Organisationstheorie, wobei mit dem Herausgreifen von drei organisationssoziologischen Aspekten zum einen die Perspektive der Akteurshandlungen und -beziehungen verdeutlicht wird und zum anderen an die genannten Schwachstellen des Garbage Can-Modells angeknüpft wird. Kapitel 5 erläutert erste Modellierungserfahrungen mit dem „Akteursmodell“: ein exemplarischer Ablauf wird präsentiert, in dem soziologische Leitthemen aufgegriffen werden – konkret wird das Modell dann anhand des sogenannten „Chef-Angestellten-Beispiel“ vorgeführt. Kapitel 6 beschreibt, wie dieses kompakte Modell in die präsentierte Agentenarchitektur eingebettet wird. Die Arbeit schließt mit einem kurzen Ausblick auf geplante Anschlußarbeiten.

2 Petrinetze

Ausgehend von objektorientierten Petrinetzen (siehe [Mol96]) wurden erste Vorschläge für agentenorientierte Petrinetze formuliert (siehe [MW97]). Mit der Erweiterung um das Konzept der Objekt-Petrinetze (siehe [Val96, Val98, Val00]) lassen sich Agenten intuitiv mittels Referenznetzen darstellen.

Referenznetze sind sogenannte höhere Petrinetze, also eine graphische Notation, die sich speziell zur Beschreibung komplexer, nebenläufiger Prozesse eignet. Für Referenznetze existieren (wie auch für andere Netzformalismen) Werkzeuge zum Ausführen solcher Beschreibungen. Da Referenznetze auf einfacheren Netzformalismen aufbauen, sollen deren Grundlagen zunächst kurz skizziert werden.

Die auf diesem Formalismus aufbauenden Referenznetze nach Kummer [Kum98, Kum99] und deren praktische Anwendung mit Renew [KW98] können im Rahmen dieser Arbeit nicht dargestellt werden, so dass auf die Orginalliteratur verwiesen wird. Gleiches gilt für alle technischen Details der im Folgenden beschriebenen Modelle.

Grundlagen und Nomenklatur Ein Petrinetz ist ein gerichteter Graph mit zwei unterschiedlichen Arten von Knoten: *Stellen* und *Transitionen*. Eine Stelle entspricht in etwa einem Speicher oder einer Zwischenablage, ist also ein passives Element, während eine Transition eine Handlung oder einen Verarbeitungsschritt (also ein aktives Element) darstellt. *Kanten* dürfen jeweils nur von Stelle zu Transition oder umgekehrt führen. Weitere Erläuterungen finden sich beispielsweise bei Reisig ([Rei85]).

Aufbauend auf dieser statischen Struktur wird ein dynamisches Verhalten erreicht, indem die Stellen mit *Marken* belegt sind. Höhere Petrinetzformalismen erlauben die Einführung von Marken mit Typen, wie sie auch in Programmiersprachen zur Deklaration von Variablen verwendet werden. Mit diesem Konzept wird mehr Übersichtlichkeit und eine kompaktere Darstellung erreicht. Aus historischen Gründen spricht man anstatt von getypten von gefärbten Marken beziehungsweise Netzen (siehe dazu z.B. [Jen92]).

Abbildung 1 zeigt die grundlegenden Elemente aller Petrinetze (beziehungsweise deren

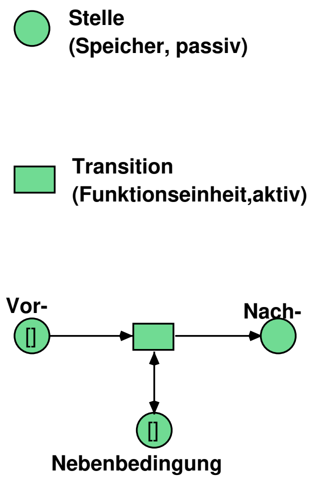

Abbildung 1: Stellen, Transitionen und Kanten

graphische Repräsentanten). Führt eine Kante von einer Stelle zu einer Transition, so ist die Stelle eine *Vorbedingung* für die Transition: Die Transition kann nur dann die mit ihr verbundene Handlung ausführen (*schalten*), wenn die Stelle eine passende Marke enthält. Eine Kante von einer Transition zu einer Stelle führt dazu, dass der Stelle beim Schalten der Transition eine Marke hinzugefügt wird. Eine solche Stelle heißt auch *Nachbedingung* der Transition. Eine Stelle, die sowohl Vor-, als auch Nachbedingung einer (derselben) Transition ist, heißt *Nebenbedingung*.

Eine spezielle Belegung aller Stellen eines Netzes mit Marken heißt *Markierung* des Netzes und stellt einen Zustand des durch das Netz repräsentierten Systems dar. In der Abbildung sind die Stellen, die die Vor- und die Nebenbedingung der unteren Transition darstellen, mit einer Marke ("[]") belegt. Die Transition ist damit in der Lage zu schalten; danach wäre die Vorbedingung nicht mehr markiert, neben der wieder belegten Nebenbedingung findet sich dann auch eine Marke auf der Nachbedingungsstelle.

Der Übergang von einer Markierung zu einer anderen (Zustandswechsel) ist nur unter bestimmten Bedingungen möglich. Es werden immer die mit einer Transition durch eine Kante verbundenen Stellen betrachtet. Eine Transition ist *aktiviert* und kann *schalten*, falls alle Stellen ihres Vorbereichs mit (zu der Transition passenden) Marken versehen sind. Zusätzlich müssen eventuell vorhandene Schaltbedingungen (Guards) erfüllt sein. Eine solche (passende) Belegung, die ein Schalten einer Transition zuläßt, wird auch als *Bindung* bezeichnet. Die Marken werden beim Schalten der Transition von ihren Stellen abgezogen. Alle Stellen aus dem Nachbereich der Transition werden mit neuen Marken belegt. Die abgezogenen und neu hinzuzufügenden Marken können in höheren Petrinetzformalismen wie den Referenznetzen durch Kanten- und Transitionsbeschriftungen beeinflußt werden. Sind ausreichend Marken vorhanden, so können auch mehrere Transitionen nebenläufig (also unabhängig voneinander und gleichzeitig) zueinander schalten.

3 Agenten-Petrinetze

Handlungen von Akteuren werden in Form von Handlungsprotokollen beschrieben, sofern es sich bei den Akteuren um Agenten handelt. Handlungsprotokolle sind eine spezielle Form der Petrinetze, ebenso wie Agenten auch durch Petrinetze beschrieben werden. Handlungsprotokolle sind dabei Marken im Agenten-Petrinetz. – eine Sichtweise, die im Gegensatz zu anderen Formalismen durch Referenznetze adäquat ausgedrückt werden kann.

Im weiteren werden in Unterabschnitt 3.1 kurz abstrakte Agentenmodelle eingeführt, die im Unterabschnitt 3.2 zu der spezifischen Sichtweise der protokollgesteuerten Agenten verfeinert werden. Für eine ausführlichere Darstellung siehe [Röl99, MR00].

3.1 Abstrakte Sicht auf einen Agenten

Ein Agent wird als nachrichtenverarbeitende Einheit aufgefaßt, das heißt er muss in der Lage sein, Nachrichten entgegenzunehmen, diese eventuell zu be- oder verarbeiten und eigene Nachrichten zu generieren. Hierbei ist zu beachten, dass ein vollständig synchroner Nachrichtenmechanismus, wie er aus der Welt der Objektorientierung bekannt ist, häufig dem Agentengedanken zuwider läuft und deshalb nicht vorgeschrieben ist. Es ist also zu beachten, dass jegliche Art von Kommunikation auf das Versenden von Nachrichten zu reduzieren ist.

Als Petrinetz modelliert stellt Abbildung 2 die am weitesten vergröberte noch sinnvolle Sicht auf ein solches System dar. Als Spezialität der Referenznetze fallen hier die Eingangs- und Ausgangstransitionen auf. Diese können mit anderen Transitionen in anderen Netzexemplaren über synchrone Kanäle kommunizieren [KW98] beziehungsweise Nachrichten austauschen.

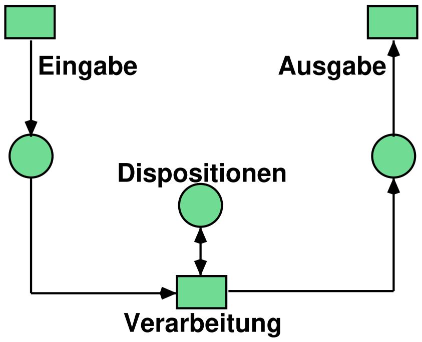

Abbildung 2: Grobsicht auf einen Agenten

Das vorgestellte Grundmodell beinhaltet eine starke Kapselung der Agenten. Die Agenten sind ungeachtet ihrer inneren Struktur nur über eine klar definierte Kommunikationsschnittstelle ansprechbar. In Abbildung 2 sind diese Schnittstellen durch die Transitionen Eingabe und Ausgabe dargestellt. Es können selbstverständlich mehrere (dann virtuelle) Kommunikationskanäle auf diese beiden Transitionen abgebildet werden.

Eine solche Modellierung entspricht dem Agentengedanken; da Agenten Autonomie aufweisen sollen, müssen sie eine eigenständige Kontrolle über ihre Handlungen ausüben können. Dazu gehört auch die Möglichkeit, Nachrichten eines bestimmten Typs oder Absenders frühzeitig ausblenden zu können.

Das Gedächtnis eines Agenten wird als lokaler Speicher in Form einer Stelle modelliert. Dieser Speicher wird – wie in Abbildung 2 sichtbar – als Nebenbedingung Dispositionen der Informationsverarbeitungstransition (Verarbeitung) modelliert und im weiteren als *Disposition* bezeichnet.

Da die hier vorgestellten Agenten nicht ausschließlich reagieren, sondern auch agieren können sollen (proaktiver Agent) – ansonsten könnte man sie nicht als autonom bezeichnen – besitzt das Petrinetz, von dem wir als Grundmodell für die nachfolgenden Agenten ausgehen, Transitionen, die ausschließlich für den Agenten lokale Stellen im Vorbereich besitzen.

3.2 Protokollgesteuerte Agenten

Die in [Röl99, Röl00] vorgestellten Agenten bilden die Grundlage für das in dieser Arbeit Verwendung findende Agentensystem. Es gibt jedoch einen sehr wichtigen Unterschied, der in [MR00] ausführlich diskutiert wird: Die zur Modellierung von soziologisch interessanten Fragestellungen erforderlichen Agenten müssen einerseits einen hohen Grad an Flexibilität, auch und gerade zur Laufzeit, aufweisen und andererseits leicht zu modellieren und anzupassen sein. Darüber hinaus ist für eine breitere Akzeptanz intuitive Verständlichkeit der Vorgänge innerhalb der Agenten notwendig. Unter anderem diese Überlegungen führten zur Verwendung der hier kurz skizzierten Protokoll-gesteuerten Agenten.

Ein wichtiges Einsatzgebiet von Petrinetzen ist die Spezifikation von (Ablauf-)Protokollen wie dem in Abbildung 3, das einen einfachen Erzeuger-Verbraucher-Prozess darstellt.

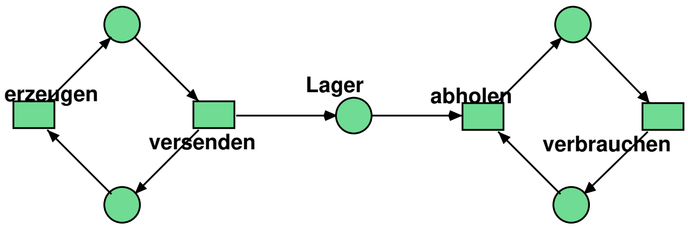

Abbildung 3: Erzeuger-Verbraucher Protokoll

Die Stelle Lager in der Mitte der Abbildung stellt eine asynchrone Kopplung zwischen dem Prozeß des Erzeugens und dem des Verbrauchens dar. Ist man nur an den Einzelsystemen interessiert, so kann man diese Stelle auslassen und beispielsweise nur den Kreislauf aus erzeugen und versenden betrachten. Dieses Protokoll kann als abstrakte Definition der Dynamik eines entsprechenden Objektes oder Agenten dienen. Mit dem Einsatz von Petrinetzen als Objekt-Ablaufbeschreibung beschäftigten sich unter anderem Laue et al. [LLMT00b, LLMT00a].

Solche als Petrinetze dargestellten Protokolle steuern das Verhalten eines Agenten Ein solcher protokollgesteuerter Agent ist in Abbildung 4 wiedergegeben.[2] Im Mittelpunkt der Aktivität eines solchen Agenten steht die Protokollauswahl und damit die Aufnahme von Konversationen (vgl. [CCF+99, Röl00]). Die Protokollauswahl kann grundsätzlich proaktiv (der Agent nimmt von sich aus eine Konversation auf) oder reaktiv (Protokollauswahl aufgrund einer von einem anderen Agenten angestoßenen Konversation) erfolgen. Diese Unterscheidung entspricht in der Abbildung den beiden Transitionen reaktiv und proaktiv. Zu beachten ist die Kante von der Nachrichteneingangsstelle zur Transition mit der reaktiven Protokollauswahl.

[2]Bei Abbildung 4 handelt es sich um eine Verfeinerung von Abbildung 2.

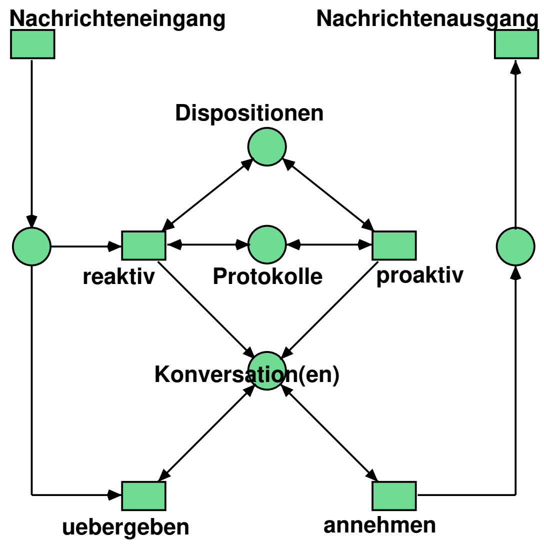

Abbildung 4: Hauptseite eines protokollgesteuerten Agenten

Diese Transition kann also nur nach dem Eintreffen einer Nachricht schalten. Die Auswahl einer Konversation wird von den Dispositionen eines Agenten beeinflusst. Im Fall der proaktiven Protokollauswahl sind die Dispositionen sogar die einzige Schaltbedingung, die Protokolle werden als Nebenbedingung angesehen. Ein solcherart aktiviertes Protokoll[3] wird im weiteren als *Konversation* bezeichnet, da es im Normalfall den Nachrichtenaustausch mit anderen Agenten beinhaltet[4]. Eine Konversation kann jedoch verallgemeinert auch agentenintern, also ohne Nachrichtenverkehr, ablaufen.

Eine aufgenommene Konversation erhält eine eindeutige Identifikation, die in der Abbildung nicht sichtbar ist. Unter Bezugnahme auf diese Identifikation können zur Konversation gehörende Nachrichten verschickt oder angenommen werden. Ankommende Nachrichten mit einem Bezug auf eine bestehende Konversation können so von der Transition `uebergeben` an das die Konversation darstellende Protokollnetz weitergegeben werden. Ist im Ablauf einer Konversation das Versenden von Nachrichten an andere Agenten erforderlich, so werden diese über die Transition `annehmen` aus dem Protokollnetz an die dargestellte Agentenhauptseite übergeben und von dieser über den hier nicht behandelten Nachrichtenübertragungsmechanismus an den oder die an der Konversation beteiligten Agenten weitergereicht. Die Kommunikation zwischen Protokollnetz (Konversation) und dem dargestellten Agentennetz erfolgt über synchrone Kanäle. Beispiele für konkrete Konversationsprotokolle sind im folgenden zu finden.

[3]In Anlehnung an objekt-orientierte Sprechweisen spricht man von einem instantiierten Netz beziehungsweise Protokoll (das ja durch ein Netz dargestellt wird).

[4]Der Terminus „Konversation“ ist hier wieder technisch belegt und beschreibt schlicht einen mehrstufigen Nachrichtenaustausch zwischen Agenten.

4 Akteure in organisierten Handlungsfeldern

Nach der Einführung in die informatischen Konzepte - die Referenznetze und die Agenten Petrinetze - die bei der Entwicklung eines sozionischen Akteursmodell zum Einsatz kommen, folgt nun die Vorstellung der zweiten Disziplin und ihrer in diesem Kontext relevanten Inhalte. Von seiten der Soziologie verfolgen wir eine in erster Linie eine theoriegeleitete Herangehensweise, die sich aus Gesellschafts- und Organisationstheorien speist. Gesellschafts- und organisationstheoretische Aspekte sollen gleichermaßen herangezogen und auf ihre Bedeutung und Leistung für unseren Forschungsgegenstand und das zu entwickelnde gemeinsame Akteursmodell hin überprüft werden. Was wir in diesem Rahmen vorstellen möchten, sind drei ausgewählte Aspekte der Organisationstheorie, von denen wir meinen, dass sie das von uns geplante sozionische Akteursmodell in sinnvoller Weise vorantreiben können. Dies sind die formalen und informellen Organisationsanteile (Abschnitt 4.1), Macht (Abschnitt 4.2) und Annahmen über das Verhalten der anderen (Abschnitt 4.3). Wir nehmen dabei Bezug auf den „Strategischen Ansatz" von Crozier/Friedberg ([CF93], [Fri95]). Wie diese Themenbereiche in Petrinetzmodelle umgesetzt wurden und wie sich der Transferprozess von Theorie in Netze gestaltete, möchten wir im Anschluss anhand einiger Netzexemplare darstellen. In der Zukunft werden dann weitere Theoriekomponenten ergänzt und in das Modell integriert werden. Dadurch, dass ein ständiger Abgleich und eine Rückkopplung der Einzelaspekte stattfindet, ist zu erwarten, dass es ebenfalls zu Korrekturen und Nachbesserungen des Modells kommen wird.

4.1 Die Vermischung informeller und formaler Organisationsanteile - und ihr Ausdruck in der Akteursbeziehung

Der erste Aspekt, den wir heranziehen wollen, betrifft zwei traditionell grundlegende Kategorien der Organisationstheorie, die formalen und die informellen Strukturen in Organisationen. Um die Bedeutung dieser Kategorien vor dem Hintergrund der sie betreffenden wissenschaftlichen Debatten richtig einschätzen zu können, ist hier ein kurzer Blick zurück in die Geschichte der Organisationstheorie angezeigt.

In der Organisationsforschung galten Organisationen lange Zeit als zielorientierte, rationale und geplante Systeme (vgl. [Tür89], 23) - sie wurden gleichgesetzt mit ihren Formalstrukturen. Das Wissen darüber, dass in Organisationen jedoch mehr Kräfte am Werk sind als mit solch einer funktionalen Sichtweise wahrgenommen werden können, kam mit der Human Relations-Bewegung in den 1930er Jahren hinzu. Die Kategorie der informellen Strukturen und Gruppen wurde eingeführt und mit ihnen z.B. auf die persönlichen Befindlichkeiten der Arbeiter geschaut (vgl. z.B. die überblicksartige Darstellung in [Kne96]).

Seither lassen sich in der Organisationstheorie zahlreiche Debatten verfolgen, die sich mit formalen und informellen Organisationsanteilen und deren Zusammenhang befassen. Nachzulesen sind z.B. Aussagen, die von informellen Strukturen als einer Parallelwelt sprechen, die unabhängig neben der Welt der Formalstrukturen in Organisationen existiert. Andere wiederum sprechen von einer wechselseitigen Bedingtheit oder gar einer untrennbaren Verknüpfung beider. Doch auch wenn Organisationsforscher sich nun vornahmen, beide Seiten in den Blick zu nehmen, lässt sich generell beobachten, dass eine begriffliche Fassung und Unterscheidung von formalen und informellen Strukturen zumeist eher unscharf und unreflektiert ausfiel.

Bemüht man sich dennoch um eine generelle Definition, lässt sich bei der Durchsicht der Literatur feststellen, dass formale Strukturen im allgemeinen für den offiziellen, kodifizierten

Teil der Organisation stehen und oft gleichgesetzt werden mit Regeln, Verfahren oder Vorschriften. Wohingegen informelle Strukturen meist die offiziell nicht vorgesehenen oder sogar heimlichen und unerlaubten Praktiken der Organisation umschreiben.

Setzt man die Kategorien formal/informell aber in dem Bestreben ein, Organisationen verstehen zu wollen, so stößt man schnell an die Grenzen ihrer Erklärungskraft. Typisiert man z.B. eine Organisation als Formalorganisation, so führt dies sofort zu einer Überbetonung der offiziellen Regeln und ihrer Wirkung sowie zu einer Unterschätzung oder Missachtung der ungeplanten und unerlaubten Praktiken. Genauso ist es im umgekehrten Fall.

Was durch eine Einordnung in die Kategorien formal/informell weitgehend unberücksichtigt bleibt, ist die Tatsache, daß so getrennt wird, „was in der Realität untrennbar und unentwirrbar verbunden ist“ ([Fri95]: 144). Denn in Wirklichkeit existiert die Formalstruktur in Abhängigkeit von den Verhaltensweisen und Praktiken, die sie zu regeln versucht. Die formalen Strukturen erlangen nur in dem Maße Wirksamkeit, wie sie in eben die real stattfindenden Verhaltensweisen und Praktiken der Akteure aufgenommen werden.[5]

Tatsächlich sind Formalstrukturen das Ergebnis von Regelsetzungen oder Verhandlungen der Organisationsmitglieder bzw. -leitung und drücken dieses in kodifizierter Form aus. Formale Vorschriften werden aber ständig von den Praktiken der Beteiligten „überrollt“, indem sie versuchen, Zwänge zu umgehen und Situationen aus- und umzudeuten. Einige Beispiele: Die tatsächliche Arbeit weicht von der vorgeschriebenen ab, der festgelegte Dienstweg wird umgangen, Entscheidungsprozesse verlaufen nur teilweise nach Plan. Ständig sind die Akteure damit beschäftigt, die Gültigkeit des formalen Rahmens anzuknabbern, zu verschieben, auf den Kopf zu stellen ([Fri95]: 144).

Ordnet man eine Organisation in die Kategorie formal ein, weil man meint, die Regelungsdichte durch formale Vorschriften könnte höher nicht sein, so wird das Ergebnis der Analyse nicht mehr als eine vage Annäherung an die Organisation und ihre Funktionsweise sein. Genau dieser Fall trifft auf die von Cohen, March und Olsen empirisch untersuchten Universitäten zu, was sie zur Entwicklung des Konzepts vom „Garbage Can“ motivierte.

In der Realität ist das, was das reale Organisationsgeschehen prägt, ein Mischprodukt aus formalen Vorschriften und informellen Abläufen. Setzen wir für formale Vorschriften einmal den Begriff Regeln ein und für informelle Abläufe den Begriff Praxis. Dann ist das, was im Organisationsalltag passiert, die praktische Ausformung der Regeln[6]. Wenn wir das soziale Phänomen Organisation verstehen wollen, dann müssen wir sensibel genug sein, für die nur graduellen Abstufungen von mal mehr, mal weniger vorhandenen und wirksamen formalen (bzw. informellen) Anteilen dieses Verhältnisses.

Akteure treten in bestimmten organisationalen Kontexten in Beziehung zueinander und handeln. Unsere Idee ist es, mit unserem sozionischen Akteursmodell auf die Handlungen dieser Akteursbeziehungen zu schauen, um daraus das jeweilige Mischungsverhältnis von Regeln und Praxis abzulesen. Denn uns interessiert in diesem Zusammenhang nur das, was im tatsächlichen Handeln der Akteure, also in der Praxis, zum Ausdruck kommt und warum.

[5]Dieser Aspekt spricht den in der Einleitung erwähnten Kritikpunkt am Garbage Can-Modell an, dass hier nur die Formalstruktur auf die Entscheidungshandlungen einwirkt. Der Schwachpunkt besteht also nicht nur darin, informelle Formierungen und Praktiken außer acht zu lassen, sondern darüber hinaus auch der Vermischung von beiden in den Handlungsweisen der Akteure nicht Rechnung zu tragen.

[6]Gesetzt den Fall, dass sich im praktischen Handeln auf Regeln bezogen wird.

4.2 Macht als Akteursbeziehung in organisationalen Ungewißheitszonen

Macht und das Streben nach Macht in Organisationen ist ein weiteres Beispiel für ein soziales Phänomen, das sich sinnvollerweise als Akteursbeziehung fassen läßt und in dem sich die praktische Ausformung der Regeln ausdrückt.

Ausgangspunkt der Betrachtung von Machtphänomenen ist, dass es keine völlig geregelten und kontrollierten sozialen Handlungsfelder gibt. Denn noch so viele Regeln, Zwänge, Verfahren, Zielvorgaben erfassen nie das gesamte Organisationsgeschehen. In jeder Organisation gibt es sogenannte „Ungewissheitszonen" (vgl. [CF93]: 43), also Freiräume, die Akteure strategisch nutzen können - und dies auch tun. Im täglichen Umgang mit den formalen Regeln finden die Akteure wie gesagt immer wieder Möglichkeiten, diese zu umgehen und aufzuweichen.

Möchte man sich dem Phänomen Macht in Organisationen annähern, so muss man zunächst diese Ungewißheitszonen aufspüren und sich dort auf die Suche begeben.

Macht aus der Akteursperspektive soll allgemein verstanden werden als die Möglichkeit eines Akteurs, auf andere Akteure Einfluss zu nehmen. Dies vollzieht sich in Tausch- und Verhandlungsprozessen, die er versuchen wird, zu seinem Gunsten zu strukturieren (vgl. [Fri95]: 116; [CF93]: 39ff.).

Es gibt kein strukturiertes Handlungsfeld ohne Macht, denn beide setzen sich gegenseitig voraus und bedingen sich.

Macht ist eine Dimension jeder sozialen Beziehung zwischen Akteuren. Treten zwei Akteure in Beziehung zueinander, so ist jeder bestrebt, seine Autonomie zu erhalten oder zu vergrößern[7]. Die Beziehung ist unausgeglichen: Einige Akteure können mehr Einfluß nehmen als andere, denn nicht jeder verfügt über gleich viel Ressourcen (Ansehen, Autorität, Wissen, Fähigkeiten, Beziehungen), die er auch einsetzen kann.

Ressourcen sind also ein Maß für die Handlungsfähigkeit der Akteure, aber sie sind kein allgemeines Merkmal des Akteurs. Denn sie müssen für den Akteur jeweils relevant sein in Bezug auf die beteiligten Personen und den aktuellen Handlungskontext - kurz: Sie müssen in der Akteursbeziehung von Bedeutung sein.

Von der Formalstruktur der Organisation könnte man nun sagen, dass sie den zeitlichen, räumlichen und sozialen Rahmen vorgibt, in den der Akteur sein Streben nach Macht einfügen kann. Schließlich stellen sie Regeln und damit Zwänge dar, geben die Verhandlungsbedingungen vor und bestimmen den Ablauf. Die alleinige Referenz auf formalstrukturelle Effekte ist jedoch weit davon entfernt, einen wirklichen Beitrag zum Verstehen und Erklären der Machtspiele zu leisten. Denn auch hier ist es so, dass sich im Handeln der Akteure immer die jeweilige Mischung von formalen und informellen Organisationsanteilen ausdrückt - auch hier werden die Regeln von den Akteuren praktisch ausgeformt.

Macht ist nichts ohne die Akteursbeziehung: Sie ist kein Attribut und kann nicht besessen werden. Sie ist kein Gut, das man mit sich führen kann, um es irgendwo aufzubewahren oder wie Geld zu sparen. Macht steckt zwar in den vorhandenen Strukturen des Handlungsfeldes. Aber erst wenn man in Beziehung zu anderen Akteuren tritt, kann man sie ausüben. Erst wenn man die strukturell angelegte Asymmetrie in soziales Handeln umsetzt, macht man sie wirklich und wirksam (vgl. [Fri95]: 112).

[7] An dieser Stelle erneut ein kurzer Blick zurück auf das Garbage Can-Modell: Es spricht den Akteuren wie erwähnt weder Autonomie noch die Fähigkeit zum zielgerichteten Handeln zu. Macht taucht zwar als Dimension der formalen, hierarchisch gegliederten Organisation auf, wird aber außerhalb des Organigramms der Organisation nicht betrachtet. Dies ist im Gegensatz dazu bei Crozier/Friedberg der Fall.

In dem in Kapitel 6 präsentierten Modellierungsbeispiel „Chef und Angestellter" wird z.B. genau dieses Phänomen der Macht als Akteursbeziehung wieder aufgegriffen. Auch die Frage, inwieweit die Annahmen, die ein Akteur z.B. über die Macht eines anderen hat, sich auf seine Handlung auswirken, wird dort von Bedeutung sein. Ihr wollen wir uns als dritten Themenkomplex der Organisationstheorie zuwenden.

4.3 Annahmen der Akteure als handlungsleitende Aspekte

Dem Handeln des Akteurs geht eine Einschätzung voraus, die sich auf sich selbst und die anderen Akteure bezieht. Diese Einschätzungen sind das Ergebnis von komplexen Deutungs-, Bewertungs- und Antizipationsleistungen, die der Akteur erbringen muss. Auf diese können wir hier nicht im einzelnen eingehen. Wir beschränken uns daher auf Annahmen über die Handlungsfähigkeit und -bereitschaft von sich selbst und den anderen Akteuren, die sich in der selben Handlungssituation befinden. Wie es zu diesen Annahmen kommt, können wir hier nicht näher erläutern. Wir setzen voraus, dass Akteur A zum einen Annahmen über sich selbst und zum anderen über Akteur B, seinem Gegenüber, hat. Und symmetrisch dazu hat Akteur B ebenfalls Annahmen über sich selbst und Akteur A. Dies sind generell Annahmen darüber, wie es um die Handlungsfähigkeiten und -möglichkeiten bestellt ist.

Um dies noch deutlicher zu machen, greifen wir nun ein einfaches Beispiel heraus, das den Themenbereich Verhaltensannahmen mit dem der Macht zusammenführt:

Akteur A hat Annahmen darüber, wie hoch seine Chancen sind, Macht über Akteur B ausüben zu können. Entsprechend wählt er seine Handlungen aus. Nach seinem Selbstbild machtvoll zu handeln ist aber nur eine Seite des Ganzen. Denn inwiefern die Macht von Akteur A tatsächlich wirksam wird, ist ebenfalls abhängig davon, wie Akteur B die Macht von Akteur A einschätzt und danach handelt - er kann dessen Macht durch sein Handeln anerkennen oder nicht. Er kann ihn als unangemessen oder peinlich empfinden und dies entsprechend ausdrücken, z.B. auch dadurch, dass er den anderen einfach ignoriert. Die Modellierungen in Abschnitt 5 werden uns diesen Fall noch einmal veranschaulichen.

Wenn Akteure in einem organisationalen Handlungskontext in Beziehung treten und handeln - wobei Macht wie gesagt immer als Dimension dieser Beziehungen vorhanden ist - so drücken sich hier also auch die akteurseigenen Annahmen darüber aus, wie man selbst und sein Gegenüber mit Ressourcen ausgestattet ist und handeln wird.[8]

Die Akteure selbst wirken mit an der Definition von sich selbst und von anderen. Ständig stellen die Akteure nämlich Hypothesen über ihre Gegenspieler auf, die deren Interessen und Vorhaben betreffen. Sie versuchen sozusagen, deren Handeln vorherzusehen und auf diese Weise Ungewissheiten zu reduzieren. Und unaufhörlich interpretieren sie die Informationen, die ihnen die Handlungen der anderen liefern, indem sie ihre Annahmen mit dem tatsächlich Wahrgenommenen abgleichen.

Als Reaktion darauf erbringen sie bestimmte Anpassungsleistungen. Erstens revidieren sie ihre Annahmen über sich selbst, falls sie feststellen, sich unangemessen verhalten zu haben. Zweitens modifizieren sie, wenn nötig, die Hypothesen über ihre Mitspieler. In der Praxis passen sie drittens ihr Handeln an die veränderten Voraussetzungen und an die herrschen-

[8] Abweichend von dieser Sichtweise werden z.B. die Annahmen und Erwartungen der Akteure im Konzept des Garbage Can nicht berücksichtigt. Cohen, March und Olsen betrachten verschiedene Entscheidungssituationen isoliert voneinander, also so als ob die Akteure immer das erste Mal aufeinander treffen. Die Einordnung in einen Handlungszusammenhang findet nicht statt und den Akteuren wird so nicht die Möglichkeit eingeräumt, Annahmen und Erwartungen über den/die anderen zu entwickeln.

den Spielregeln in ihrem Handlungsfeld an. Und nicht zuletzt sind sie damit viertens selbst daran beteiligt, welche Annahmen die anderen von sich haben, was wiederum deren Handeln beeinflusst.

Auch an dieser Stelle wird erneut deutlich, welche Möglichkeiten die Perspektive auf die Akteursbeziehung und der Ansatzpunkt Handlungen für die Analyse konkreter organisationaler Handlungsfelder bietet - auch wenn in unserem Modell zum jetzigen Zeitpunkt erst der Bezug zu einigen ausgewählten Aspekten hergestellt ist. Handlungen stehen für ein beobachtbares In-Beziehung-Treten der Akteure auf der Mikroebene des Organisationsgeschehens. Und diese Beziehungen sind eben nicht zweckfrei.

5 Modellierung wechselseitiger Unsicherheit bei Akteurshandlungen

Betrachten wir zunächst eine „klassische" Sichtweise auf Organisationen: Siehe dazu die Abb. 5, die Handlungsweisen von Akteuren und die sie beeinflussenden Gegebenheiten in Organisationen veranschaulicht. Diese Darstellung beschreibt einen Akteur, der durch die Existenz äußerer Zwänge in seinem Handeln beeinflusst wird, z.B. durch die formalen Strukturen der Organisation. Eine solche Modellierung fußt auf der klassischen Sichtweise von Organisationen, weil z.B. formale und informelle Gegebenheiten als losgelöst voneinander auf das Handeln der Akteure einwirkend gesehen werden:

Ein Akteur (hier: Akteur_1) setzt sich über die formalen und die informellen Strukturen mit anderen Akteuren in Verbindung, wobei dies – je nach Handlung – Auswirkungen auf den Akteur selbst oder seine Umwelt haben kann. Ein Kontext beeinflußt dabei jeweils seine Handlung – hier das Machtspiel. Jeder Akteur besitzt Strategien mit Hilfe derer er seine Spielräume / Macht zu erweitern sucht. Der Eigensinn eines Akteurs bzw. die physikalischen Zwänge, die auf einen Akteur einwirken, sowie die Ressourcen, die ihm zur Verfügung stehen, beeinflussen jeweils seine Spielräume / Macht bzw. Strategien. Diese Strategien beschreiben also die inneren Beweggründe eines Akteurs.

5.1 Modellierung von Akteurshandlungen

Diese Art der Beschreibung ist jedoch, wie in Abschnitt 4 gesehen haben, unzureichend, weil nur die organisationalen Aspekte im alltäglichen Geschehen auch wirksam werden, die die Akteure in ihr Handeln aufnehmen. Um ein Modell anzugeben, das der bisherigen soziologischen Darstellung Rechnung trägt, betrachten wir im folgenden die Handlung zwischen Akteuren detailierter, und zwar in Hinblick auf (a) das Handeln eines Akteurs, (b) die resultierenden Umweltreaktionen und (c) die Anpassung des Akteurs und der Umwelt auf diese Reaktionen. Wir geben dazu zunächst eine übersichtshafte Beschreibung des Szenarios, die wir dann im einzelnen besprechen.

Kommunikation Betrachten wir die Abbildung 6[9]: Akteur 1 initiiert die Handlung in Form einer Kommunikation mit Akteur 2. Eine Handlung ist parametrisch bezüglich des Handlungstyps: ein solcher Handlungstyp kann beispielsweise eine Begrüßung sein. Akteur 2 partizipiert dann im folgenden an dieser typischen Handlung. Die Art und Weise, wie die

[9]Diese Darstellung verbirgt einige Details, für eine Darstellung mit allen Kanteninschriften sei auf die Abb. 9 verwiesen.

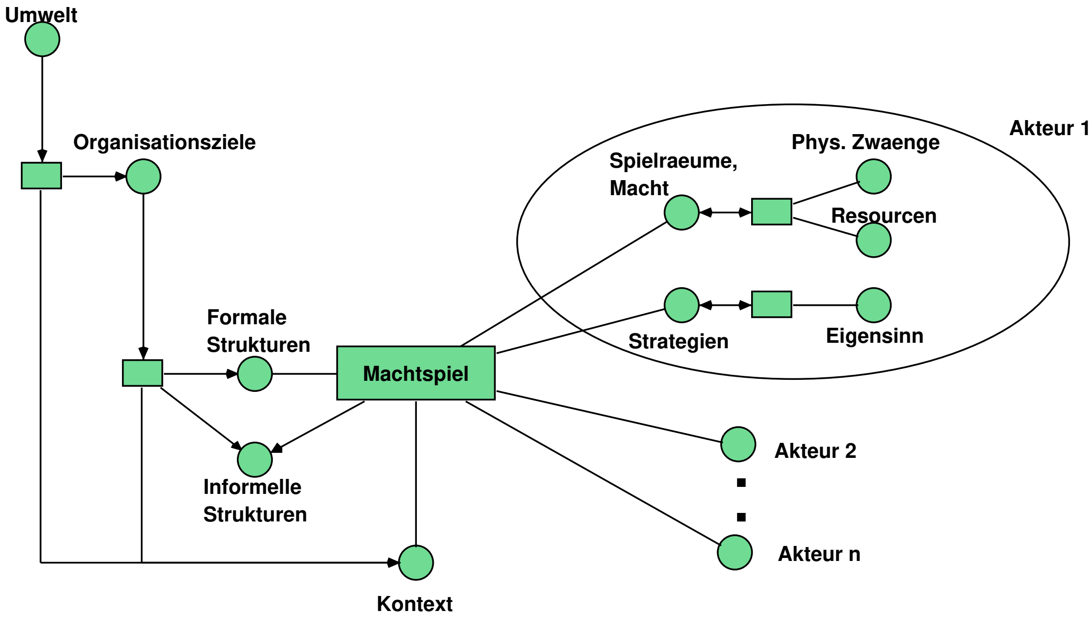

Abbildung 5: Agieren in Organisationen

Akteure diesen Handlungstyp exemplarisch ausprägen, d.h. wie sie die Begrüßung vollziehen, ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht festgelegt.

In diesem Moment ist eine Handlungssituation geschaffen: beide Akteure nehmen an der Handlung teil. Die eigentliche Ausprägung des Handelns geschieht für jeden Akteur individuell. So wählt der eine Akteur in Abhängigkeit des anderen Akteurs eine exemplarische Handlung aus (dies kann in Abhängigkeit der beiden Akteure z.B. ein einfaches Händeschütteln oder die Einladung zum Tee sein). Diese Wahl der exemplarischen Handlung ist dabei abhängig von den Annahmen des Akteurs über sich und andere.

Jedes exemplarische Handeln steht in einer Beziehung zu Ressourcen des Akteurs, die angeben, ob die exemplarische Handlung sich im Rahmen eines allgemeinen Bewertungsmaßstabes bewegt oder nicht. Dies kann von Situation zu Situation unterschiedlich sein.

Wechselseitige Bewertung Eine Handlung wird jedoch von den beiden Beteiligten unterschiedlich wahrgenommen (vgl. Abb. 7). So kann z.B. ein Akteur das Verhalten eines anderen als peinlich empfinden und dies unabhängig von der Art und Weise, wie dieser dies empfindet. Ein Akteur kann sein Verhalten als angemessen empfinden, seine Umgebung jedoch nicht. Die Bewertung des Verhaltens ist abhängig vom beobachtenden Akteur, ebenso die Anerkennung, die aus einer Interaktion folgt. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn das Selbstbild eines Akteurs von dem Bild, das andere von ihm haben, abweicht. In das Bewerten gehen somit die wechselseitigen beobachteten Handlungen und die Annahmen über den anderen ein, indem diese mit den Ressourcen verglichen werden. Dieser Vergleich entscheidet, ob man den anderen als Tiefstapler, als angemessen oder als anmaßend empfindet. In Abhängigkeit dieser Bewertung der Handlung geht auch eine Modifikation der Annahmen über den anderen einher, da zumeist eine Anmaßung mit einem Verlust an Ansehen verbunden ist.

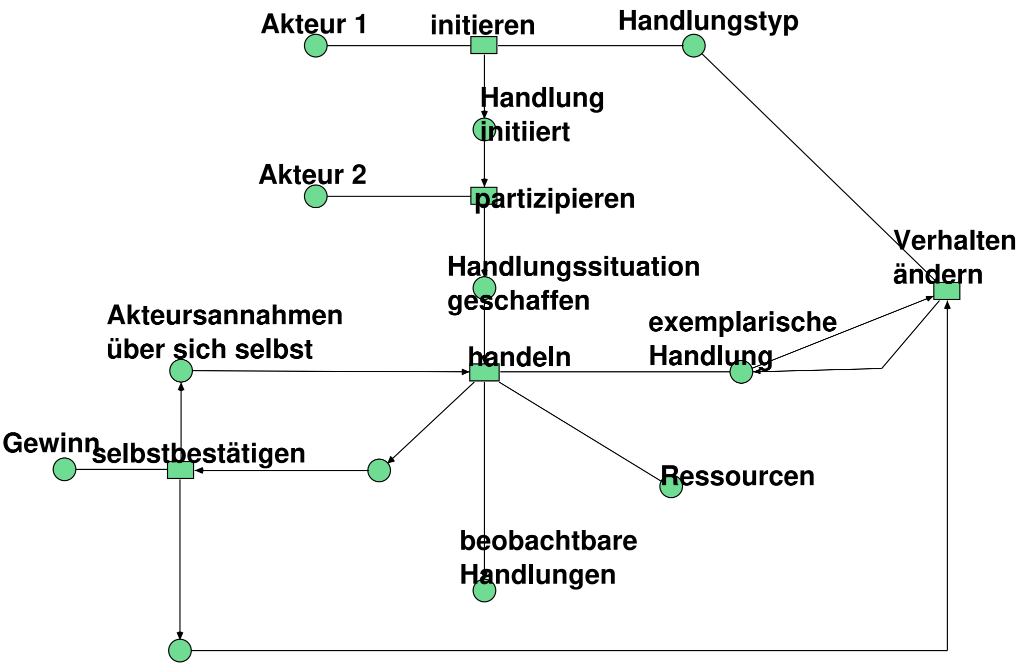

Abbildung 6: Handeln

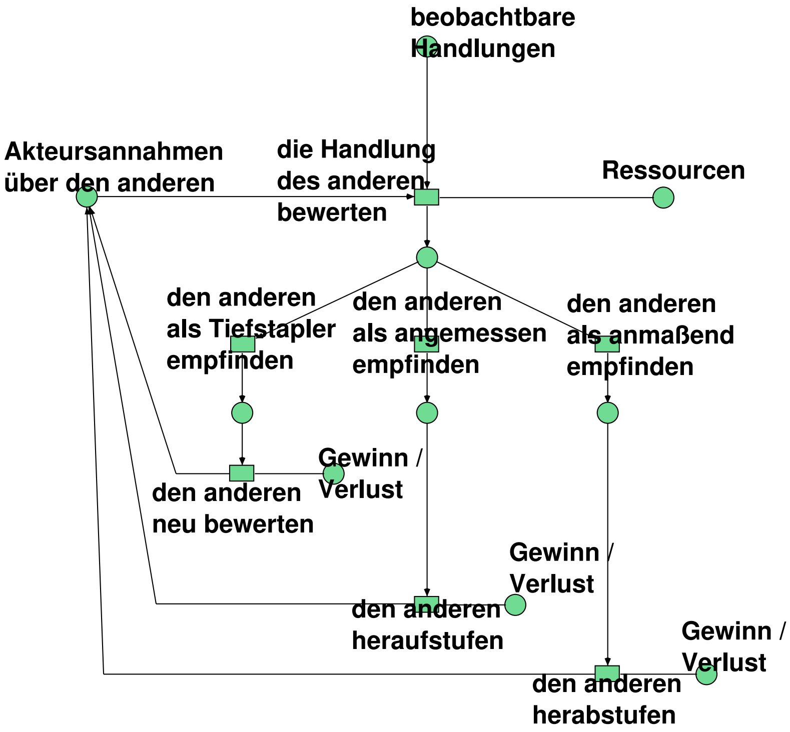

Abbildung 7: Wechselseitig bewerten

Anpassung Diese unterschiedlichen Bewertungen vom Akteur und seinem Gegenüber können durch die Interaktion auch abgemildert werden (Abb. 8): Ist es dem Akteur durch die Art der Interaktion erlaubt, Rückschlüsse auf die Annahmen des anderen zu ziehen, so kann er die Meinung des anderen in sein Selbstbild einfließen lassen.

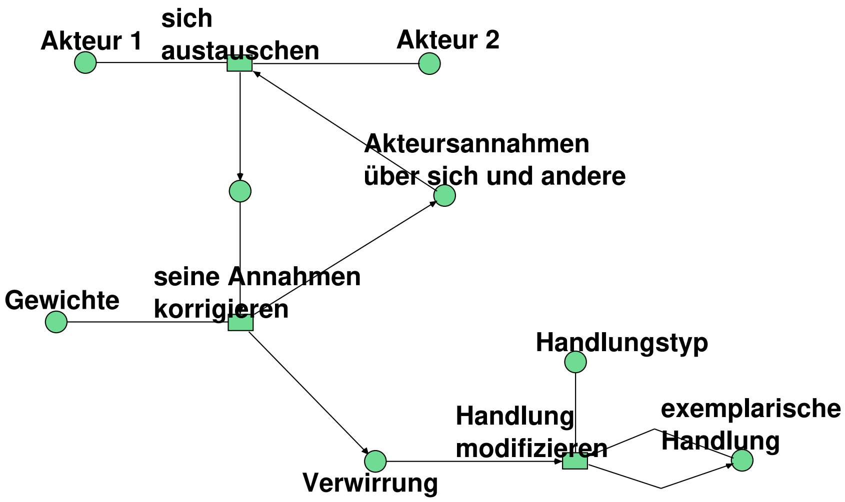

Abbildung 8: Handlungsanpassung

Ein Akteur, der sich bezüglich der Bewertungen der anderen Akteure überschätzt, glaubt zwar durch sein Handeln Anerkennung zu gewinnen – da die anderen Akteure jedoch sein Verhalten als Anmaßung empfinden, werden sie ihn herabstufen. Die Diskrepanz zwischen Selbst - und Fremdsicht kann eventuell korrigiert werden, nämlich dann, wenn der Akteur bereit ist, die Bewertung der anderen in seine Annahmen miteinzubeziehen. In diesem Fall muß der Akteur seine Selbstüberschätzung feststellen und passt sich an.

Ein Akteur, der sich selbst unterschätzt, ruft analog Reaktionen hervor: Seine Selbstunterschätzung wird als irritierend empfunden, so dass ihm die Anerkennung für seine Handlung verweigert wird. Dies wird solange geschehen, bis er seine Selbsteinschätzung angepaßt hat.

Ein Akteur verändert zusätzlich zu diesen beiden Punkten sein Verhalten, wenn ihm durch fortwährende konforme Handlungen, also solche Handlungen, die im Einklang mit seiner Einschätzung durch die Umgebung stehen, zusätzliche Anerkennung gewährt wird, so dass er sich zusätzliche exemplarische Handlungen zu eigen machen kann. Die höhere Anerkennung hat das Verhalten dann geändert, so dass diesem Akteur jetzt Handlungen möglich sind, die ihm zuvor nicht „zustanden".

Diese drei Aspekte – erstens die exemplarische Ausprägung des Handlungstyps durch die Akteure, zweitens die wechselseitige Bewertung der Handlungen und drittens die Möglichkeit der Anpassung auf die Wahrnehmung der Umgebung – verbunden mit den Möglichkeiten zur Anpassung der eigenen exemplarischen Handlungen werden im folgenden durch ein Beispielsszenario veranschaulicht.

5.2 Beschreibung eines Fallbeispiels

Es geht dabei um die folgende Situation: Eine zu bewältigende Arbeit soll von zwei Akteuren aufgeteilt werden, die formal in einer „Chef/Angestellten“-Beziehung stehen. Der Chef initiiert die Handlung vom Typ „Arbeit aufteilen“, an der der Angestellte partizipiert. Da der Chef von sich glaubt, eine sehr hohe Machtposition zu besitzen, wählt er die exemplarische Ausprägung „Arbeit loswerden“, der Angestellte wählt unabhängig davon die Ausprägung „Arbeit annehmen“, da er sich in einer geringen Machtposition sieht.

Diese beiden Handlungen entsprechen der Erwartung des Chefs, nicht aber des Angestellten, da dieser glaubt, dass der Chef zwar eine größere Macht besitzt als er selbst, jedoch keinesfalls so viel mehr, als dass es gerechtfertigt wäre, Arbeit loszuwerden. Der Chef benimmt sich also – in den Augen des Angestellten – anmaßend.

Je nachdem, wie wichtig dem Chef die Meinung des Angestellten ist, kann er sich gezwungen fühlen, sobald ihm der Angestellte wiederholt die empfundene Anmaßung signalisiert, seine eigenen Annahmen über seine Machtposition zu korrigieren und damit einher gehend auch seine exemplarische Handlung anzupassen, indem auch er Arbeit annimmt.

Betrachten wir nun die Modellierung dieses Fallbeispiels.

5.2.1 Handeln

Abb. 9 zeigt die Spezialisierung des Petrinetzes aus Abb. 6 für unser Fallbeispiel und technische Details, die in der bisherigen Darstellung ausgespart wurden.[10] In der Abbildung existieren die zentralen Stellen Akteure, Akteursannahmen, Handlungstyp und exemplarische Handlung. Die Stelle Akteure enthält alle Akteure, die potentiell an einer Handlung beteiligt sein können, im Fallbeispiel also die Marke "Chef" und "Angestellter".

Jeder Akteur besitzt Annahmen über die Anerkennung, die ihm zugebilligt wird. Dies wird durch die Markierung der Stelle Akteursannahmen (über sich selbst)[11] dargestellt, die aus einem Tupel der Form (a, a, p) besteht. Ein solches Tupel besitzt die Bedeutung, dass Akteur a glaubt, Akteur a (also er selbst) besitze die Anerkennung vom Wert p. Anerkennung ist hier als quantifizierte Größe modelliert.[12]

Dass zwei Akteure (Chef und Angestellter) interagieren, wird durch die Transition handeln modelliert. Beide Akteure wählen zunächst jeweils eine exemplarische Handlung aus. Beide exemplarische Handlungen stimmen in dem Handlungstyp h überein, können sonst jedoch unterschiedlich sein, da jeder Akteur das Exemplar in Abhängigkeit des Partners wählt.

Die Markierung der Stelle exemplarische Handlung enthält Tupel der Form $hm = (a, b, h, m)$ mit der folgenden Bedeutung: Der Akteur a bedient sich für eine Handlung h gegenüber dem Akteur b immer dem Handlungsmuster m. Exemplarische Handlungen sind nicht an einen Akteur gebunden, sondern an das Handlungsfeld, in dem die Handlung stattfindet. Zu einer Handlung h existieren im allgemeinen eine Vielzahl an Handlungsmustern.

Es wird angenommen, dass eine exemplarische Handlung hm von jedem Akteur angewendet werden sollte, dessen Anerkennung sich in einem gewissen Bereich bewegt. Ist dies nicht der Fall, so könnte seine Handlung als Anmaßung oder als Understatement empfunden werden. Dieser Bereich wird durch ein Intervall $[u, o]$ mit der unteren Schranke u und

[10] Diese Details, wie z.B. Kanteninschriften etc. können beim ersten Lesen ignoriert werden.

[11] Formal ist diese Stelle identisch mit der Stelle Akteursannahmen über anderen und mit der Stelle Akteursannahmen über sich und andere. Die Unterscheidung geschieht hier der inhaltlichen Beschreibung wegen.

[12] Diese Annahmen werden nur in einer Ebene modelliert, d.h. es existieren keine Annahmen über Annahmen, die andere Agenten besitzen. Für Anregung zu einer derartiger Erweiterungen siehe auch [BCG+96]

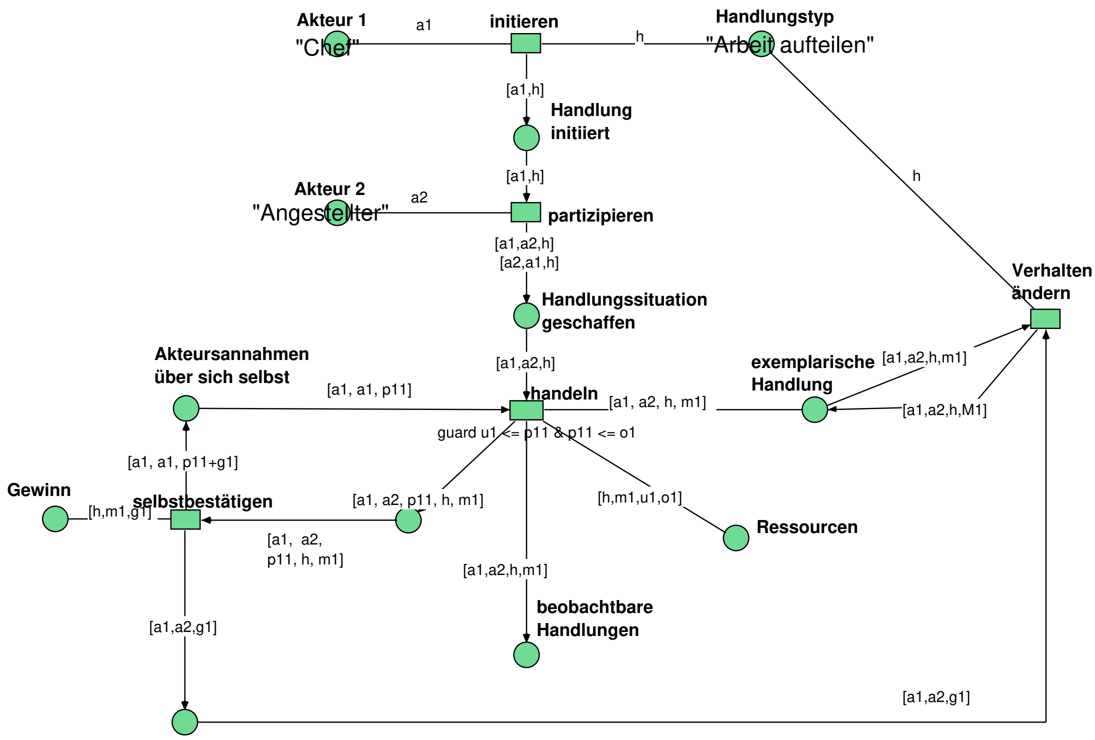

Abbildung 9: Handeln

der oberen Schranke o beschrieben. Die Zuordnung dieser Schranken zu Handlungen wird als Tupel (h, m, u, o) auf der Stelle Ressourcen dargestellt. Ob eine exemplarische Handlung von einem Akteur gewählt werden kann, hängt daher von der Anerkennung ab, die er zu besitzen glaubt. So wird ein Akteur a, der sich selbst die Anerkennung p_{11} zubilligt – dargestellt durch das Tupel (a_1, a_1, p_{11}) – für die Handlung h eine exemplarische Handlung von der Form (a_1, a_2, h, m_1) wählen, die mit Randbedingungen (h, m_1, u_1, o_1) versehen ist, unter der Bedingung, dass der Akteur über die benötigte Anerkennung verfügt: $u_1 \leq p_{11} \leq o_1$.

Im Beispielszenario führt diese Randbedingung dazu, dass der Chef zur Handlung $h =$ Arbeitaufteilen das Muster $m_1 =$ Arbeitloswerden auswählt, während der Angestellte das Muster $m_2 =$ Arbeitannehmen auswählt. Beide Akteure handeln nun jeweils mit ihrem Handlungsmuster, es entstehen somit zwei beobachtbare Handlungen, die auf der gleichnamigen Stelle festgehalten werden. Diese Information, kann von allen Beobachtern – und dazu zählen zumindest die beiden Beteiligten – zu einer Bewertung genutzt werden.

Ist die Handlung korrekt eingesetzt worden, so bringt sie einen zu erwartenden Zugewinn g an Anerkennung – dargestellt als Tupel (h, m_1, g_1) und (h, m_2, g_2) auf der Stelle Gewinn/Verlust – andernfalls einen Verlust. Diesen Zugewinn schreibt sich der Akteur mittels der Transition selbstbestätigen gut. Chef und Angestellter fühlen sich dabei natürlich nicht im gleichen Maße in ihrem Verhalten bestärkt, d.h. g_1 und g_2 sind im allgemeinen unterschiedlich.

5.2.2 Wechselseitige Bewertung von Handlungen

Eine exemplarische Handlung kann „richtig“ oder „falsch“ eingesetzt werden, je nachdem ob die Selbsteinschätzung eines Akteurs mit der Einschätzung durch den beobachtenden Akteur übereinstimmt oder nicht. In der wechselseitige Bewertung von Handlungen können Diskrepanzen zum Vorschein treten. Diese wechselseitige Bewertung ist in der Abb. 10 modelliert, die die Abb. 7 detaliert.

Im Beispiel existieren zwei beobachtbare Handlungen, nämlich die Handlung des Chefs: (Chef, Angestellter, Arbeit aufteilen, Arbeit loswerden) und die des Angestellten: (Chef, Angestellter, Arbeit aufteilen, Arbeit annehmen).

Die Bewertung der Handlung des anderen geschieht mit Hilfe der Akteursannahmen über den anderen. Durch die Transition die Handlung des anderen bewerten betrachtet ein Akteur (a_2), welche Anerkennung er dem anderen (a_1) zubilligt (notiert als Tupel (a_2, a_1, p_{21}) auf der Stelle Akteursannahmen über den anderen) und überprüft, ob unter dieser Annahme die Auswahl des Verhaltens durch den Akteur $a1$, das auf der Stelle beobachtbare Handlung mitprotokolliert wurde, angemessen war. Dies ist der Fall, wenn die Anerkennung p_{21}, die der zweite Agent dem ersten zumisst, im Intervall $[u_{21}, o_{21}]$ liegt. Genau ein solches Handeln erwartet der zweite Akteur vom ersten.

Ist diese Anforderung erfüllt, so schaltet die Transition den anderen als angemessen empfinden, so dass der bewertende Akteur dem anderen Anerkennung zubilligen kann, da dieser – in seinen Augen – erwartungskonform gehandelt hat. Liegt die Anerkennung unterhalb dieses Intervalls, so schaltet die Transition den anderen als anmaßend empfinden, so dass der zweite Akteur dem ersten die Anerkennung verweigert, da nicht erwartungskonform gehandelt wurde. Liegt die Anerkennung oberalb dieses Intervalls, so schaltet die Transition den anderen als Tiefstapler empfinden. Die Korrektur der Anerkennungswerte geschieht dabei in Abhängigkeit der Stelle Gewinn/Verlust, die angibt, wie ein solches Fehlverhalten zu bewerten ist.

In diesem Beispiel prüft der Chef, welche Ressourcen für ein Arbeit annehmen notwen-

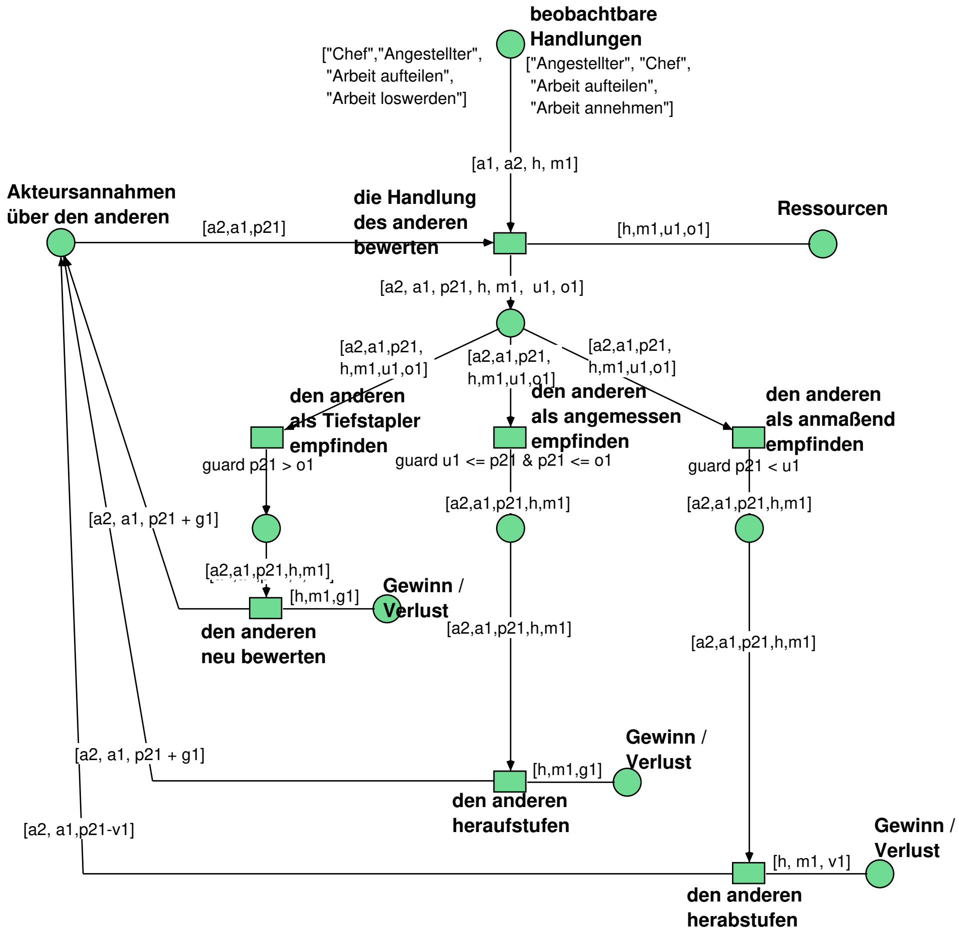

Abbildung 10: Wechselseitige Bewertung

dig sind und welche der Angestellte besitzt und kommt zum Schluß, dass der Angestellte angemessen gehandelt hat.

Umgekehrt ist dies nicht der Fall: Der Angestellte bewertet die exemplarische Handlung Arbeit loswerden vor dem Hintergrund der dazu benötigten und den Annahmen über die dem Chef tatsächlich zur Verfügung stehenden Ressourcen. Da sich seine Annahmen nicht mit der Selbsteinschätzung des Chefs decken, empfindet er den anderen als anmaßend.

5.2.3 Anpassung von Annahmen

Ein weitere Interaktionsart bewirkt, dass sich Akteure über ihre Annahmen austauschen können. Dies wird durch die Transition sich austauschen erreicht. Die Annäherung geschieht mit Hilfe der Gewichtung auf der Stelle Gewichte. Ein Akteur bildet aus den Annahmen über sich selbst und den Annahmen des anderen über sich selbst einen gewichteten Mittelwert. Diese Interaktion ist in Abb. 11 dargestellt.

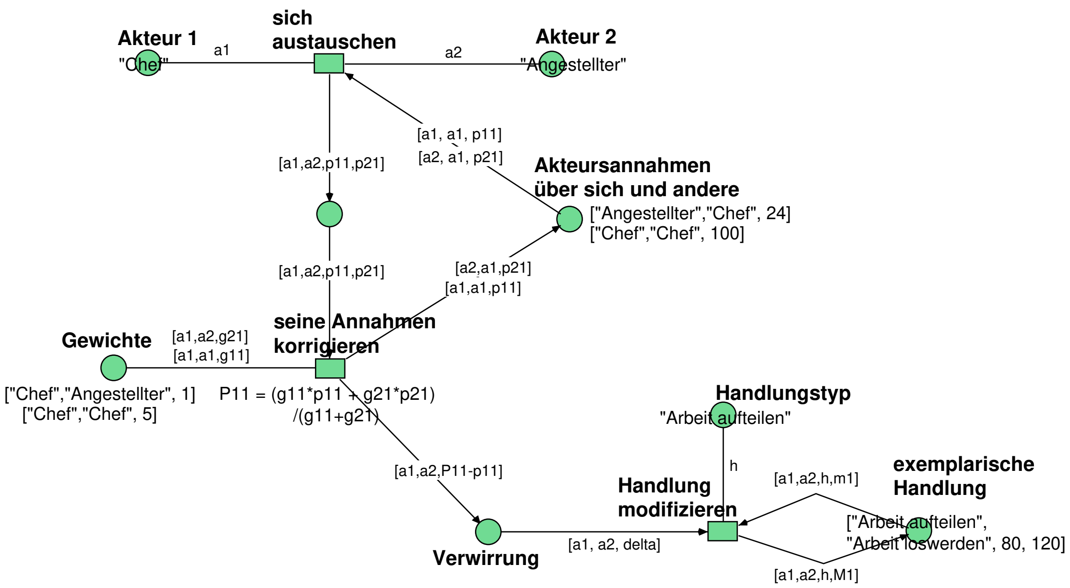

Abbildung 11: Anpassungshandlungen

Besitzt der Agent a_i die Bewertung p_{ii} über sich selbst – dargestellt durch das Tupel (a_i, a_i, p_{ii}) auf der Stelle Akteursannahmen – und besitzt ein zweiter Akteur a_j die Bewertung p_{ji} über den Akteur a_i – dargestellt durch das Tupel (a_j, a_i, p_{ji}) und beide Bewertungen weichen voneinander ab, dann werden sich beide Akteure über diesen Fakt austauschen. In diesem Fall ist dies die unterschiedliche Bewertung des Chefs durch den Chef und durch den Angestellten.

Ob ein solcher Austausch Konsequenzen hat, ist von dem Gewicht abhängig, das er der Meinung des anderen zubilligt. Also stellt der Akteur a_i nun fest, welches Gewicht er den beiden Bewertungen – nämlich seiner eigenen und der des anderen – zubilligt. Dieses Gewicht wird durch die beiden Tupel (a_i, a_i, g_{ii}) und (a_i, a_j, g_{ij}) auf der Stelle Gewichte modelliert.

Mit Hilfe dieser Annahmen korrigiert der Akteur a_i durch die Transition Annahmen korrigieren seine eigene Bewertung zu P_{ii} durch die Bildung eines gewichteten Mittelwertes:

$$P_{ii} = \frac{g_{ii} * p_{ii} + g_{ij} * p_{ji}}{g_{ii} + g_{ij}}$$

Im Beispiel misst der Chef der Meinung seines Angestellten Bedeutung zu, so dass die Diskrepanz eine Korrektur erzeugt. Diese Korrektur sorgt beim Chef ein gewisses Maß an Verwirrung, da er feststellen muss, das Selbst- und Fremdbild voneinander abweichen. Der Grad der Verwirrung wird durch die Veränderung der Annahmen ausgedrückt: $\Delta = P_{ii} - p_{ii}$.

Diese Verwirrung nimmt ein Akteur zum Anlass, einige seiner exemplarischen Handlungen, die er gegenüber anderen Akteuren anwendet, zu modifizieren. In diesem Beispiel modifiziert der Chef sein exemplarisches Handeln, das er gegenüber dem Angestellten anwendet, von „Arbeit loswerden“ zu „Arbeit annehmen“.

Das allgemeine Modell erweist sich als geeignet, die Beziehungen zwischen den wechselseitigen Annahmen und den Handlungen von Chef und Angestelltem anschaulich zu beschreiben. Diese Handlungen können dazu führen, dass die Anerkennung eines Akteurs sich mehrt – allein dadurch, dass er sich konform verhält. Ein weiterer Effekt des sozialen Handelns ist die Anpassung des Verhaltens, wenn exemplarische Handlungen nicht erfolgreich sind.

Zusammenfassend konnten wir in diesen Modellen die praktische Ausformung formaler und informeller Organisationsanteile durch die Akteure beschreiben und zwar unter verschiedenen Gesichtspunkten: Zum einen wurde gezeigt, wie Akteure in Abhängigkeit von der Situation ihre Handlungen auswählen. Zum anderen wurde dargestellt, wie eine wechselseitige Bewertung den Akteuren als Rückkopplung dienen kann. Diese Rückkopplung drückt sich durch das zentrale Konzept der Anpassungshandlungen aus.

Betrachten wir nun, wie diese übersichtsartige Darstellung in ein sozionisches Agenten-Petrinetz integriert wird.

6 Überführung der Darstellung in Handlungsprotokolle

Die übersichtsartige Darstellung, die von der Agentenarchitektur losgelöste präsentiert wurde, betten wir nun in unsere Darstellung der Agenten-Petrinetze ein, indem wir aus den im vorangegangenen Kapitel präsentierten Petrinetzen Protokolle gewinnen. Diese Überführung geschieht algorithmisch, dass heißt automatisierbar.

Um die bisherige Darstellung in Handlungsprotokolle zu überführen, wird eine Transformation durchgeführt, die darin besteht, eine Entfaltung des gefärbten Netzes bezüglich der beiden Akteure vorzunehmen. Wir erhalten durch diese partielle Entfaltung – die sich analog zur kompletten Entfaltung eines gefärbten Netzes in ein S/T-Netz (vgl. [Jen92]) definieren lässt – die für den jeweilig beteiligten Agenten relevanten Stellen, Transitionen, Kanten und Marken.

Für das Fallbeispiel erhalten wir durch diese Entfaltung zwei Petrinetze: eines für den Chef und eines für den Angestellten. Betrachte dazu Abb. 9, die die Handlungsituation für beide Akteure beschreibt. Das Ergebnis der Entfaltung ist für den Chef in Abb. 12 und für den Angestellten in Abb. 13 dargestellt. Diese Entfaltung zeigt, dass einige Stellen als Kommunikation zu deuten sind. Einige Stellen sind für das jeweilige Teilprotokoll irrelevant, z.B. die Stelle Akteur 1 für das Angestelltenprotokol, da die Initiierungsphase proaktiv durch den Chef geleistet wird, während der Angestellte diese reaktiv entgegegen nimmt. Die Entfaltung

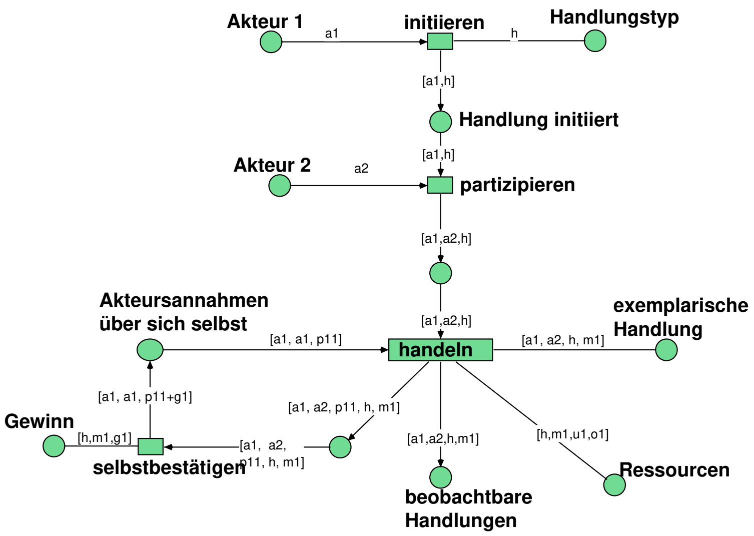

Abbildung 12: Protokoll: Chef

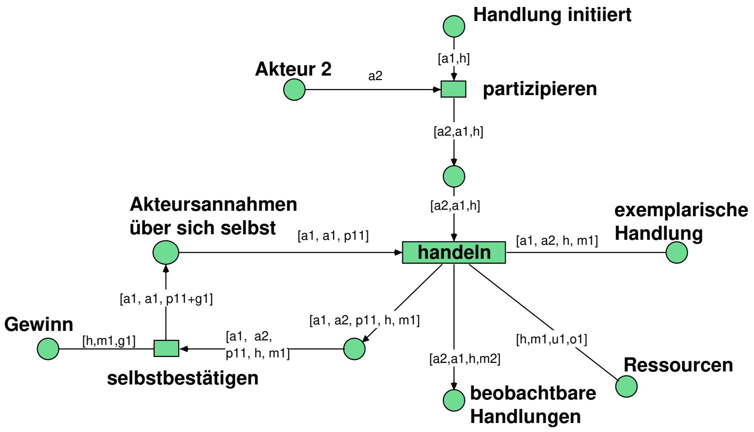

Abbildung 13: Protokoll: Angestellter

zeigt diese Asymmetrie zwischen beiden Akteuren. Schön ist ebenso zu sehen, welche Abschnitte von beiden Akteuren strukturgleich, d.h. in symmetrischer Weise, absolviert werden, also die Auswahl des Handlungsmusters und die Selbstbestätigung.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Nach einer Einführung in die Petrinetze und die Grundstruktur der Petrinetz-Agentenarchitektur, in dessen Rahmen die in dieser Arbeit präsentierten Modelle beschrieben werden, wurde der aktuelle Projektstand der Auseinandersetzung mit der Organisationstheorie – dort im speziellen der „strategische Ansatz“ von Crozier/Friedberg ([CF93]) und Friedberg ([Fri95]) – präsentiert und visualisiert, wobei an die Schwachstellen des Garbage Can-Modells angeknüpft wurde. Im Rahmen dessen wurden erste Modellierungserfahrungen mit dem „Akteursmodell“ präsentiert, indem ein exemplarischer Ablauf – anhand des sogenannten „Chef-Angestellten“-Beispiels – vorgeführt wurde.

Das Modell beschreibt anschaulich die Beziehungen zwischen den wechselseitigen Annahmen und den Handlungen. Ein weiterer Aspekt des sozialen Handelns ist die Anpassung des Verhaltens, wenn exemplarische Handlungen nicht erfolgreich sind.

Zusammenfassend konnten wir in diesen Modellen die praktische Ausformung formaler und informeller Organisationsanteile durch die Akteure beschreiben und zwar unter verschiedenen Gesichtspunkten: Zum einen wurde gezeigt, wie Akteure in Abhängigkeit von der Situation ihre Handlungen auswählen. Zum anderen wurde dargestellt, wie eine wechselseitige Bewertung den Akteuren als Rückkopplung dienen kann. Diese Rückkopplung drückt sich z.B. durch Anpassungshandlungen aus.

Die Entwicklung eines sozionischen Agentenmodells geschieht mit Hilfe einer angepaßten Modellierungssprache, die in unserem Projekt auf der Basis von Referenznetzen entwickelt wird. Die gemeinsame Beschreibung eines sozionischen Modells entwickelt sich aus der zyklischen Verschränkung von textuellen Beschreibungen und deren formaleren Darstellung durch Petrinetze.

Die im Projekt entwickelten Petrinetzmodelle können durch soziologische Einsichten kritisiert werden und tragen so zu einem Erkenntnisgewinn für beide Seiten bei: die Informatik gelangt in dieser zyklischen Herangehensweise zu einer ständigen Verfeinerung der sozionischen Fundierung der Multiagentensysteme, die Soziologie profitiert von dieser engen Wechselwirkung, indem durch sie Inkonsistenzen, Unklarheiten und „blinde Flecken“ soziologischer Theorien allein schon durch den Versuch ihrer partiellen Formalisierung – aber auch durch ihre Modellierung – aufgedeckt und mittelfristig „richtige“ Aussagen experimentell validiert werden.

Wir konnten zeigen, wie selbst eine einfache Darstellung – wie das „Chef-Angestellten“ Beispiel – für die gemeinsame Projektarbeit von zentraler Bedeutung sein kann, nicht nur, weil sie eine gemeinsame Diskussiongrundlage bietet, sondern auch, weil die Modellierung gleichzeitig eine Implementation darstellt.

Die präsentierte Darstellung hat nämlich den Vorteil, direkt in die anfangs präsentierte Agentenarchitektur einbettbar zu sein, wobei die Einbettung schematisch erfolgt. Die Möglichkeit dazu ergibt sich als Folge der systematischen Darstellung durch Petrinetze.

Das hier dargestellte Akteursmodell ist jedoch keineswegs vollständig, vielmehr soll es in der Zukunft erweitert und verfeinert werden. Folgende Punkte sind dabei erstrebenswert:

- Modelliert werden sollen Strategien der Akteure, die ein lokales Optimum anstreben.

Diese Perspektive ermöglicht das Aufdecken von Handlungslogiken und Formen rationalen Handelns, die beim Blick auf das Gesamtsystem verborgen bleiben würden.

- Weiter sollen in die Modellierung „Annahmen über Annahmen“ einfließen, d.h. es soll die Beschreibung von wechselseitigen Erwartungshaltungen ermöglicht werden.
- Zur Realisierung der sozionischen Beschreibung wird eine Verfeinerung der selbstmodifizierenden Agenten benötigt, um sich damit einer Konzeption für anpassungsfähige Akteure zu nähern.
- Eine Herausforderung an die Beschreibungstechnik bleiben emergente Phänomene, die sich aus den Beziehungen zwischen den Einzelakteuren ergeben. Hierzu muss das Modell u.a. um den Aspekt des kollektiven Handelns oder auch des kollektiven Akteurs erweitert werden.
- Geplant ist die Berücksichtigung und Einarbeitung weiterer organisationstheoretischer Ansätze, wie z.B. der situative und der institutionentheoretische, die zu einer Ergänzung sowohl der Mikro- als auch der Makrosicht beitragen werden.
- Schließlich steht der Einbezug gesellschaftstheoretischer Aspekte zu Macht, Anerkennung u.a., wie sie z.B. von Bourdieu, Elias, Popitz thematisiert werden, aus.

Durch Einbeziehung dieser Aspekte soll ein komplexeres Modell zur Beschreibung von Organisationsphänomenen entstehen, das jedoch durch die Entwicklung angepasster Darstellungstechniken überschaubar bleibt.

Wir glauben durch dieses erste Modell unserem Ziel, ein sozionisches Agentenmodell für öffentlich-rechtliche Institutionen zu entwickeln, näher gekommen zu sein. Ein solches Modell soll Fragen zur Strukturierung von Interaktion und Kooperation thematisieren, so dass wir in der Zukunft in der Lage sein werden, eine Darstellungstechnik zu entwickeln, um Vorgänge und Beziehungen im Anwendungsbereich öffentlich-rechtlicher Institutionen mit Hilfe unserer „Agent Modelling Language“ zu beschreiben. Weiterhin gilt es, eine Vorgehensweise herauszuarbeiten, mit Hilfe derer ein Modell im Anwendungsfall erstellt wird und Software-Werkzeuge zu konstruieren, um diese Vorgehensweise zu unterstützen.

Literatur

[BCG+96] M. Benerecetti, A. Cimatti, E. Giunchiglia, F. Giunchiglia, and L. Serafini. Formal specification of beliefs in multi-agent system. In J. P. Müller, editor, *Intelligent Agent III, ECAI'96 workshop*, Lecture notes in artificial intelligence, pages 117–130. Springer, 1996.

[CCF+99] R. Scott Cost, Ye Chen, T. Finin, Y. Labrou, and Y. Peng. Modeling agent conversation with colored Petri nets. In *Working notes on the workshop on specifying and implementing concersation policies (Autonomous agents '99)*, 1999.

[CF93] M. Crozier and E. Friedberg. *Die Zwänge kollektiven Handelns. Über Macht und Organisation.* Athenäum Verlag, Frankfurt, 1993.

[CMO72] M.D. Cohen, J.G. March, and J.P. Olsen. A garbage can model of organizational choice. *Administrative Science Quarterly*, 17:1–25, 1972.

[Fri95] E. Friedberg. *Ordnung und Macht. Dynamiken organisierten Handelns*. Campus Verlag, Frankfurt and New York, 1995.

[HHM00] Sven Heitsch, Daniela Hinck, and Marcel Martens. A new look into garbage cans – Petri nets and organisational choice. In *Proceedings of AISB 2000. Time for AI and Society. Birmingham*, 2000.

[HKL+00] Daniela Hinck, Michael Köhler, Roman Langer, Daniel Moldt, and Heiko Rölke. Bourdieus Habitus-Konzept als prägendes Strukturelement für Multiagentensysteme. Arbeitsberichte des Forschungsprogramms: Agieren in sozialen Kontexten, University of Hamburg, Department for Computer Science, Vogt-Kölln Str. 30, 22527 Hamburg, Germany, 2000.

[HKMM00] Sven Heitsch, Michael Köhler, Marcel Martens, and Daniel Moldt. High level Petri nets for a model of organisational decision making. In *Proceedings of the Workshop HLPN 2000*, 2000.

[Imh98] Peter Imhof. Sozionik: Erforschung und Modellierung künstlicher Sozialität. http://www.tu-harburg.de/tbg/SPP/spp-antrag.html, 1998. Antragstext zum DFG-Schwerpunktprogramm Sozionik.

[Jen92] K. Jensen. *Coloured Petri nets, Basic Methods, Analysis Methods and Practical Use*, volume 1 of *EATCS monographs on theoretical computer science*. Springer-Verlag, 1992.

[Kle95] G. Kleining. *Qualitativ-heuristische Sozialforschung: Schriften zur Theorie und Praxis*. Fechner Verlag, Hamburg, 1995.

[Kne96] T. Kneissler. *Verwaltungen jenseits der Zweckrationalität: Ein organisationstheoretisch angeleiteter Vergleich verschiedener Konzepte*. Nomos-Verlag, Baden-Baden, 1996.

[Kum98] Olaf Kummer. Simulating synchronous channels and net instances. In J. Desel, P. Kemper, E. Kindler, and A. Oberweis, editors, *Forschungsbericht Nr. 694: 5. Workshop Algorithmen und Werkzeuge für Petrinetze*, pages 73–78. Universität Dortmund, Fachbereich Informatik, 1998.

[Kum99] Olaf Kummer. A Petri net view on synchronous channels. *Petri Net Newsletter*, (56):7–11, 1999.

[KW98] Olaf Kummer and Frank Wienberg. *Reference net workshop (Renew)*. Universität Hamburg, http://www.renew.de, 1998.

[LLMT00a] A. Laue, M. Liedtke, D. Moldt, and I. Tričković. Modeling intra- and inter-object control using reference nets. In Jürgen Ebert and Ulrich Frank, editors, *Modellierung 2000 St. Goar, 5.-7. April, Band 15 von Koblenzer Schriften zur Informatik*, pages 89–102, 2000.

[LLMT00b] A. Laue, M. Liedtke, D. Moldt, and I. Tričković. Statecharts as protocols for objects. In *Proceedings of the third workshop on rigorous object-oriented methods. University of York, United Kingdom*, 2000.

[Mol96] Daniel Moldt. *Höhere Petrinetze als Grundlage für Systemspezifikationen.* Dissertation, University of Hamburg, Department for Computer Science, Vogt-Kölln Str. 30, 22527 Hamburg, 1996.

[MR00] Daniel Moldt and Heiko Rölke. Verhaltensmodellierung von Petrinetzagenten. In *Workshop Visuelle Verhaltensmodellierung verteilter und nebenläufiger Systeme. VVVNS'00*, 2000.

[MW97] Daniel Moldt and Frank Wienberg. Multi-agent-systems based on coloured Petri nets. In P. Azéma and G. Balbo, editors, *Lecture Notes in Computer Science: 18th International Conference on Application and Theory of Petri Nets, Toulouse, France*, volume 1248 of *LNCS*, pages 82–101, Berlin, Germany, June 1997. Springer-Verlag.

[Rei85] Wolfgang Reisig. *Petri Nets: An Introduction.* Springer, 1985.

[Röl99] Heiko Rölke. Modellierung und Implementation eines Multi-Agenten-Systems auf der Basis von Referenznetzen. Diplomarbeit, Universität Hamburg, 1999.

[Röl00] Heiko Rölke. Die Mulan Architektur, 2000. Unpublished.

[Tür89] K. Türk. *Neuere Entwicklungen in der Organisationsforschung.* Enke Verlag, Stuttgart, 1989.

[Val96] Rüdiger Valk. On processes of object Petri nets. Technical Report FBI-HH-B-185/96, Universität Hamburg, FB Informatik, 1996.

[Val98] Rüdiger Valk. Petri nets as token objects: An introduction to elementary object nets. In Jörg Desel and Manuel Silva, editors, *Application and Theory of Petri Nets*, volume 1420 of *LNCS*, pages 1–25, June 1998.

[Val00] R. Valk. Concurrency in communicating object Petri nets. In G. Agha, F. De Cindio, and G. Rozenberg, editors, *Concurrent Object-Oriented Programming and Petri Nets*, number wird veröffentlicht in Lecture Notes in Computer Science, Berlin, 2000. Springer.

[vLMV] Rolf von Lüde, Daniel Moldt, and Rüdiger Valk. Agieren in sozialen Kontexten. http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/forschung/projekte/sozionik/. Universität Hamburg: Institut für Soziologie und Fachbereich Informatik.

[WM96] M. Warglien and M. Masuch, editors. *The logic of organizational disorder.* de Gruyter, Berlin und New York, 1996.