

Herausgegeben von Norbert Szyperski, Golo Winkler, Dietrich Seibt, Kai-In Voigt
und Rudolf Pospischil

Martin Engelen/Jens Homann (Hrsg.)

Virtuelle Organisation und Neue Medien

Workshop GeNeMe99
Gemeinschaften in Neuen Medien

TU Dresden, 28./29.10.1999



JOSEF EUL VERLAG
Lohmar · Köln

Reihe: Telekommunikation @ Mediendienste · Band 6

Herausgegeben von Prof. Dr. Dr. h. c. Norbert Szyperski, Köln, Prof. Dr. Udo Winand, Kassel, Prof. Dr. Dietrich Seibt, Köln, Prof. Dr. Rainer Kuhlen, Konstanz, und Dr. Rudolf Pospischil, Brüssel

PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelen
Dipl.-Inform. (FH) Jens Homann (Hrsg.)

Virtuelle Organisation und Neue Medien

Workshop GeNeMe99
Gemeinschaften in Neuen Medien

TU Dresden, 28./29.10.1999



JOSEF EUL VERLAG
Lohmar · Köln

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

GeNeMe <1999 Dresden> :

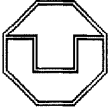
GeNeMe 99 : Gemeinschaften in neuen Medien ; Dresden, 28./29.10.1999, an der Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden / Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik, Institut für Informationssysteme, Forschungsgruppe "Entwurfsmethoden und Werkzeuge für Anwendungssysteme". Martin Engeliien ; Jens Homann (Hrsg.). – Lohmar ; Köln : Eul, 1999

(Reihe: Telekommunikation @ Mediendienste ; Bd. 6)
ISBN 3-89012-710-X

© 1999

Josef Eul Verlag GmbH
Brandsberg 6
53797 Lohmar
Tel.: 0 22 05 / 91 08 91
Fax: 0 22 05 / 91 08 92
<http://www.eul-verlag.de>
eul.verlag.gmbh@t-online.de
Alle Rechte vorbehalten
Printed in Germany
Druck: Rosch-Buch, Scheßlitz

**Gedruckt auf säurefreiem, 100% chlorfrei gebleichtem,
alterungsbeständigem Papier nach DIN 6738**



Technische Universität Dresden

Fakultät Informatik • Institut für Informationssysteme

Forschungsgruppe „Entwurfsmethoden und Werkzeuge für Anwendungssysteme“

PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelen
Dipl.-Inform. (FH) Jens Homann
(Hrsg.)

Dresden, 28./29.10.1999

GENEME99

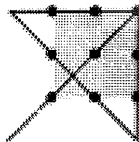
Gemeinschaften in Neuen Medien

*Workshop zu Organisation, Kooperation und Kommunikation
auf der Basis innovativer Technologien*

Forum für den Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis



an der
Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden



Gefördert von der Klaus Tschira Stiftung,
gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung

sowie unter Mitwirkung der
GI-Regionalgruppe Dresden

am 28./29.10.1999
in Dresden

C.3. Formalisierung und Architektur von Medien und ihren Gemeinschaften

*Dr. Ulrike Lechner
Prof. Dr. Beat Schmid
Dipl. Inform. Martina Klose
Universität St. Gallen*

Zusammenfassung

Medienmodell und Medienreferenzmodell werden als Modelle für Plattformen für Gemeinschaften von natürlichen und künstlichen Agenten eingeführt. Diese Modelle werden mit Logik, Rewrite Logic, Labelled Deductive Systems und Modaler Logik formalisiert. Aus dieser Formalisierung wird eine generische Architektur für Medien entwickelt. Anhand der Beispiele eines Online-Buchladens, eines Online Marktes und der Analyse von Gemeinschaften werden Modelle, Modellierung und Architektur motiviert und konkretisiert.

1 Einleitung

Informations- und Kommunikationstechnologie etabliert Kommunikationskanäle wie z.B. das Internet, mit denen Information über Raum und Zeit transportiert werden kann. Diese Kanalsysteme bilden offene verteilte Systeme. Für solche Systeme kann die Repräsentation und Verarbeitung von Informationen entsprechend dem Paradigma von Agenten oder Multi-Agentensystemen organisiert werden [2,18,19,32,50].

Wir bezeichnen Sphären, in denen sich Agenten austauschen können, als Medien und sind insbesondere an offenen verteilten Strukturen interessiert. Das *Medienmodell* beschreibt Medien als Sphären oder Räume für Gemeinschaften von Agenten [50]. Das Medienmodell gibt in dem hier vorgestellten Ansatz Modellierungssprache und -paradigma vor und beschreibt, *wie* Medien modelliert werden [50].

Diese Medien dienen dem ECommerce, dem EBusiness oder dem Wissensmanagement. Beispiele für „neue“ Medien im ECommerce sind Online-Shops wie z.B. Amazon.com¹, Online-Auktionshäuser wie Ebay², Online-Finanzdienstleister mit Broking-Diensten wie z.B. Charles Schwab³, Plattformen des Wissensmanagements wie Groupware oder die NetAcademy⁴ als Medium für wissenschaftliche Gemeinschaften [14]. Auf diesen

¹ www.amazon.com

² www.ebay.com oder seit kurzem auch www.amazon.com

³ www.charlesschwab.com

⁴ www.netacademy.org

Medien müssen die für die Anwendung spezifischen Transaktionen, Prozesse und Organisation abgebildet werden.

Für die strukturierte Modellierung dieser Applikationen präsentieren wir einen Rahmen, das Medienreferenzmodell. Das *Medienreferenzmodell* definiert eine allgemeine Architektur von (Geschäfts-) Medien. Es beschreibt die Aspekte und Komponenten, die bei der Modellierung eines Mediums betrachtet bzw. festgelegt werden müssen. Das Medienreferenzmodell gibt an, *was* modelliert werden muss [52,56].

Der Beitrag der vorliegenden Arbeit ist es, für die Modelle eine Formalisierung und eine generische Architektur für Medien zu entwickeln. Die Ziele dieses Ansatzes sind (1) Medien entsprechend dem Medienmodell und Medienreferenzmodell so zu gestalten, dass sie für natürliche als auch für künstliche Agenten zugänglich sind, (2) die Modelle zu formalisieren, so dass (3) die Plattformen entsprechend diesen Modellierungen gestaltet werden können und (4) Agenten aufgrund dieser Formalisierungen auf diesen Plattformen agieren können und dafür (5) generelle Strukturen und Architekturen zu entwickeln.

Die Formalisierung und Architektur basiert auf Genereller Logik [5], Rewrite Logik [38], Modaler Logik [62] und Labelled Deductive Systems [12].

2 Das Medienmodell

Medien werden gemäss [29,50] als Räume oder Sphären für Gemeinschaften von Agenten definiert. Sie werden als organisierte Kanalsysteme von Multi-Agentensysteme modelliert. Medien bestehen aus drei Komponenten [52]: (1) *Logischer Raum*, der die auf dem Medium verfügbare Information mit Syntax und Semantik erfasst. Dies beinhaltet Information über die Organisation und das Kanalsystem. (2) *Kanäle oder Kanalsystem*, das die Information über Raum und Zeit verteilt, sie verbindet und den Austausch von Information ermöglicht. (3) *Organisation*, die mit einer Sammlung von *Rollen* die Agenten und mit *Protokollen* die Interaktion der Agentengemeinschaft beschreibt.

Ein Medium besteht demnach aus einem Kanalsystem, das den eigentlichen Transport über Raum und Zeit leistet, einer Logik, d.h. einer Syntax oder Sprache mit gemeinsamer Semantik, sowie einer Organisation (Rollen und Protokoll bzw. Prozesse) [52].

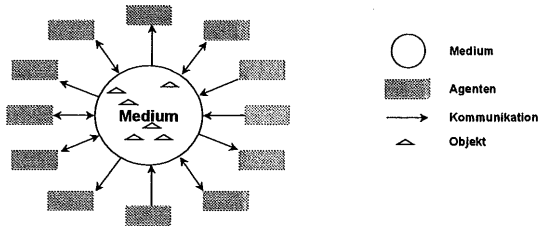


Abb. 1: Medium als Sphäre für Agenten

Medien als Basis der wirtschaftlichen Leistungserstellung bezeichnen wir als *Geschäftsmedien* [52,57,57], Medien als Basis für die Generierung, Verarbeitung und Verbreitung von Wissen als Wissensmedien [53].

Diese Medien sind die Basis für Gemeinschaften von natürlichen oder künstlichen Agenten.

Gemeinschaften beschreiben den Zusammenschluss von Agenten, die eine gemeinsame Sprache und Welt, sowie Werte und Interessen teilen und die über Medien, in Rollen agierend miteinander verbunden sind (kommunizieren) [28,52].

Agenten sind in diesem Zusammenhang Menschen, Programme oder Organisationseinheiten, die in einer bestimmten Repräsentation im jeweilige Kanalsystem identifizierbar sind (in 3-D-Räumen z.B. in der Gestalt von Avataren). Das Kanalsystem erlaubt es ihnen, die Interaktionsräume zu „betreten“, in ihnen zu navigieren und zu kommunizieren.

3 Das Medienreferenzmodell

Das Medienreferenzmodell gibt einen Rahmen für die Modellierung von Medien in den verschiedenen Anwendungsbereichen vor. Das Medienreferenzmodell beschreibt, *was* modelliert wird – im Gegensatz zum Medienmodell, das beschreibt *wie*, d.h. mit welcher Sprache und Sprachkonstrukturen und Modellierungsparadigmen modelliert wird. So sieht das Medienmodell vor, dass Kommunikation und Koordination durch Nachrichtenaustausch zwischen Agenten erfolgen. Das Medienreferenzmodell dagegen legt die Semantik dieser Kommunikationsaktionen fest. Nachrichten können der Information, der Signalisierung, der Unterbreitung von Angeboten bzw. deren Annahme oder Ablehnung, oder der Abwicklung von Kontrakten dienen. Diese Nachrichten unterscheiden sich nicht nur in ihrer Syntax, sondern auch in den intendierten Auswirkungen in Bezug auf Organisation und Verhalten der Agenten.

Im Medienreferenzmodell werden horizontal vier Phasen einer Geschäftstransaktion unterschieden; vertikal erfolgt eine Betrachtung eines (Geschäfts-) Mediums aus vier Sichten. (vgl. Abb. 2)

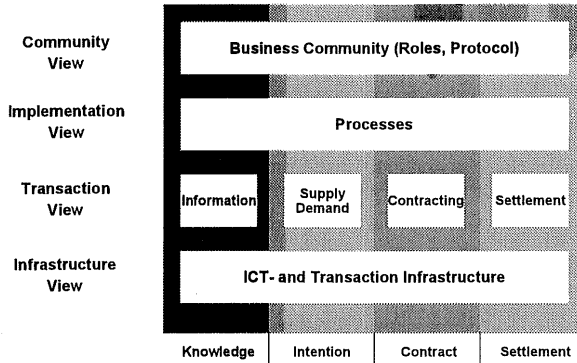


Abb. 2: Medien-Referenzmodell

Im folgenden beschreiben wir in Kürze zuerst die Sichten (Views) und dann die Phasen. Für ausführlichere Betrachtungen siehe z.B. [28,52,56].

3.1 Die Sichten des Medien-Referenzmodells

In der *Geschäfts- bzw. Gemeinschaftssicht (Community View)* werden logischer Raum und Organisation festgelegt. Dazu gehören normative Aspekte, wie gesetzliche Regelungen und Protokolle, die Ziele und die Erreichung der Ziele der Gemeinschaft festlegen.

Die *Prozesssicht (Implementation View)* implementiert die in der Gemeinschaftssicht festgelegten Anforderungen in Geschäftsprozessen, gemäss den Protokollen und Rollen und verwendet dazu die Dienste der Transaktionsschicht.

In der *Transaktionssicht (Transaction View)* werden Dienste bereitgestellt, welche die Realisierung der Transaktionen erlauben, die zur Implementation der Prozesse der Geschäftssicht benötigt werden.

In der *Infrastruktursicht (Infrastructure View)* werden sämtliche technischen Systeme wie Internet und darauf aufbauende Dienste, aber auch Logistikinfrastrukturen wie Verkehrssysteme oder Paymentstrukturen zur Verfügung gestellt.

3.2 Die Phasen des Medien-Referenzmodells

Die Phasen symbolisieren die verschiedenen logischen Schritte, die zur Abwicklung einer geschäftlichen Transaktion notwendig sind [52].

In der *Wissensphase (Knowledge Phase)* tauschen die Agenten assertorisches Wissen aus. Hier wird der gemeinsame logische Raum der Agenten konstituiert. Dieser gemeinsame logische Raum umfasst Information über das Medium mit seinem Kanalsystem, seiner Organisation und dem von Agenten erwarteten Aktionen. Er

ermöglicht die Interaktion mit den anderen Phasen. In der *Absichtsphase (Intention Phase)* bilden die Agenten konkrete Tauschabsichten (*Supply and Demand*) und äussern diese. In der *Vereinbarungsphase (Negotiation Phase)* werden Absichten zu *Geboten* die in Verhandlungen angenommen oder abgelehnt werden. Im Erfolgsfall endet diese Phase mit einem Vertrag. In der *Abwicklungsphase (Settlement Phase)* werden die in den Kontrakten spezifizierten Leistungen erbracht. Hier werden Waren und Güter bzw. die entsprechenden Informationen über Waren und Güter getauscht.

4 Beispiele für Medien

In diesem Kapitel werden exemplarische „Neue Medien“, insbesondere Geschäftsmedien und ihre Gemeinschaften diskutiert. Für die Beschreibung werden die Terminologie des Medienmodells und die Struktur des Medienreferenzmodells verwendet. Dieses Kapitel dient zur Illustration der Modelle, als Motivation für die Formalisierung der Modelle und Architektur von Medien der folgenden Kapitel. Es zeigt auch auf welche Information im Moment auf diesen Medien verfügbar ist, welche für künstliche Agenten und welche für Menschen zugänglich ist.

4.1 Online-Shops – Case Amazon.com

Amazon.com ist – als Buchhändler- eines der klassischen Beispiele für einen Online-Shop mit erfolgreichem Geschäftsmodell [13,22,23,28]. Auf der Plattform sollen hier die Gemeinschaft der Kunden von Amazon und die Gemeinschaft der Kunden von Amazon zusammen mit Amazon betrachtet werden.

Die Plattform von Amazon macht die integrierte Abwicklung von Transaktionen möglich – alle vier Phasen des Medienreferenzmodells sind auf ihr abgebildet. In der Wissensphase sind auf Amazon Informationen über die Plattform, die Dienste, die Buchbeschreibungen, und die Protokolle (gesetzlichen Regelungen und Amazon-spezifische Protokolle wie z.B. One-Click Shopping), den Verkaufsprozess und seine Teilschritte) und die Rollen von Kunden und die von Amazon) verfügbar. Hier wird der logische Raum mit Sprache, Semantik und seiner Organisation konstituiert, der es den Kunden ermöglicht, mit Amazon und untereinander zu kommunizieren.

Die Absichtsphase wird durch einen Buchkatalog mit drei (Haupt-) Diensten unterstützt. (1) die Suchmaschine mit einem syntaktischen Zugang über die Repräsentation der Bücher und entsprechenden Suchfunktionalitäten, (2) das Verzeichnis mit einer semantische Struktur von Kategorien und Relationen zwischen Kategorien, für die in den Büchern repräsentierten Inhalte und Browsing Funktionalitäten und (3) der Empfehlungsdienst mit einer Relation „Relevanz für Kunden mit ähnlichen Profilen“ [28].

Die Organisation kennt im wesentlichen die Rolle des Kunden und die des Anbieters. Der Anbieter macht im Produktkataloge Angebote, die Kunden annehmen dürfen. Das Protokoll der Angebotsannahme beinhaltet: Auswahl der Bücher, Ausfüllen der Bestellformulare (Identität und Kreditkartennummer) und Bezahlung. Die Rolle des Kunden besteht aus (1) einer Identität und (2) einem Profil (basierend auf dem Verhalten insb. Kauf von Büchern, und Informationen die Kunden über sich preisgeben insb. Name, Adresse und Kreditkartennummer). Man beachte, dass sich die Rollen über die Zeit ändern. Die individuelle Rolle ändert sich mit allen Aktionen des Kunden, die Aktionen aller Kunden verändern das Rollensystem.

Das Protokoll einer Transaktion ist in den Gesetzen festgelegt und folgt den üblichen Handelsgewohnheiten. Der Verkaufsprozesses als Sequenz zu absolvierender Schritte wird als eine durch Buttons und Hyperlinks vernetzte Folge verschiedener Hypertextseiten implementiert.

Das Modell eines Online Shops nach dem Muster von Amazon entspricht nur teilweise den in den ersten Kapiteln aufgezeigten Modellen: Die Plattform von Amazon ist proprietär und sieht nur einen Agenten in der Rolle des Anbieters vor. Die Informationen (v.a. der Wissensphase sind nur natürlichsprachig gegeben, Informationen und Strukturen sind auf der Plattform implementiert, formalisierte Information, wie sie Agenten über die Plattform benötigen fehlen. Die Organisation der Information mit den dynamisch-semanticen Strukturen und den Rollen sind ein Beispiel, wie mit den Mitteln der Plattform das Management der Gemeinschaft stattfindet und wie die Gemeinschaft auf dem Medium abgebildet wird.

4.2 Märkte, Auktionen als Organisationsformen des Online Handels

Neben Online-Shops gibt es eine Reihe anderer Organisationsformen im ECommerce: Auktionshäuser wie z.B. Ebay⁵, oder (seit kurzem) amazon.com⁶ oder Electronic Malls⁷. In den heute zur Verfügung stehenden Realisierungen sind die entsprechenden Plattformen typischerweise proprietär und nicht für künstliche Agenten geeignet.

Die Kasbah [30] und ihr Nachfolger, Marketmaker⁸, dagegen sind Plattformen, auf denen künstliche, von Benutzern erzeugte und konfigurierte Agenten (weitgehend) autonom Transaktionen abwickeln können. Die Rollen der Agenten sind, genau wie die Protokolle- der Verhandlungen vorgegeben, fest auf der Plattform implementiert und

⁵ www.ebay.com

⁶ www.amazon.com

⁷ z.B. www.emb.ch

⁸ www.marketmaker.com

natürlichsprachig beschrieben. Nur die Strategie für Verhandlungen kann innerhalb eines vorgegebenen mathematischen Modells variiert werden [30].

4.3 Gemeinschaften und ihre Plattformen

Man unterscheidet entsprechend dem primären Interesse am Austausch u.a. Interessengemeinschaften, Geschäftsgemeinschaften und Transaktionsgemeinschaften [28,58]. Diese Gemeinschaftsformen unterscheiden sich u.a. in der Organisation, in ihren Prozessen und den Transaktionen. Die elektronischen Medien unterstützen (1) den Austausch innerhalb einer bestehenden Gemeinschaft, sowie (2) die Entwicklung von Gemeinschaften:

Bei einer Transaktion, wie z.B. ein Verkauf, verändert sich die Organisation einer Gemeinschaft über die Phasen hinweg. Ein Kontrakt legt eine zeitlich beschränkte Organisation fest. Im Kontrakt werden Rollen beschrieben, Agenten Rollen zugewiesen und in Protokollen die zulässigen Abläufe, die zur Abwicklung des Kontrakts beitragen festgelegt.

Gemeinschaften formen sich, lösen sich auf, unterteilen sich und etablieren dabei entsprechende Plattformen. Aus Interessengemeinschaften können sich auf einer Plattform Geschäfts- oder Transaktionsgemeinschaften formen. Dazu ermitteln die Interessengemeinschaft Rollen und Protokolle, weist Agenten Rollen zu und handeln entsprechend der Protokolle. Rollen und Protokolle (insbesondere Kontrakte) sind dabei Subjekt des Austausches von Agenten.

Wenn Agenten, als Stellvertreter von Menschen in die Lage versetzt werden sollen, autonom zu handeln und sich entsprechend den „menschlichen Beispielen“ zu organisieren, dann müssen Organisation, Prozesse und Transaktionen der Gemeinschaft entsprechend auf den Plattformen abgebildet werden (vgl. Medienreferenzmodell) und den Agenten zur Verfügung stehen. Die Plattformen müssen dazu auch nicht-triviale Organisationen abbilden, in der Lage sein, das Einhalten der Protokolle zu überwachen oder zu erzwingen und mit den Veränderungen der Organisation Schritt halten.

5 Die Formalisierung des Medienmodells

Sinn dieser Formalisierung ist es, Medien wie im Medienmodell und im Medienreferenzmodell in geeigneter Form formal zu beschreiben, so dass entsprechend dieser Beschreibung (1) die Plattform implementiert werden kann und (2) Agenten in die Lage versetzt werden, auf diesen Plattformen zu handeln und (3) eine generelle Struktur für den „Raum aus Information“ – eine Medienarchitektur aufgezeigt werden kann.

5.1 Grundlegende Definitionen

Als formaler Rahmen der Formalisierung des Medienmodells wird das Konzept der Generellen Logik nach [35] verwendet. Eine generelle Logik beschreibt eine Organisation von Sprachen und ihrer Semantik mit Relationen zwischen Sprachen und ihrer Semantik sowie zwischen den Sprachen und zwischen den Modellen. In diese Organisation von Sprachen und Modellen werden die Komponenten eines Mediums eingebettet. Zur Modellierung der Verteilung, zur Integration von Meta- und Objektebene und zur Kombination verschiedener Komponenten von Medien mit ihren Repräsentationen werden Labelled Deductive Systems nach [12] benutzt.

Definition Entailment System [5]: Ein Entailment System E besteht aus $(\text{Sign}, \text{sen}, |-)$, wobei

- Sign eine Kategorie bezeichnet, deren Elemente Signaturen genannt werden,
- $\text{sen}: \text{Sign} \rightarrow \text{Set}$ einen Funktor bezeichnet, der jeder Signatur $\Sigma \in |\text{Sign}|$ eine Menge von Σ -Sätzen, die Σ -Sprache, zuweist,
- $|-$ eine Funktion bezeichne, die jeder Signatur $\Sigma \in |\text{Sign}|$ eine binäre Relation $|-_{\Sigma} \subseteq \mathcal{P}(\text{sen}(\Sigma)) \times \text{sen}(\Sigma)$, genannt Σ -*entailment* zuordnet, so dass folgende Eigenschaften gelten:
 - Reflexivität, d.h. für alle $\phi \in \text{sen}(\Sigma)$ gilt $\{\phi\} |-_{\Sigma} \phi$
 - Monotonie, d.h. für alle $\Gamma |-_{\Sigma} \phi$ und $\Gamma \subseteq \Gamma'$ gilt $\Gamma' |-_{\Sigma} \phi$
 - Transitivität, d.h. mit $\Gamma |-_{\Sigma} \phi_i$ für alle $i \in I$ und $\Gamma \cup \{\phi_i \mid i \in I\} |-_{\Sigma} \gamma$, dann gilt $\Gamma |-_{\Sigma} \gamma$,
 - $|-$ Übersetzung, d.h. mit $\Gamma |-_{\Sigma} \phi$ für alle $\sigma: \Sigma \rightarrow \Sigma'$ in $|\text{Sign}|$, $\text{sen}(\sigma)(\Gamma) |-_{\Sigma'} \text{sen}(\sigma)(\phi)$.

Definition Institution [5]: Eine Institution I besteht aus $(\text{Sign}, \text{sen}, \text{Mod}, |=)$, wobei

- Sign, sen wie in Def. Entailment System.
- $\text{Mod}: \text{Sign}^{\text{op}} \rightarrow \text{Cat}$ einen Funktion bezeichnet, die jeder Signatur $\Sigma \in |\text{Sign}|$ eine Kategorie $\text{Mod}(\Sigma)$ zuordnet, deren Objekte Σ -*Modelle* genannt werden, und
- $|=$ eine Funktion bezeichnet, die jeder Signatur $\Sigma \in |\text{Sign}|$ eine Relation $|=_{\Sigma} \subseteq |\text{Mod}(\Sigma)| \times \text{sen}(\Sigma)$, genannt Σ -*satisfaction* zuweist, für die für alle $\sigma: \Sigma \rightarrow \Sigma' \in |\text{Sign}|$, $M' \in |\text{Mod}(\Sigma')|$ und $\phi \in \text{sen}(\Sigma)$ gilt:

$$M' \in |=_{\Sigma'} \text{sen}(\sigma)(\phi) \Leftrightarrow \text{Mod}(\sigma)(M') \in |=_{\Sigma} \phi.$$

Definition Generelle Logik, Logik [5]: Eine generelle Logik L besteht aus $(\text{Sign}, \text{sen}, \text{Mod}, |- , |=)$, wobei

- $(\text{Sign}, \text{sen}, |-)$ ein Entailment System ist,
- $(\text{Sign}, \text{sen}, \text{Mod}, |=)$ eine Institution ist und

- $\Gamma \vdash_{\Sigma} \phi \Rightarrow \Gamma \models_{\Sigma} \phi$, für alle $\Sigma \in |\text{Sign}|$, $\Gamma \subseteq \text{sen}(\Sigma)$ und $\phi \in \text{sen}(\Sigma)$, wobei die Relation $\Gamma \models_{\Sigma} \phi$ dann und genau dann gilt, wenn $M \models_{\Sigma} \phi$ für alle M , die alle Sätze in Γ erfüllen.

Eine Logik kann entsprechend [5] erweitert werden für Theorien: Seien ein Entailment System (bzw. eine Institution) gegeben. Dann bezeichne Th_0 die Kategorie von Theorien eines Entailment Systems (bzw. einer Institution) mit den Objekten $T = (\Sigma, \Gamma)$, (wobei Σ eine Signatur und Γ eine Menge von Sätzen ist, d.h. $\Gamma \subseteq \text{sen}(\Sigma)$) und den Morphismen $\sigma: (\Sigma, \Gamma) \rightarrow (\Sigma', \Gamma')$, wobei die Signaturmorphismen $\sigma: \Sigma \rightarrow \Sigma'$ erweitert werden, so dass $\text{sen}(\sigma)(\Gamma) \subseteq \Gamma'$.

Da eine Menge von Σ -Sätzen Γ eine volle Subkategorie von Modellen definiert, in denen alle Sätze aus Γ gelten, kann der Funktor Mod zu einem Funktor $\text{Mod}: \text{Th}_0^{\text{op}} \rightarrow \text{Cat}$ erweitert werden. Jeder Theorie $T = (\Sigma, \Gamma)$ kann eine Menge von Sätzen über ihrer Signatur zugewiesen werden, so dass der Funktor $\text{sen}: \text{Sign} \rightarrow \text{Set}$ zu einem Funktor $\text{sen}: \text{Th}_0 \rightarrow \text{Set}$ erweitert werden kann. Jeder Theorie $T = (\Sigma, \Gamma)$ kann mit $\text{thm}(T) = \{ \phi \in \text{sen}(\Sigma) \mid \Gamma \vdash_{\Sigma} \phi \}$ die Menge der Theoreme einer Theorie T zugewiesen werden. $\text{thm}: \text{Th}_0 \rightarrow \text{Set}$ ist ein Subfunctor von sen . Sei $\text{ax}(\Sigma, \Gamma) = \Gamma$, $\text{sig}(\Sigma, \Gamma) = \Sigma$.

Notationen. Sei L eine generelle Logik, dann bezeichne für $\Sigma_x \in |\text{Sign}|$, L_x ein spezielles Element aus L , $L_x = (\Sigma_x, \text{sen}(\Sigma_x), \text{Mod}(\Sigma_x), \vdash_{\Sigma_x} \subseteq \text{P}(\text{sen}(\Sigma_x) \times \text{sen}(\Sigma_x)), \models_{\Sigma_x} \subseteq \text{Mod}(\Sigma_x) \times \text{sen}(\Sigma_x))$, bzw. für eine Theorie $\text{Th}_x = (\Sigma_x, \Gamma_x)$, wobei $\Gamma_x \subseteq \text{sen}(\Sigma_x)$,
 $L_x = (\text{Th}_x, \text{sen}(\text{Th}_x), \text{Mod}(\text{Th}_x), \vdash_{\Gamma_x} \subseteq \text{P}(\text{sen}(\text{Th}_x) \times \text{sen}(\text{Th}_x)), \models_{\Gamma_x} \subseteq \text{Mod}(\text{Th}_x) \times \text{sen}(\text{Th}_x))$.

Man ist an verteilter Information interessiert und die Verteilung als solches, d.h. das Kanalsystem, das die Information unterscheidet und über Raum und Zeit verteilt und die Kommunikation und Koordination ermöglicht, sowie an einer Kombination von Meta- und Objektebene. Labelled Deductive Systems werden im vorliegenden Ansatz verwendet, um solche Strukturen zu modellieren [11, 12].

Definition Labelled Deductive System [12]: Ein Labelled Deductive System (A, L, R) besteht aus:

- einer Algebra von Labeln A mit Konstruktoren, Funktionen und Relationen,
- einer logischen Sprache L (mit Konnektoren und wohlgeformten Formeln),

- einer Labelling Discipline R , die festgelegt, wie Formeln aus L mit Labeln aus A versehen werden und die auch die Konzepte der Datenbank, eine Familie von Ableitungsregeln und die Regeln für die Propagierung von Labeln in den Ableitungsregeln beinhaltet.

Definition Datenbank, Deklarative Einheit [12]. Sei (A, L, R) ein Labelled Deductive System. Eine *atomare Label* ist jeder Term t aus A . Eine *Formel* ist eine Formel aus L . Eine *deklarative Einheit* ist ein Paar $(t : A)$ oder $t : A$, wobei t ein Label und A eine Formel ist. Eine *Datenbank* ist entweder eine Deklarative Einheit oder hat die Form (D, F, d, U) , wobei D ein endliches Diagramm von Labeln ist, $d \in D$ ein ausgezeichnetes Label und U die Menge aller Terme ist. Ein *Diagramm* von Labeln D ist eine endliche Menge von Labeln aus A zusammen mit Formeln der Form $\pm R(t_1, \dots, t_n)$, wobei $t_i \in D$ und R ein Prädikatsymbol aus A ist.

Man beachte, die Sprache der Labels und die Sprache zur Repräsentationen häufig nicht disjunkt sind. Labels werden häufig aus den Informationen „berechnet“ oder abstrahiert. Die Deduktionsrelation ist in diesen Formalismus eine Relation zwischen Datenbanken bzw. zwischen Mengen von mit Labeln versehenen Formeln. Dabei wird in diesem Papier die Deduktionsrelation im wesentlichen als Fortschritt über die Zeit interpretiert.

Medien werden entsprechend dem Medienmodell als Sphären für Agenten, bzw. Plattformen für Agenten mit Logischem Raum, Kanalsystem und Organisation modelliert. Das Medienmodell beschreibt, wie Medien modelliert werden. Entsprechend werden in diesem Kapitel die generelle Struktur der Modellierung vorgestellt. Dazu werden zuerst Komponenten der Medienbeschreibung und dann die Struktur oder Architektur der Beschreibung vorgestellt.

5.2 Komponenten der Medienbeschreibung

Definition Medienbeschreibung: Sei $L = (\text{Sign}, \text{sen}, \text{Mod}, |-, |=)$ eine generelle Logik und Th_0 die Kategorie von Theorien von L . Seien $\Sigma_D, \Sigma_C, \Sigma_R, \Sigma_P \in |\text{Sign}|$. Σ_D bezeichne die Signatur für die Modellierung der Inhalte (Domain), Σ_C für das Kanalsystems, Σ_R für das die Rollen und Σ_P für die Modellierung der Protokolle.

Sei $\Sigma_{LCD} = \Sigma_C \oplus \Sigma_D \cup \Sigma_L$, wobei $l \oplus f \in \text{sen}(\Sigma_C \oplus \Sigma_D)$ geschrieben wird als $(l:f)$ und Σ_L die für die Präsentation von Labelled Deductive Systems notwendigen Datentypen und eine Relation $R \subseteq \text{sen}(\Sigma_C) \times \text{sen}(\Sigma_D)$ enthält. R bezeichne die Labelling Discipline.

Sei $\Sigma_O = \Sigma_R \cup \Sigma_P$. Σ_O bezeichne die Sprache zur Modellierung der Organisation. Sei $\sigma_{DCRP} : \Sigma_{LCD} \rightarrow \Sigma_O$ ein Signaturmorphismus. Dann ist eine Medienbeschreibung gegeben durch

$$MDescr = ((\text{Sign}, \text{sen}, \text{Mod}, \vdash, \models), (\Sigma_D, \Sigma_C, \Sigma_R, \Sigma_P), R, \sigma_{DCRP})$$

Im folgenden sollen die Definition von Medienbeschreibung nochmals motiviert werden.

Man ist an Strukturen interessiert, in denen die Behandlung der „Inhalte“ (Index D) möglichst unabhängig von Kanalsystem und Organisation ist. Die Organisation ist eine abstrakte Beschreibung des Kanalsystems und des auf dem Kanalsystems möglichen Verhalten, bzw. der Formelsprache und der Algebra. Die syntaktische Abstraktion kann durch einen Signaturmorphismus σ_{DCRP} bzw. seine kanonischen Erweiterung auf Sprachen, Formeln, Theorien und Modelle modelliert werden.

Die Organisation beschreibt mit Rollen das von Agenten im Medium sichtbare oder erwartete Verhalten, Protokolle beschreiben gebotene bzw. erlaubte die Interaktion zwischen den Agenten über das Kanalsystem. In der Organisation unterscheiden wir zwischen der Aufbauorganisation und der Ablauforganisation. Die Aufbauorganisation beschreibt, welche Rollen von Agenten zu einem spezifischen Medium gehören und wie diese Rollen mit zusammenwirken (welche Rechte/Pflichten und Macht sie haben). Die Formalisierung dieser Aufbauorganisation kann z.B. als Invariante, als Konfigurationsinvariante [27,66], oder durch die Definition eines initialen Zustand eines Mediums etabliert werden. Medien sind nur die Agenten-Kanalsysteme, die den Anforderungen der Aufbauorganisation entsprechen. Man fordert dann auch nur für diese Medien, dass sie die Protokolle einhalten müssen.

5.3 Architektur für Medienbeschreibungen

Die Medienbeschreibung legt die Komponenten einer Architektur, nicht jedoch die Struktur der Beschreibung fest. In diesem Abschnitt werden verschiedene Architekturen einer Medienbeschreibung vorgestellt und dabei die Medienarchitektur entwickelt. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein von Rewrite Logik und Maude stark beeinflusster deklarativer Spezifikationsstil ausführbarer Spezifikationen [5,27,38] verwendet.

Wir treffen an dieser Stelle die Entscheidung, als Modelle Transitionssysteme zu verwenden. Ein Transitionssystem $T = (S, R)$ ist charakterisiert durch eine Menge von Zuständen S und eine Relation $R \subseteq S \times S$. Die Relation R modelliert den Fortschritt über die Zeit. Man beachte dass auch diese Relationen als Labelled Deductive Systems modelliert werden können [12].

5.3.1 Implizites Kanalsystem und Agenten

Entsprechend dem Paradigma des Multi-Agentensystems können Medien beschrieben werden als Menge oder Multimenge (Bag) von kommunizierenden Agenten. Man betrachtet in einer solchen Modellierung Transitionen bzw. Transitionsregeln der Form:

$$m_1 \dots m_n A_1 \dots A_k \Rightarrow A'_1 \dots A'_k m'_1 \dots m'_n$$

wobei m_i Nachrichten, A_i Agenten und A'_i, m'_i die aus dem Zustandsübergang resultierenden Agenten und Nachrichten bezeichne. Sei $\text{Th}_{AC} = (\Sigma_{AC}, \Gamma_{AC})$ eine Theorie mit Regeln dieses Formates. Man fordert, dass das Modell einer solchen Beschreibung nach Abstraktion durch σ_{DCRP} die Sätze der die Organisation modellierenden Theorie Th_{Org} erfüllt:

$$\text{Mod}(\sigma_{\text{DCRP}}(\text{Th}_{AC})) \models \text{ax}(\text{Th}_{\text{Org}})$$

In dieser Modellierung sind Rollen und Protokolle, Kanalsystem sowie Logische Raum extern gegeben und über die Zeit persistent. Sie sind nicht als Information für die Agenten verfügbar, sie sind in den Agenten und ihrem Verhalten implementiert. Die Verteilung von Information durch ein Kanalsystem ist implizit vorgegeben und kann sich in ihrer Struktur nicht verändern. Eine solche Modellierung ist gerade in Bezug auf die Information, die auf diesen Medien verfügbar, d.h. explizit abgebildet ist, für die Medien, wie sie oben exemplarisch beschrieben wurden, adäquat.

5.3.2 Explizites Kanalsystem und Agenten

Mit Labelled Deductive System können Kanalsystem und zu verteilende Information explizit Modelliert modelliert werden. Zustände werden als Datenbanken, Zustandsübergänge als Relationen zwischen Datenbanken beschrieben. Seien Σ_C, Σ_D zwei Signaturen. Man betrachte das Labelled Deductive System $\text{LDS}_{DC} = (B, A, R)$, mit $B \in \text{Th}(\Sigma_C)$, $A \subseteq \text{sen}(\Sigma_D)$, $R \subseteq B \times A$, $A_i, A'_i \subseteq A$, $b_i, b'_i \in B$, D, D' Relationssymbole aus B und Deduktionsregeln des Formates:

$$\begin{array}{ccc} (b_1 : A_1) & & (b'_1 : A'_1) \\ \dots & \Rightarrow & \dots \\ (b_n : A_n), & & (b'_n : A'_n) \\ D(b_1, \dots, b_n) & & D'(b'_1, \dots, b'_n) \end{array}$$

A_i modellieren Informationen einer Domäne in der Sprache $\text{sen}(\Sigma_D)$, die Label b_i unterscheiden die Information und das Diagramm $D(b_1, \dots, b_n)$ modelliert das Kanalsystem zwischen den Informationen. Die A_i können auch als Agenten angesehen werden, die aktiv die Informationen verarbeiten. Man beachte, dass sich in diesem Regelformat Label, Agenten und Diagramm verändern können. Man kann auch hier – analog zur ersten Modellierung fordern- dass eine eine solche Theorie $\text{Th}(B, A, R)$ das

Modell der Organisation modelliert in Org entspricht, d.h. dass $\text{Mod}(\sigma_{\text{DCRP}}(\text{Th}(\text{B}, \text{A}, \text{R}))) \models \text{Org}$.

Hier ist das Kanalsystem explizit Teil der Modellierung. Es kann sich über die Zeit ändern oder verändert werden. Solche Modellierungen sind immer dann sinnvoll, wenn Strukturen – „Räume“ von Informationen geschaffen werden müssen. Man beachte, dass mehrere solcher Strukturen für die gleichen Information nebeneinander durch Diagramme etabliert werden können und dass Diagramme auch in Agenten gespeichert sein können. Diese Agenten verfügen dann über Wissen über das Kanalsystem bzw. den logischen Raum.

5.3.3 Organisierte Agenten-Kanalsysteme

Auch die Organisation kann sich über die Zeit ändern (vgl. Kontrakte) oder kann durch Agenten verändert werden. Agenten müssen die Organisation kennen, um in diesen Strukturen sich an dem von ihnen im Medium erwarteten Verhalten, am von anderen Agenten der Gemeinschaft erwarteten Verhalten, bzw. den erlaubten oder gebotenen Abläufen orientieren zu können. Die Relation zwischen der Beschreibung der Organisation und des Agentenkanalsystems muss darüberhinaus definiert werden.

Dazu wird die Modellierung des Zustand um eine weitere Schicht und eine weitere Spalte angereichert. Die Schicht modelliert die Organisation, die Spalte die Relation zwischen Organisation und Agent-Kanalsystem. Zur Vereinfachung der Schreibweise wird die Datenbank $(I_1 : A_1) \dots (I_n : A_n)$, $D(I_1, \dots, I_n)$ abgekürzt als $(B : A)$, $D(B)$. Sei $B \subseteq N$, $B' \subseteq N'$ und $D_{AC}(N)$ eine Forsetzung von $D(B)$, bzw. $D'_{AC}(N')$ von $D'(B')$

$$(B : A) \Rightarrow_{AC} (B' : A')$$

$$D(B) \quad D'(B')$$

$\text{Org}(N)$: O	: $\text{Org}(N)$	$\text{Org}'(N')$: O	: $\text{Org}'(N')$
$(B : A)$: B	: A	\Rightarrow	$(B' : A')$: B' : A'
$(D_{AC}(N))$: C	: $D(B)$		$D_{AC}(N')$: C : $D'(B')$
$D_{\text{Org}}(B, \text{Org}(N), A, D_{AC}(N))$				$D_{\text{Org}}(B', \text{Org}(N'), A, D_{AC}(N'))$	

Ein Beispiel für ein Diagramm $D_{\text{Org}}(B, \text{Org}(N), A, D_{AC}(N))$ das die Relation zwischen Organisation und Agenten und Kanälen beschreibt ist:

$$D_{\text{Org}}(B, \text{Org}(N), A, D_{AC}(N)) =$$

$$\text{Mod}(\Sigma_0, \alpha((B : A) : (C : B)) \Rightarrow_0 \alpha((B' : A') : (C' : B'))) \models_0 (\text{Mod}(\Sigma_0, \text{Org}(B)),$$

$$\text{und } \text{Mod}(\Sigma_0, \text{Org}(B)) \models_0 \text{Org}(B) \Rightarrow_0 \text{Org}'(B')$$

Der Zustandsübergang des Agenten-Kanalsystems muss nach Abstraktion durch α , (die Erweiterung des Signaturmorphismus σ_{DCRP}), die in der Organisation festgelegten Eigenschaften erfüllen. Dies ist eine deklarative Weise der Spezifikation dieses Diagramms. Man kann das Diagramm auch als eine Strategie oder Taktik ansehen, die

die Rollen und Protokolle der Organisation verwendet, um die Zustandsübergänge zu berechnen.

Im folgenden wird das Format der Regel kurz erklärt und motiviert. Ein Medium wird durch ein LDS modelliert, dessen „Formelsprache“ wiederum ein LDS ist. Dieses „innere“ LDS hat als Formeln die Informationen, die im Medium verfügbar sind, d.h. Theorien $\text{Org}(\mathbf{B})$, $(\mathbf{B} : \mathbf{A})$ und $\mathbf{D}(\mathbf{B})$, wobei $(\mathbf{B} : \mathbf{A})$ einen Vektor an Label-Agent Kombinationen bezeichnet. Diese Informationen werden durch Label unterschieden. Diese Labels werden durch Variablen $\mathbf{O}, \mathbf{B}, \mathbf{B}', \mathbf{C}$ markiert.

Die Algebra der Labels des „äußeren“ LDS ist eine Algebra von Theorien und Modellen mit Erfüllbarkeitsrelationen, also ein Teil einer generellen Logik, die die Sprachen, mit ihren Modellen, Erfüllbarkeitsrelationen usw. definiert.

Man beachte, dass die Relationen zwischen den Theorien und Theorien und Modellen wiederum Teil des Mediums sein kann. So kann sich auch die Art der Relationen zwischen den Theorien ändern.

Diese Modellierung beschreibt sich verändernde Organisationen und Veränderungen in der Relation Agent-Kanal zur Organisation. Eine solche Modellierung ist für eine Gemeinschaft mit sich verändernder Organisation oder auch selbst-organisierenden Systemen geeignet. Agenten, Kanäle und Organisation können sich innerhalb vorgegebener Rollen und Protokolle organisieren oder eine Organisation weiterentwickeln. Statt implementierter Prozesse können aus dem Protokollen und den Fähigkeiten der einzelnen Agenten der Gemeinschaft optimale Prozesse oder Workflows berechnet werden.

5.3.4 Agenten, Kanal, Organisation und Logischer Raum

Bisher wird ein Zustand eines Systems als eine Struktur von mit Labeln benannten Theorien beschrieben. In dieser Modellierung werden die Sprache, bzw. grundlegende Axiome dieser Theorien und die Relationen zwischen den Theorien ebenfalls fest definiert. Dazu wird ein weiteres Literal zur Zustand hinzugefügt, und eine weitere Ebene eines LDS. Dieses LDS verbindet die Theorien untereinander. Diese Modellierung wird ausserdem ergänzt durch ein weiteres LDS, das den gemeinsamen „Backbone“ der Verständigung modelliert. Dieser Backbone des Wissens ist eine generelle Logik, ihre Diagramme sind durch die entsprechenden Kategorien definiert. Sei ein Zustand eines Medium definiert durch folgende Struktur:

L	: $(\text{LTh}_D, \text{LTh}_C, \text{LTh}_R, \text{LTh}_P)$: $(\text{LTh}_D, \text{LTh}_C, \text{LTh}_R, \text{LTh}_P)$	M	: $(\text{LTh}_D, \text{LTh}_C, \text{LTh}_R, \text{LTh}_P)$
L	: L_O	: $\text{ThOrg}(\mathbf{N})$: \mathbf{O}	: $\text{Org}(\mathbf{N})$
L	: L_{LDC}	: $(\mathbf{B} : \text{ThA})$: \mathbf{B}	: \mathbf{A}
L	: L_C	: $\text{ThD}(\mathbf{N})$: \mathbf{C}	: $\mathbf{D}(\mathbf{B})$
L	: L	: $\text{D}_{\text{Org}}(\mathbf{N})$		

$L : D_{Th}(N)$

DCat

$(LTh_D, LTh_C, LTh_R, LTh_P)$ sind als Elemente einer Logik, definiert durch eine Signatur und eine Theorie. $Org(B)$, A , $D(B)$ sind Mengen von Regeln. Die mit dem Label M bezeichneten Sammlung von Theorien modelliert den logischen Raum des Mediums, während Information andere Komponenten verteilt ist. Das Diagramm D_{Th} beschreibt, die Relation zwischen dem Logischen Raum und den verteilten Informationen. So kann man beschreiben wie die Deduktionsrelation für die auf dem Medium verfügbare Information (rechte Spalte) mit der generellen Theorie markiert durch das Label M zusammenhängt.

Man kann $(LTh_D, LTh_C, LTh_R, LTh_P)$ als gemeinsamen logischen Raum begreifen, als das Wissen über das Medium. Deduktion in den einzelnen Theorien O , B und C kann dann unter Verwendung der jeweils spezifischen Theorie des gemeinsamen Raumes geschehen.

$A \vdash q$ wenn $A, ax(Th_D) \vdash q$

oder explizit als Kommunikation mit zwei Kommunikationsaktionen zwischen verteilter Information modelliert:

$A \vdash q$ wenn $A \vdash ask(r)$ und $ask(r), ax(Th_D) \vdash tell(r')$ und $tell(r'), A \vdash q$.

Man kann „unter Verwendung“ definieren als Vereinigung von Mengen von Fakten und Regeln, oder von anderen Strukturen von Fakten und Regeln ausgehen und entsprechende Operatoren wählen. Die Art und Weise wie Informationen verknüpft sind, bestimmt dabei, auch welche Theorien $ThOrg(B)$, ThA , $ThD(B)$ für die Berechnung der Relation zwischen Agenten, und Agent-Kanalkombinationen zur Verfügung stehen. Diese Theorien symbolisieren dabei die Theorien, die die gesamte Interpretation der Information der rechten Spalte definieren.

Die Relation zwischen den einzelnen Theorien ist in einem Diagramm definiert. Dieses Diagramm kann Teil Teil des verfügbaren Wissens im Medium sein und sich damit auch über die Zeit ändern.

Die Struktur kann nun symmetrisch gestaltet werden, so dass die relevante Information, d.h. auf die Information über die Zusammenhänge der Theorien, der Organisation mit dem Agenten, Kanalsystem und die Verteilung der Information Teil des Verfügbaren Wissens des Medium ist. Man erhält dabei folgende Struktur:

L	$: (LTh_D, LTh_C, LTh_R, LTh_P)$	$: (LTh_D, LTh_C, LTh_R, LTh_P): M$	$: (LTh_D, LTh_C, LTh_R, LTh_P)$
L	$: L_O$	$: ThOrg(N)$	$: O : Org(N)$
L	$: L_{LDC}$	$: (B : ThA)$	$: B : A$
L	$: L_C$	$: ThD(N)$	$: C : D(B)$
L	$: L$	$: L$	$: DORG : D_{Org}(N)$
L	$: L$	$: L$	$: DTH : D_{Th}(N)$

DCat

5.3.5 Informationsobjekte und Medium

Die Struktur eines Mediums beinhaltet damit fünf Ebenen (von rechts nach links):

1. Information, die im Medium verfügbar ist (Organisation, Agenten, Kanäle, Logischer Raum), die Relation zwischen Organisation und Agenten und Kanälen.
2. Namen für die Information, die die Unterscheidung dieser Information erlauben.
3. Theorie zu der die verfügbare Information gehört (mit Relationen zwischen den Theorien) und der Beschreibung der Relation Organisation zu den anderen Komponenten.
4. Logischer Raum mit Syntax und Semantik und der Relation zwischen Wissen über das Medium und der verteilten Information.
5. Generelle Logik als „Gemeinsamer Backbone“

Ein Informationsobjekt (d.h. eine Zeile in der Struktur) besteht damit aus fünf Komponenten. „Datum“, Name, Theorie, Logik, Genereller Logik und trägt die Information in sich, die es benötigt um verstanden zu werden. Ein Medium wird bestimmt durch

- eine Medienbeschreibung und
- das Schema, das die Komponenten miteinander in Relation setzt.

Definition Medium: Sei $M\text{Descr} = ((\text{Sign}, \text{sen}, \text{Mod}, \vdash, \models), (\Sigma_D, \Sigma_C, \Sigma_R, \Sigma_P), R, \sigma_{\text{DCRP}})$ eine Medienbeschreibung und N eine Menge von Namen.

Sei I eine Menge von Informationsobjekten gekennzeichnet durch

$$(L : LTh_x : GTh_x : N_x : G_x)$$

Wobei $L = (\text{Sign}, \text{sen}, \text{Mod}, \vdash, \models)$, LTh_x eine Logik aus L , GTh_x eine Menge von Axiomen, aus N_x ein Element aus N und G_x eine Menge von Sätzen aus L_x sind. Sei D_C ein Diagramm aus Σ_C , das die Relationen zwischen Informationen beschreibt, D_{Org} eine Relation zwischen einer Menge von Sätzen aus Σ_O und D_M ein Diagramm über eine Menge von Theorien. Dann bezeichne

$$M = (M\text{Descr}, N, I, D_C(N), D_O(N), D_M(N))$$

ein Medium.

Ein Medium ist also eine Sammlung von Informationsobjekten, ihren Namen, der Benennung der Informationsobjekte, der Relation zwischen Organisation und Agenten und Kanälen, der Relation zwischen der Information über das Medium und der eigentlichen Information.

Das Medienmodell beschreibt Medien als Räume für Agenten und charakterisiert Medien durch drei Komponenten. Die Medienbeschreibung formalisiert diese Idee auf

der Basis einer Generellen Logik und unter Verwendung von Labelled Deductive Systems. Die Modellierungen von Medien beschreiben, wie aus Informationsobjekten mit den Komponenten der Medienbeschreibung ein Raum für Agenten aufgebaut werden kann und welche Information die Informationsobjekte tragen.

6 Die Formalisierung des Medienreferenzmodells

Das Medienreferenzmodell beschreibt und strukturiert die Komponenten eines Mediums. Im vorhergehenden Kapitel wurde eine Struktur für Modellierungen von Medien entwickelt, die in diesem Kapitel nun soweit angereichert und verfeinert wird, dass es die Komponenten des Medienmodells beschreibt.

In der Struktur der Regeln sind bereits die Schichten des Medienreferenzmodells abgebildet. Der Zustand eines Mediums ist definiert durch den logischen Raum, die Organisation, das Kanalsystem und die Information die auf dem Kanalsystem verfügbar sind. Eine Aktion kann all diese Veränderungen (im Rahmen des Protokolls verändern). Die Prozessschicht dagegen wird durch die Regeln, die das Verhalten des Systems beschreiben, abgedeckt:

Community View	$(LTh_D, LTh_C, LTh_R, LTh_P)$ Org(N)
Process View	Regeln wie oben beschrieben
Transaction View	A
Infrastructure View	D(B) $D_{Org}(N)$ $D_{Th}(N)$

Entsprechend dem Schichtenmodell besteht also eine Medienmodellierung aus Informationsobjekten für die Modellierung der Organisation, für die Modellierung des logischen Raums, für die Speicherung der Transitionsregeln, Literalen für die Speicherung und Verarbeitung von Information und für die Implementierung des Kanalsystems.

In der Formalisierung der Phasen wird die Wissensphase als die Phase, die Wissen über ein Medium etabliert und die drei weiteren Phasen, in denen innerhalb des in der Wissensphase etablierten gemeinsamen logischen Raums agiert wird, unterschieden.

Im folgenden wird zunächst die Wissensphase betrachtet. Die Wissensphase konstituiert durch Kommunikation den logischen Raum des Mediums mit gemeinsamen logischem Raum. Formal gesehen legt die Wissensphase innerhalb eines vorgegebenen Rahmens – einer generellen Logik, Sprachen und Theorien für Domäne, Kanalsystem, Rollen und Protokolle fest. Entsprechend dem Medienreferenzmodell, etabliert sie innerhalb einer generellen Logik L:

- $(LTh_D, LTh_C, LTh_R, LTh_P)$ und
- instanziiert das Medienbeschreibungsschema, d.h. das Format des Zustandes und das Format der Beschreibungen der Zustandsübergänge mit den Relationen zwischen den Komponenten.

Die Nachrichten dieser Phase sind ask und tell. Sie dienen dem Austausch des Wissens. Sei L_x eine Logik, Γ_x eine Menge von Axiomen. Dann ist ask und tell folgendermassen definiert:

$$\frac{\Gamma_x \cup q \vdash r}{\text{ask}(q), \Gamma_x \vdash r} \quad \frac{\Gamma_x \cup q \vdash r}{\text{tell}(q), \Gamma_x \vdash q \oplus Th_x}$$

Der Operator \oplus signalisiert, dass das Hinzufügen von Information zu einer bestehenden Theorie nicht notwendigerweise eine „einfache“ Konjunktion ist.

Die Information der Wissensphase ist die Voraussetzung dafür, für der Absichtsphase, der Verhandlungsphase und der Abwicklungsphase kommuniziert wird. Die Wissensphase baut den gemeinsamen logischen Raum als eine Theorie des Kanalsystems, einer Theorie der Domäne und der Organisation auf. Für die einzelnen Phasen müssen generische Rollen, Transaktionen, Nachrichten und Organisationsformen definiert werden. Ausserdem müssen die entsprechenden Relationen zwischen den Phasen ermittelt werden. Beispiele für Transaktionen und die entsprechenden Protokolle sind in Kap. 8 definiert.

Die Organisation kann Protokolle, wie die oben aufgezeigten Regeln verwenden. Sie kann die Eigenschaften von in einer abstrakten Art und Weise beschreiben. Im folgenden werden einige einfache Regeln skizziert, mit denen die Eigenschaften der Transitionen mit modaler und deontischer Logik formalisiert werden:

Die Relation zwischen einer Absicht (hier supply) und einem Angebot ein Item zu verkaufen ist beschrieben als die Implikation zwischen einem Angebot innerhalb einer Produktspektrums ($\text{range}(P)$), in endlicher Zeit (Temporal Operator Eventually) ein Verkaufsangebot ($\text{offer}(\text{sell}(P'))$) zu machen, wobei P' innerhalb des in der Absichtsphase definierten ranges ist.

$$\text{supply}(P) \text{ where } \text{range}(P) \Rightarrow \text{Eventually}(\text{Per}(\text{offer}(\text{sell}(P')))) \text{ for some } P' \text{ with } \text{range}(P')$$

Man definiert als Theorem einer Logik der Intentionen wie sie für die Angebotsphase notwendig ist :

$$\frac{\text{range}(P) \Rightarrow \text{range}(P')}{\text{supply}(P) \text{ where } \text{range}(P) \Rightarrow \text{supply}(P') \text{ where } \text{range}(P')}$$

Ein Angebot ($\text{offer}(P)$) impliziert eine Intention ein Produkt anzubieten, sowie die Tatsache, dass Angebot und Gegenangebot einen Vertrag bewirken.

$$\begin{aligned} A : \text{offer}(\text{sell}(P)) &\Rightarrow A : \text{supply}(P) \\ \wedge (A : \text{offer}(P), B : \text{accept}(\text{offer}(P))) &\Rightarrow \text{contract}(A \text{ to sell } P \text{ to } B) \end{aligned}$$

Ein Vertrag – hier ein Verkaufsvertrag zwischen zwei Agenten induziert die Eigenschaft, dass in endlicher Zeit bezahlt und ausgeliefert wird.

$$\begin{aligned} \text{contract}(A \text{ to sell } P \text{ to } B) \Rightarrow & \text{Eventually}(\text{send } P \text{ from } A \text{ to } B) \\ & \wedge \text{Eventually}(A \text{ pays } (\text{price}(P)) \text{ to } B) \end{aligned}$$

oder alternativ, dass es zwei Verpflichtungen gibt (1) zu bezahlen und (2) auszuliefern.

$$\begin{aligned} \text{contract}(A \text{ to sell } P \text{ to } B) \Rightarrow & \text{Obl}(\text{send } P \text{ from } A \text{ to } B) \\ & \wedge \text{Obl}(A \text{ pays } (\text{price}(P)) \text{ to } B) \end{aligned}$$

Die Liste dieser Regeln, der Beschreibung dieser Relation kann beliebig fortgesetzt werden. Für die Relation zwischen Deontischer Logik mit den modalen Operatoren Obl und Per siehe [8,33]. Die Modellierung von Kontrakten, Verhandlungen und anderen Kommunikationsaktionen mit deontischer Logik wird in [7,10,20,39,42,63,64] betrachtet.

Aus den Nachrichten lassen sich damit für die Organisation einige generische Rollen wie Supplier und Demander ableiten. Aus den Transaktionen einer Phase lassen sich mit Hilfe von Operatoren die Permission und Obligations ausdrücken diese generischen Rollen modellieren. Die Protokolle hängen von der gewählten Organisationsform der Gemeinschaft ab. Ein Markt hat eine andere Organisationsform als ein Shop – und damit andere Protokolle. Die Protokolle basieren auf der Aufbauorganisation. Erst durch die Verknüpfung der Organisation (Org(B) mit den tatsächlichen Agenten durch über die Labels (B : A) werden die Geschäftsprozesse für die Organisation definiert.

7 Beispiel – Modellierung eines Shops

Anhand einer Spezifikation, genauer Ausschnitten einer Spezifikation in Rewrite Logik in der Notation des Maude Systems [6] sollen Modellierungen diskutiert werden. Man betrachte als Beispiel einen Ausschnitt aus einer Modellierung eines Online-Shop. Zuerst werden die Basisdatentypen für die Realisierung der Labelled Deductive Systems definiert. Im wesentlichen sind dies Datenbanken und die Sorten Label, Formula und Diagram.

```

sorts Label Formula Formulaset .
subsort Formula < Formulaset .

ops tt ff : -> Formula .
op _ : Formulaset Formulaset -> Formulaset [assoc comm id: tt] .

sorts DeclarativeUnit DeclarativeUnits Diagram Database .
subsort DeclarativeUnit < DeclarativeUnits .
op `(_;_) : Label Formulaset -> DeclarativeUnit .
op _`,`_ : DeclarativeUnits DeclarativeUnits -> DeclarativeUnits [assoc
comm] .
op `(_;_) : DeclarativeUnits Diagram -> Database .
subsort Formula < Diagram .
op _`,`_ : Diagram Diagram -> Diagram [assoc comm] .

```

```
subsort Database < Formula .
```

Die Domäne der eigentlichen Inhalte wird ist gegeben durch eine Sorte Product. Produkte werden durch Zahlen (MachineInt) unterschieden, bzw. aus Zahlen mithilfe des Operators product konstruiert

```
sort Product .
subsort Product < Formula .
sort DescrObject .
op product : MachineInt -> Product .
op price : Product -> MachineInt .
```

Für die Transaktionen der verschiedenen Phasen wird folgende Syntax gewählt:

```
ops contract accept : Formula -> Formula .
op send_to_ : Product Label -> Formula .
op pay_to_ : MachineInt Label -> Formula .
op _sells_the_ : Label Label Product -> Formula .
op pay_to_ : MachineInt Label -> Formula .
op offer : Formula -> Formula .
```

Die Organisation kennt zwei Rollen: Supplier and Demander, die in deontischer Logik definiert sind sowie eine Beschreibung eines Shops als Labelled Deductive System. Man definiert dabei eine Abstraktion der Produkte (Anyproduct) um auf abstrakter Ebene die Rollen des Suppliers und Demanders definieren zu können.

```
sort Role .
ops Per Obl : Formula -> Formula .
ops Supplier Demander : Label -> Formula .
op Shop : Label Label Label -> Database .
op Anyproduct : -> Formula .

op labelnotequal : Label Label -> Bool .
subsort Bool < Diagram .

var I : Label .
vars I1 I2 I3 : Label .

ceq labelnotequal(I1,I2) = true if not(I1 == I2) .
ceq labelnotequal(I1,I2) = false if I1 == I2 .

eq Supplier(I) = Obl(offer(Anyproduct)) .
eq Demander(I) = Per(offer(Anyproduct)) .
eq Shop(I1,I2,I3) = ( I1 : tt ,
                    (I2 : Supplier(I1)) ,
                    (I3 : Supplier(I1)) ;
                    Supplier(I1) , Demander(I2) , Demander(I3) ,
                    labelnotequal(I1,I2) , labelnotequal(I2,I3) ,
                    labelnot equal(I3,I1) ) .
```

Ein Supplier ist verpflichtet (Obl) Bücher anzubieten (offer), ein Demander darf (Per) Angebote (offer(product(x)) annehmen (accept). Ein Medium ist -wie in Rolle Shop- beschrieben, aus einem Supplier und genau zwei Demandern zusammengesetzt, wobei die Identität der Suppliers und des Demanders paarweise verschieden sein müssen. Ein

LDS beschreibt in Formel „Shop“, wie ein Shop konfiguriert sein muss. Dazu gehört, dass die Demander den Supplier kennen müssen, d.h. seine Identität kennen und wissen, dass er die Rolle eines Suppliers spielt.

Das Kanalsystem wird hier durch eine einfach binäre Relation connect definiert.

```
sort Channel .
subsort Channel < Formula .
op connect : Label Label -> Channel .
```

Für die Modellierung der Protokolle wird zum Teil eine ausführbare Maude-Spezifikation gewählt.

```
vars A A1 A2 A3 : Label .
var P : Product .
vars O C : Label .
vars X1 X2 X3 X4 X5 X6 : Formulaset .
vars Y : DeclarativeUnits .

rl [contracting] :
  ( O : Shop(A1,A2,I3) X1 ) ,
  (A1 : offer(P) X2 ) ,
  (A2 : accept(offer(P)) X3 ) ,
  (C : connect(A1,A2) X4) , Y ;
  tt )
=> ( ( O : Shop(A1,A2,I3) contract(A1 sells A2 the P) X1 ) ,
  (A1 : contract(A1 sells A2 the P) X2 ) ,
  (A2 : contract(A1 sells A2 the P) X3 ) ,
  (C : connect(A1,A2) X4) , Y ;
  tt ) .

rl [delivery-payment] :
  ( O : Shop(A1,A2,I3) contract(A1 sells A2 the P) X1 ) ,
  (A1 : (send P to A2) contract(A1 sells A2 the P) X2 ) ,
  (A2 : (pay (price(P)) to A1) contract(A1 sells A2 the P) X3 ) ,
  (C : connect(A1,A2) X4 ) , Y ;
  tt )
=> ( ( O : Shop(A1,A2,I3) X1 ) ,
  (A1 : tt X2 ) ,
  (A2 : P X3 ) ,
  (C : connect(A1,A2) X4 ) , Y ;
  tt ) .

rl [ready to deliver] :
  (A1 : (contract(A1 sells A2 the P)) X1)
=> (A1 : (send P to A2), (contract(A1 sells A2 the P)) X1) .

rl [ready to send] :
  (A2 : (contract(A1 sells A2 the P)) X2)
=> (A2 : (pay (price(P)) to A1) (contract(A1 sells A2 the P)) X2) .
```

Die erste Regel mit Name „contracting“ beschreibt, wie ein Angebot und eine Annahme eines Angebotes zusammenwirken, so dass ein Kontrakt entsteht. Voraussetzung ist, dass Angebot und Angebotsannahme mit der Shopstruktur übereinstimmt, d.h. dass der

Supplier das Angebot macht, während der Demander das Angebot annimmt, und dass die Agenten, die die Rolle des Suppliers und des Demanders spielen auch tatsächlich verbunden sind – modelliert durch das Prädikat connect im Kanalsystem. Der Kontrakt wird in der Organisation abgelegt, beiden Agenten kennen ihn ebenfalls.

Die zweite Regel „delivery-payment“ modelliert wie delivery (send P to A2) und payment (pay (price(P)) to A1) zusammenwirken, um einen Vertrag abzuarbeiten. Der Vertrag (contract) wird durch den Austausch dieser Nachrichten aufgehoben, d.h. aus der Organisation und dem Wissen der Agenten entfernt.

Die Regeln „ready to deliver“ und „ready to send“ beschreiben, dass aus einem Kontrakt die Bereitschaft entstehen kann, entweder zu zahlen oder die Ware auszuliefern. Die letzte Regel fordert eine Invarianteneigenschaft für die Shop-Formeln. Wenn für einen Zustand s des Agenten-Kanalsystems die Shop-Eigenschaft gilt, dann gilt sie auch in allen Zuständen, die von s aus erreichbar sind.

$$\text{Mod}(\text{Th}_M), s \models \text{Shop}(I1, I2, I3) \text{ und } s \rightarrow t$$

impliziert

$$\text{Mod}(\text{Th}_M), t \models \text{Shop}(I1, I2, I3) \text{ für alle } I1, I2, I3$$

Für die Modellierung der abstrakten Eigenschaften der Protokolle sei auf vorhergehende Kapitel verwiesen, in denen sich einzelne Regeln finden.

Der Ausschnitt einer Spezifikation wurde mithilfe des Maude-Systems {Clavel, Durán, et al. 1999 ID: 666} realisiert. Die Spezifikation ist vergleichsweise abstrakt und tw. ausführbar. In diesem Fall wird die Logik, die gemeinsame Theorie und die Art und Weise, wie die Regeln, die die für alle verfügbare Information darstellen, mit den Fakten, die ein spezielles Medium bezeichnen zusammenhängen.

Die Spezifikation, bzw. der Ausschnitt ist als Modul ein Beispiel für eine Realisierung eines Mediums mit einem explizit modellierten Kanalsystem. Die Fakten und Regeln können aber auch entsprechend dem Medienbeschreibungsschema in Datenbankstrukturen verteilt werden, so dass die Agenten dann über die Zeit kommunizieren können.

8 Verwandte Arbeiten

Das Konzept des Agenten bzw. Multi-Agentensystems wird als Organisationsform der Informationsverarbeitung in offenen, verteilten Systemen vorgeschlagen [2, 18, 19, 21, 43, 48, 50, 50].

Die Informatik hat zur Modellierung z.B. die BDI-Architektur [19, 43] von Agenten, als Agentenkommunikationssprache KQML [9] entwickelt. Java eröffnet neue Möglichkeiten mobile Agenten mit mobilem Code zu implementieren. Die entsprechenden Organisationsstrukturen für solche Agenten etabliert z.B. [26].

Konzepte der Modellierung, der Strukturierung können von teilweise von objekt-orientierten Sprachen für verteilte Systemen wie z.B. [1,27,38,46] übernommen werden. Für die Modellierung der Verteilung über den Raum verwenden Agentensysteme [43], genau wie Logik oder Constraint basierte Modellierungen [44] Mengen oder Multimengen (Bags).

Für die Modellierung des Verhaltens mobiler Agenten und des Rasonnierens über solche Kanalsysteme und Agenten, können z.B. der □-Kalkül [40,41,49], der □-Kalkül [25,41,62] verwendet werden. [7,42,63,64] verwenden deontische Logik zur Modellierung des Verhaltens von Agenten. Die Abstraktion vom Zustand und vom Wissen zur Beobachtung oder Verhalten eines Agenten können coalgebraische Techniken leisten [17,47].

Für die Modellierung von Web-Informationssysteme oder auch agenten-basierter Modellierung werden häufig semi-formalen graphischen Notationen wie die Unified Modeling Language verwendet [4,16,24,34]. Viele Aspekte, wie z.B. die Organisation sind in diesen Modellierungen implizit und die Semantik der Diagramme ist tw. nicht definiert. Die Kombination solch graphischer Notationen mit formalen Methoden wie in [3,16,45,65] kann den hier vorgestellten Ansatz ergänzen.

In der Informatik werden in Multi-Agentensystemen häufig Koordination und Kommunikation betrachtet. Die Komponente „Organisation“ fehlt in solchen Modellierungen. Dagegen werden wie z.B. in [21,48] Organisationen als Gemeinschaften von Agenten modelliert bzw. durch Agenten unterstützt. Um jedoch „Gemeinschaft“ zu rekonstruieren, müssen auch implizite und „softe“ Aspekte von Gemeinschaften modelliert werden, wie in aufgezeigt wird. [28,58-60,63]. Ebenso ist eine adäquate Repräsentation von Wissen notwendig. Beispiele für die Modellierung und Formalisierung von „Wissensdomänen“, speziell der Domäne Musik mit Methoden der Kategorientheorie sind [36,37]. [14,15,54,55] wenden den Q-Kalkül zur Wissensorganisation an.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Die neuen Medien verlangen nach neuen Methoden der Gestaltung. Im Rahmen des vorliegenden Papiers stehen dabei nicht, wie sonst häufig mit Medien assoziiert, Multi-Media und Geräte im Vordergrund, sondern die Modellierung und Strukturierung von Information in einer Gestalt als Informationsobjekte in einem Raum von Agenten. Das vorliegende Papier stellt dazu Modelle und Konzepte der Formalisierung und Strukturierung vor.

Diese neuen Medien sind Räume, die künstliche Agenten und Menschen gleichermaßen betreten sollen. Die „reale Welt“ muss dazu in einer möglichst

umfassenden Art und Weise rekonstruiert und formalisiert werden, so dass beide, künstliche Agenten und Menschen diese neuen Strukturen verstehen und auch Menschen in die Lage versetzt werden, mit „ihren“ Agenten zu kommunizieren. Diese neuen Medien haben das Potential in der Gestalt, wie sie im vorliegenden Papier entwickelt wird, die Ökonomie und die Gesellschaft noch stärker zu verändern, als dies heutige Plattformen vermögen [13,31,51,52,61].

10 Danksagungen

Die Autoren bedanken sich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des mcm institute und den Partnern im Projekt Abdra für Diskussionen und Anregungen sowie bei der Bertelsmann und der Heinz-Nixdorf Stiftung für die Unterstützung beim Aufbau des Institutes.

Martina Klose und Ulrike Lechner danken dem Schweizerischen Nationalfonds für die Förderung im Rahmen des Projektes Abdra und durch Schaffung einer Nachwuchsdozentenstelle.

Literatur

- [1] G. Agha, An Overview of Actor Languages *ACM SIGPLAN Notices*, vol. 21, pp. 58-67, 1986.
- [2] W. Brauer. Distributed Action Systems. In: *Logic and Algebra of Specification*, eds. F.L. Bauer, W. Brauer, and H. Schwichtenberg. Springer Verlag, 1993. pp. 1-30.
- [3] R. Breu. *Algebraic Specification Techniques in Object-Oriented Programming Environments*, Springer-Verlag, 1991.
- [4] R. Breu, U. Hinkel, C. Hofman, C. Klein, B. Paech, B. Rumpe, and V. Thurner. Towards a Formalization of the Unified Modeling Language. In: *ECOOP'97 - Object-Oriented Programming*, eds. M. Aksit and S. Matsuoka. Springer-Verlag, 1997. pp. 344-366.
- [5] M. Cerioli and J. Meseguer, May I Borrow Your Logic? (Transporting Logical Structures along Maps) *Theoretical Computer Science*, vol. 28, pp. 311-347, 1997.
- [6] M. Clavel, F. Durán, S. Eker, Lincoln P., N. Martí-Oliet, J. Meseguer, and J. Quesada, The Maude System rel. 1999.
- [7] F. Dignum. FBLC: From messages to protocols. In: *Proc. of the Workshop on Formal Models of Electronic Commerce (FMEC)*, eds. Y.-H. Tan and W. Thoen. Rotterdam School of Management, Erasmus University Rotterdam, 1999.
- [8] J.L. Fiadeiro and T. Maibaum. Modal object calculi. In: *Proc. of the ECOOP'96 workshop on Proof Theory of Concurrent Object-Oriented Programming*, eds. J.-P. Bahsoun, J.L. Fiadeiro, D. Galmiche, and A. Yonezawa. 1996.
- [9] T. Finin, J. Weber, C. Beck, G. Wiederhold, M. Genesereth, R. Fritzson, D. McKay, J. McGuire, R. Pelavin, and S. Shapiro. *Specification of the KQML Agent-Communication Language*, 1994.
- [10] B.S. Firozabadi and M. Sergot. Power and Permission in Security Systems. In: *Proc. of the Workshop on Formal Models of Electronic Commerce (FMEC)*, eds. Y.-H. Tan and W. Thoen. Rotterdam School of Management, Erasmus University Rotterdam, 1999.
- [11] D.M. Gabbay. What is a logical system? In: *What is a Logical System?*, ed. D.M. Gabbay. Oxford Science Publication, 1994. pp. 179-216.
- [12] D.M. Gabbay. *Labelled Deductive Systems*, Oxford University Press, 1996.
- [13] J. Hagel III and A. Armstrong, Net Gain: Expanding markets through virtual communities *Harvard Business School Press*, vol. 1997, 1997.

-
- [14] S. Handschuh, U. Lechner, D.-M. Lincke, B.F. Schmid, P. Schubert, D. Selz, and K. Stanoevska-Slabeva. The NetAcademy - A New Concept for Online Publishing and Knowledge Management. In: *Services and Visualization, Towards User-Friendly Design, Int. Workshop on Advanced Communication Services (ACoS'98)*, eds. T. Margaria, R. Rückert, and J. Posegga. Springer-Verlag, 1998. pp. 29-43.
- [15] S. Handschuh, B.F. Schmid, and K. Stanoevska-Slabeva. The Concept of a Mediating Electronic Product Catalog *International Journal of Electronic Markets*, vol. 7, pp. 32-36, 1999.
- [16] H. Hussmann. *Formal Foundations for Software Engineering Methods*, Springer Verlag, 1997.
- [17] B. Jacobs. *Objects and classes, co-algebraically*, Kluwer, 1996. pp. 83-103.
- [18] N.R. Jennings, K. Sycara, and M.J. Wooldridge. A Roadmap of Agent Research and Development *Int. Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, vol. 1, pp. 7-38, 1998.
- [19] N.R. Jennings and M.J. Wooldridge. Intelligent Agents: Theory and Practice *The Knowledge Engineering Review*, vol. 10, pp. 115-152, 1995.
- [20] A.J.I. Jones and B.S. Firozabadi. On the Characterisation of a Trusting Agent - Aspects of a Formal Approach. In: *Proc. of the Workshop on Formal Models of Electronic Commerce (FMEC)*, eds. Y.-H. Tan and W. Thoen. Rotterdam School of Management, Erasmus University Rotterdam, 1999.
- [21] St. Kirn. Organizational Intelligence and Distributed AI. In: *Theoretical Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, eds. N. Jennings and G. O'Hare. John Wiley & Sons, 1996. pp. 505-526.
- [22] M. Klose and U. Lechner. Design of Business Media - An Integrated Model of Electronic Commerce. In: *Americas Conference on Information Systems (AMICS 99)*, 1999.
- [23] M. Klose, U. Lechner, and B.F. Schmid. Media - A Formal Model of Communities and Platforms. In: *Proc. of the Workshop on Formal Models of Electronic Commerce (FMEC)*, eds. Y.-H. Tan and W. Thoen. Rotterdam School of Management, Erasmus University Rotterdam, 1999.
- [24] N. Koch. Towards a Methodology for Adaptive Hypermedia Systems Development. In: *Proceedings ABIS-98: Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Softwaresystemen*, eds. U. Timm and M. Rössel. 1998.
- [25] D. Kozen, Results on the Propositional mu-calculus *Theoretical Computer Science*, vol. 27, pp. 333-354, 1983.

-
- [26] N. Krivokapic. Synchronization in a Distributed Object System. In: *Proc. of Datenbanksysteme in Büro, Technik u. Wissenschaft*, eds. K.R. Dittrich and A. Geppert. Springer Verlag, 1997.pp. 332-341.
- [27] U. Lechner. *Object-Oriented Specification of Distributed Systems*, University of Passau, 1997.
- [28] U. Lechner, B.F. Schmid, P. Schubert, M. Klose, and O. Miler. Ein Referenzmodell für Gemeinschaften und Medien - Case Study Amazon.com. In: *Gemeinschaften in Neuen Medien (GeNeMe99)*, To app, 1999.
- [29] U. Lechner, B.F. Schmid, P. Schubert, and H.-D. Zimmermann. Die Bedeutung von Business Communities für das Management der neuen Geschäftsmedien. In: *Gemeinschaften in Neuen Medien (GeNeMe 98)*, eds. M. Englien and K. Bender. 1998.pp. 203-219.
- [30] P. Maes, A. Chavez, D. Dreilinger, and R. Guttman. A Real-Life Experiment in Creating an Agent Marketplace. In: *Software Agents and Soft Computing, Towards Enhancing Machine Intelligence*, eds. H.S. Nwana and N. Azarmi. Springer Verlag, 1996.
- [31] P. Maes, R. Guttman, and A.G. Moukas, Agents that Buy and Sell: Transforming Commerce as we Know It *Communications of the ACM*, vol. March, 1999.
- [32] P. Maes and B. Schneiderman, Direct Manipulation vs. Interface Agents: a Debate *Interactions*, vol. 4, 1997.
- [33] T. Maibaum. Temporal Reasoning over Deontic Specifications. In: *Deontic Logic in Computer Science: Normative System Specification*, eds. J.-J.Ch. Meyer and R.J. Wieringa. Wiley, 1993.pp. 141-202.
- [34] L. Mandel, N. Koch, and C. Maier, Extending UML to Model Hypermedia and Distributed Systems 1999.
- [35] N. Marti-Oliet and J. Meseguer. General logics and logical frameworks. In: *What is a logical system?*, ed. D.M. Gabbay. Oxford University Press, 1994.
- [36] G. Mazzola. Towards Big Science: Geometric Logic of Music and its Technology. In: *Symposiumsband zur Klangart*, ed. B. Enders. Schott, 1995.
- [37] G. Mazzola, music@encyclospace 1997. Klangart.
- [38] J. Meseguer, Conditional Rewriting as a unified model of concurrency *Theoretical Computer Science*, vol. 96, pp. 73-155, 1992.
- [39] J.-J.Ch. Meyer and R.J. Wieringa. Deontic Logic: A Concise Overview. In: *Deontic Logic in Computer Science: Normative System Specification*, eds. J.-J.Ch. Meyer and R.J. Wieringa. Wiley, 1993.pp. 3-16.
- [40] R. Milner, J. Parrow, and D. Walker, A Calculus of Mobile Processes, Parts I and II *Information and Computation*, vol. 100, pp. 1-40, 1992.

-
- [41] R. Milner, J. Parrow, and D. Walker, Modal logics for Mobile Processes *Theoretical Computer Science*, vol. 25, pp. 267-310, 1993.
- [42] S.A. Moore. Dynamic conversation structures. In: *Proc. of the Workshop on Formal Models of Electronic Commerce (FMEC)*, eds. Y.-H. Tan and W. Thoen. Rotterdam School of Management, Erasmus University Rotterdam, 1999.
- [43] J.P. Müller. *The Design of Intelligent Agents - A Layered Approach*, Springer Verlag, 1996.
- [44] T. Müller, J. Würtz, K. Popow, and C. Schulte, Constraint Programming in Oz. 1994. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI).
- [45] F. Nickl and M. Wirsing. A Formal Approach to Requirements Engineering. In: *Formal Methods in Programming and their Applications*, eds. D. Björner and M. Broy. Springer Verlag, 1993. pp. 312-334.
- [46] O. Nierstrasz. A Tour of Hybrid - A Language for Programming with Active Objects. In: *Advances in Object-Oriented Software Engineering*, eds. D. Mandrioli and B. Meyer. Prentice Hall, 1992. pp. 167-182.
- [47] H. Reichel, An approach to object semantics based on terminal co-algebras *Mathematical Structures in Computer Science*, vol. 5, pp. 129-152, 1995.
- [48] R. Riedl and S. Takashi. Management of Information Markets with Mobile Software Agents. 1999.
- [49] D. Sangiorgi. From pi-calculus to Higher-Order pi-calculus - and back. In: *Proc. Theory and Practice of Software Development (TAPSOFT'93)*, ed. M.C. Gaudel. Springer-Verlag, 1993. pp. 151-166.
- [50] B.F. Schmid. The Concept of Media. In: *Workshop on Electronic Markets*, ed. R.W.H. Bons. 1997.
- [51] B.F. Schmid. Zur Entfaltung der Macht des Kalküls in der Wirtschaft und BWL. In: *Perspektiven einer integrierten Managementlehre - Forschungsgespräche zur 100-Jahr Feier der Universität St. Gallen*, eds. P. Gomez, G. Müller-Stewens, and J. Rüegg-Stürm. Haupt Verlag, 1998.
- [52] B.F. Schmid. Elektronische Märkte - Merkmale, Organisation und Potentiale. In: *Handbuch Electronic Commerce*, eds. A. Hermanns and M. Sauter. Vahlen Verlag, 1999.
- [53] B.F. Schmid. *Wissensmedien*, Gabler-Verlag, 1999.
- [54] B.F. Schmid, G. Geyer, W. Wolff, K. Stanoevska-Slabeva, and R. Schmid, Representation and automatic evaluation of empirical, especially quantitative knowledge. Final Report of the Swiss National Science Foundation Project No. 5003-034372, Mar, 1996.

-
- [55] B.F. Schmid, C. Kuhn, and G. Geyer. An Electronic Product Catalog for Distributed Environments. In: *ENTER 96: Proc. of the Int. Conf. on Information and Communication Technologies in Tourism*, Springer Verlag, 1996.
- [56] B.F. Schmid and M.A. Lindemann. Elements of a Reference Model for Electronic Markets. In: *Proc. of the 31. Hawaii Int. Conf. on Systems Science (HICSS'98)*, ed. E. Sprague. 1998. pp. 193-201.
- [57] B.F. Schmid and H.-D. Zimmermann. Business Media: A new Perspective on Creating Value in the Information Age. In: *Proceedings of ITS 1998 - 12th biennial conference of the International Telecommunications Society*, 1998.
- [58] P. Schubert, *Virtuelle Transaktionsgemeinschaften im Electronic Commerce*. 1999. Universität St. Gallen, Josef Eul Verlag. Ph.D.
- [59] P. Schubert and D.-M. Lincke. Product Knowledge Medium: Integration einer Virtuellen Transaktionsgemeinschaft in den Elektronischen Produktkatalog. In: *Wissensmedien. Konzept und Schritte zu ihrer Realisierung*, ed. B.F. Schmid. Gabler Verlag, 1999.
- [60] P. Schubert and M. Ginsburg. Virtual Communities of Transaction: The Role of Personalization in Electronic Commerce. In: *Proceedings of the 12th International Bled Electronic Commerce Conference.*, 1999.
- [61] C. Shapiro and H. Varian. *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School, 1999.
- [62] C. Stirling. Modal and Temporal Logics for Processes. In: *Handbook of Logic in Computer Science*, eds. S. Abramsky, D.M. Gabbay, and T. Maibaum. 1992. pp. 477-563.
- [63] Y.-H. Tan and W. Thoen. Formalizing Trade Procedures to Analyse Trust in Electronic Commerce. In: *Proc. of the Workshop on Formal Models of Electronic Commerce (FMEC)*, eds. Y.-H. Tan and W. Thoen. Rotterdam School of Management, Erasmus University Rotterdam, 1999.
- [64] H. Weigand. Formal Models of Negotiation. In: *Proc. of the Workshop on Formal Models of Electronic Commerce (FMEC)*, eds. Y.-H. Tan and W. Thoen. Rotterdam School of Management, Erasmus University Rotterdam, 1999.
- [65] M. Wirsing and A. Knapp, A Formal Approach to Object-Oriented Software Engineering *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, vol. 4, pp. 321-359, 1996.
- [66] M. Wirsing, F. Nickl, and U. Lechner. Concurrent Object-Oriented Design Specification in Spectrum. In: *MeDiCis'94: Methodology for the Development of Computer System Specifications*, Working Notes of a Workshop held in the Chateau de Namur 1994, ed. P.-Y. Schobbens. 1994. pp. 163-179.

