

Koordinationsmodelle für Computerunterstützte Gruppenarbeit

Jürgen Dittrich
GMD-FOKUS, Berlin

Zusammenfassung

Dieses Papier gibt eine Übersicht über die Arten und Merkmale von computerunterstützter Gruppenarbeit (CSCW), sowie deren Koordination. Besonders für den Entwurf und die Benutzung von CSCW Systemen ist es erforderlich, daß sowohl Entwickler als auch Endbenutzer ein einheitliches Verständnis über die Art und Funktionsweise der Koordination erhalten. Koordination wird betrachtet als die Kontrolle von wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Aktionen, die von Gruppenteilnehmern ausgeführt werden, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Modelle und Prinzipien zur Beschreibung von Gruppenkoordination werden erläutert und abschließend, um deren wesentlichen Merkmale miteinander zu vergleichen, in den Modellrahmen von offener, verteilter Verarbeitung (ODP) eingeordnet.

1 Einleitung

Gruppenarbeit ist das Zusammenwirken von Gruppenteilnehmern (menschliche oder maschinelle), um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Dieses Zusammenwirken findet jedoch nicht unwillkürlich statt, vielmehr ist hierzu die Koordination der jeweiligen Einzelaktionen der beteiligten Gruppenteilnehmer erforderlich.

Erst durch Koordination wird aus den einzelnen Teilnehmeraktionen eine sinnvolle Gruppenaktivität. Somit ist Koordination und das Verständnis für deren Funktionsweise entscheidend für die Effizienz der Gruppenaktivität bzw. für das Erreichen des Gruppenzieles.

Dieses Verständnis wird u.a. dadurch hergestellt, indem die zugrunde liegenden Koordinationsmodelle offengelegt werden. Somit erhalten sowohl der Entwickler (Designer) als auch die Endbenutzer ein einheitliches Verständnis der Funktionsweise bzw. des Ablaufs des Gruppenunterstützungssystems.

Nachdem ich die Prinzipien und Grundlagen von Gruppenarbeit und deren Koordination (Abschnitt 2) dargestellt habe, wird eine Übersicht über die Modellierung von Gruppenkoordination gegeben. Die Modellierung von Koordination wird einerseits als Managementfunktionalität (Abschnitt 3), andererseits als Büroumgebungsmodellierung (Abschnitt 4) betrachtet. Zum Abschluß werden diese Modellierungen der Koordination von Gruppenarbeit in den Modellrahmen von offener, verteilter Verarbeitung (open distributed processing, ODP) eingeordnet und somit Zusammenhänge der Modellierungen untereinander aufgezeigt (Abschnitt 5).

2 Prinzipien von Gruppenarbeit und Koordination

Im folgenden werden die Eigenschaften von Gruppenarbeit durch ein mehrdimensionales Schema erläutert. Des weiteren werden die Merkmale und Grundlagen ihrer Koordination aufgezeigt.

2.1 Eigenschaften von Gruppenarbeit

Die einzelnen Aktivitäten der Gruppenteilnehmer sind auf verschiedenste Weise voneinander getrennt. JOHANSEN beschreibt ein einfaches Zeit-Raum Koordinatensystem (Abb. 1) [6], welches sich aber auch um weitere Dimensionen, wie z.B. der Anzahl der Gruppenteilnehmer ergänzen läßt [17].

Für die Koordination von CSCW Systemen spielen andere Dimensionen, abstrakte Dimensionen genannt, eine ebenfalls wichtige Rolle. Die abstrakten Dimensionen werden durch die wechselseitigen Abhängigkeiten der Einzelaktivitäten der Gruppenteilnehmer zueinander in Abb. 1 dargestellt. Diese zeigen sich z.B. durch Zugriffsbeschränkungen (-operationen) auf gemeinsam benutzte Betriebsmittel (*shared data*) oder einzuhaltenden Reihenfolgen von zu bearbeitenden Operationen (Abb. 1).

Die Überbrückung dieser Dimensionen ermöglicht erst, daß aus den Einzelaktionen der Gruppenteilnehmer eine Gruppenaktivität wird. Entsprechende Kommunikationstechniken ermöglichen die Überbrückung in den physikalischen Dimensionen während Koordinationstechniken hauptsächlich die Vermittlung in den abstrakten Dimensionen zur Aufgabe haben.

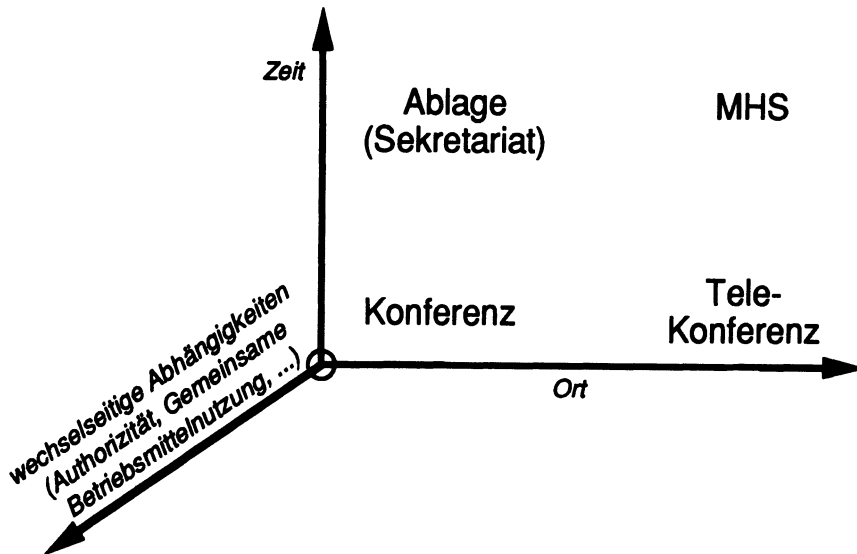


Abb. 1: Dimensionen von Gruppenarbeit

Solange keine wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Einzelaktionen bestehen, bedarf es auch keiner Koordination. Dies entspricht dem Konzept der Autonomie bzw. der Kooperation der einzelnen Gruppenteilnehmer gegen- bzw. miteinander.

2.2 Eigenschaften von Koordination

Unter Berücksichtigung der o.g. Merkmale von Gruppenarbeit definieren wir, analog zu MALONE[9], Koordination folgendermaßen:

Koordination ist das Kontrollieren oder Handhaben von wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen Aktionen, die von Gruppenteilnehmern ausgeführt werden, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen.¹

Beispiele für wechselseitige Abhängigkeiten zur Ausführung von den jeweiligen Einzelaktionen sind in folgender Tabelle aufgeführt:

¹ Im Original [MALONE90] ist die Formulierung folgendermaßen: "the act of managing interdependencies between activities performed to achieve a goal".

Wechselseitige Abhängigkeit	Koordinierungsprozeß
Vorherbedingung	Reihenfolge ordnen/herstellen
Gemeinsam benutztes Betriebsmittel	Betriebsmittelzuordnung/ -zuweisung
Simultanität	Synchronisation
Autorisation	Zugriffskontrolle

Tab. 1: Verschiedene Arten der wechselseitigen Abhängigkeiten

Prinzipiell kann bei der Ausführung der Koordination zwischen sogenannten *technischen* und *sozialen* Protokollen unterschieden werden.

In einem objekt-orientierten Ansatz kann die Koordination von den verschiedenen, an den Einzelaktionen beteiligten Instanzen auf drei verschiedene Arten vorgenommen werden (Abb. 2). Im ersten Fall wird die Koordination von dem Gruppenunterstützungssystem bzw. dem Betriebsmittel (Abb. 2, links oben) und im zweiten Fall von den Benutzern des Betriebsmittels übernommen (Abb. 2, rechts oben). Grundsätzlich ist es aber auch möglich, daß eine dritte (maschinelle oder menschliche) Instanz, Koordinationsobjekt genannt, die Koordination ausführt (Abb. 2, Mitte unten).

Die Vorteile von sozialen Protokollen liegen in der höheren Flexibilität bzgl. sich ändernden Situationen sowie der Herstellung von (sozialen) Arbeitskontexten (wer macht gerade was). Allerdings versagen soziale Protokolle in Situationen, in denen physikalische Randbedingungen und Komplexität (Umfang) der Gruppenaktivität den Aufbau von eben diesen Kontexten unterbinden. Dies ist beispielsweise der Fall beim räumlich und zeitlich entfernten Bearbeiten von Dokumenten ohne Sichtkontakt.

In dieser Situation sind technische Protokolle von Vorteil, die sowohl durch ihre Klarheit als auch durch geeignete Koordinationmechanismen (z.B. Reservieren durch Locking) diese fehlenden Kontexte kompensieren können. Deren Nachteile liegen hauptsächlich in mangelnder Flexibilität, inadäquaten Ausnahmebehandlungsmechanismen usw.

In den folgenden zwei Abschnitten beschreibe ich Koordination als Managementfunktionalität und zudem Koordinationsmodelle, die den Entwurf von technischen Protokollen unterstützen und deren Funktionsweise darstellen.

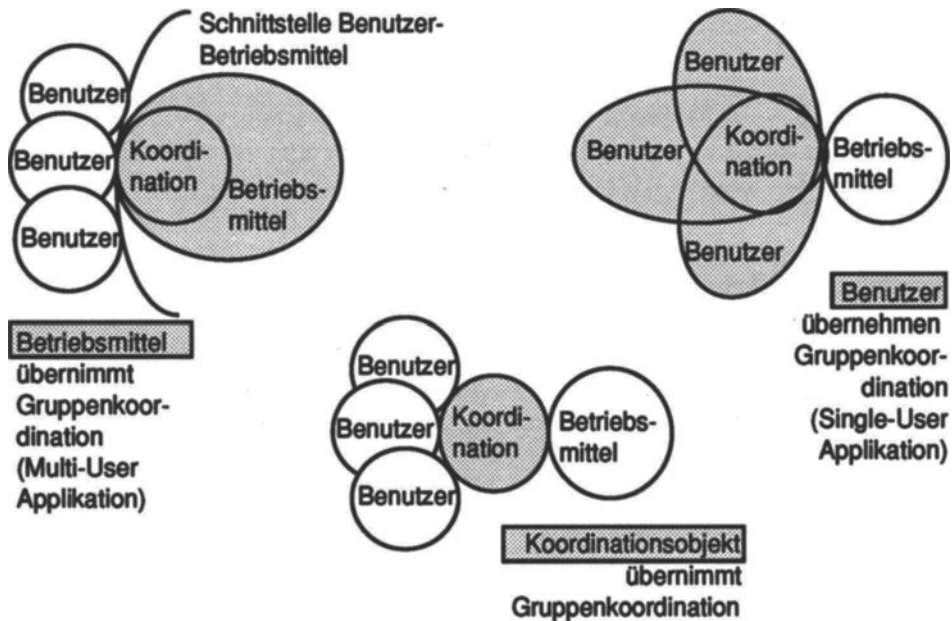


Abb. 2: Ort der Koordination

3 Koordination als Managementfunktionalität

Koordination kann unter verschiedenen Gesichtspunkten beschrieben werden. Unter anderem kann sie als Managementfunktionalität betrachtet werden. Diese Funktionen sollen die o.g. wechselseitigen Abhängigkeiten regeln und auflösen.

Die Managementfunktionen, die diese Regulationen gewährleisten, lassen sich sowohl unter *zeitlichen* als auch unter *funktionalen* Gesichtspunkten klassifizieren. Analog zum Management von Netzwerken kann Koordination grob in drei Zeitebenen eingeteilt werden [16]:

- *Operationale Kontrolle* koordiniert Aktivitäten im Zeitrahmen von Sekunden bis Minuten (Betrieb des gruppenunterstützenden Systems, Fehlerbehandlung bei Systemabsturz usw.).
- *Administration* umfaßt die Koordination von Aktivitäten im Zeitraum von einigen Minuten bis Stunden (Bereitstellen von Betriebsmitteln, Rollenzuweisung usw.).

- *Planung und Analyse* (Strategie) koordiniert die langfristigen Ziele der Gruppenaktivität im Zeitraum von Tagen bis hin zu mehreren Monaten (Festlegen von Unternehmens- und Gruppenzielen, Verbesserung der Effizienz der Gruppenaktivität nach eingehender Analyse (Feedback) usw.).

Orthogonal zu der zeitlichen Klassifikation von Koordination läßt sich diese auch funktional klassifizieren, analog zu den *Management Functional Areas*, die im Rahmen des ISO Referenzmodells entwickelt worden sind [5].

- *Fault and Error Management* - Für unvorhergesehene Situationen oder Aktionsverläufe (Fehler) sind geeignete Erkennungs- sowie Behandlungsmethoden erforderlich.
- *Configuration and Naming Management* - Planung und Instanziierung der Gruppenaktivitäten sowie der beteiligten Gruppenteilnehmer/Rollenträger.
- *Accounting Management* - Die Kostenerfassung und die Koordination darüber, wer welche Kosten verursachen darf.
- *Performance Management* - Dient dem Erfassen der Effektivität der Gruppenaktivität und fungiert somit als Feedback, beispielsweise zur Planung der Gruppenaktivität.
- *Security Management* - Die Berücksichtigung von sicherheitsrelevanten Kriterien, beispielsweise zur Ausführung bestimmter Funktionen in Abhängigkeit von der Rolle und Authentizität des Gruppenteilnehmer. Dies steht im Bezug zur Koordination der Kostenerfassung.

Unabhängig von diesen Klassifizierungen haben sich im Laufe der letzten Jahre Koordinationsmodelle entwickelt, die zum größten Teil aus den Anforderungen von Büroumgebungen heraus entstanden sind.

4 Koordinationsmodelle

Die zugrunde liegenden Koordinationsmodelle bestimmen, wie die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Einzelaktivitäten der Gruppenteilnehmer behandelt werden. Modelle für die Koordination von Gruppenarbeit lassen sich grob in die vier Klassen als formular-, vorgangs-, kommunikations- und konversationsorientierte Koordinationsmodelle einordnen [3, 14].

4.1 Formularorientierte Koordinationsmodelle

Besonders in Büroumgebungen hat die Benutzung von *Formularen* eine große Tradition. Eine gemeinsame Bearbeitung wird typischerweise als eine Art Umlauf von Formularen (Dokumenten) modelliert.

Im Mittelpunkt steht das Formular selbst, welches strukturiert ist und im System LENS [9] sogar eigene Aktivitäten initiieren kann. Der Umlauf des Formulars wird durch entsprechende Abarbeitungsregeln innerhalb der Formulare dargestellt. Solche Konstrukte werden auch "Intelligent-Mail" genannt. Systeme, die aufgrund dieser Modellsichtweise konzipiert sind, sind z.B. Electronic Circulation Folders [8] und das o.g. LENS.

Da das Formular als ganze Einheit umläuft, werden i.d.R. serielle Abläufe beschrieben, wobei jedes Formular selbst die Ablaufkontrolle beinhaltet.

4.2 Vorgangsorientierte Koordinationsmodelle

Während bei den formularorientierten Modellen die gemeinsame (Büro-) Gruppenaktivität aus der Sicht von umlaufenden Formularen gesehen wird, steht bei den vorgangsorientierten Koordinationsmodellen die Koordination der jeweils beteiligten Einzelaktivitäten zu einem *Vorgang* im Vordergrund. So wird bei DOMINO [7] zwar auch i.d.R. der Umlauf eines Formulars modelliert, jedoch wird mittels einer Vorgangnetzmodellierung (Teil-Petri-Netz) dieser zu einem Vorgang abstrahiert.

Da die Vorgänge zentral koordiniert werden, kann im Gegensatz zu den formularorientierten Koordinationsmodellen die parallele Ausführung von Gruppenaktionen unterstützt werden.

Erweiterungen, wie die Benutzung eines "Elektronischen Organisationshandbuches" unterstützen die Erstellung eines adäquaten (Petri-Netz-) Modells [10] mit dem Ziel, die Informationsflüsse korrekt und vollständig zu beschreiben.

4.3 Kommunikationsstrukturorientierte Koordinationsmodelle

Während die beiden zuerst genannten Koordinationsmodelle die gemeinsame Gruppenaktivität aus der Sicht der involvierten Informationsstrukturen bzw. der

Prozeduren (Vorgänge), die diese bearbeiten, modelliert, sind die Modelle, die die zugrunde liegenden Kommunikationsstrukturen betrachten, *rollenorientiert*.

Rollenorientierte Beschreibungen bzw. der Begriff der Rolle dienen dazu, das verschiedenartige Verhalten von "Objekten" in unterschiedlichen Bearbeitungszuständen zu klassifizieren [13].

Diese "Kommunikations-Objekte" schicken sich einander Nachrichten, auf die entsprechend der Rollendefinition mit weiterem Versenden von Nachrichten bzw. deren Bearbeitung reagiert wird. Zu den Rollendefinitionen gehören "Regeldefinitionen", die diese Interaktionsmuster zwischen den Rollenträgern (Rolleninstanzen) beschreiben [12]. Die Motivation für die Benutzung von Rollen ist u.a. die Loslösung von konkreten Aktivator-Instanzen durch eine abstraktere Aktivator-Beschreibung (Rollenbeschreibung).

4.4 Konversationsstrukturorientierte Koordinationsmodelle

Eine noch weitergehende Betrachtung der Interaktionsmuster zwischen Aktivatoren wird in den konversationsstrukturorientierten Koordinationsmodellen vollzogen. Diesen liegt die Beobachtung zugrunde, daß Aktivitäten in der Regel durch Konversationen koordiniert werden. Diese Konversationen verfolgen meist bestimmte Intentionen, welche sich nach der Sprechakttheorie kategorisieren lassen [15]. Systeme, die nach diesem Paradigma konzipiert sind, sind z.B. Coordinator [2, 3] und Chaos [1]. So wird z.B. bei Nachrichten eine Indikation über die Intention der Nachricht und somit eine mögliche Breite von Reaktionen beschrieben (Verpflichtung, Anfrage etc.).

4.5 Abschließende Betrachtung von Koordinationsmodellen

Allen Koordinationsmodellklassen ist gemeinsam, daß sie eine Relation zwischen den ausführenden Teilnehmern und der auszuführenden Funktion (Operation) definieren. Diese Relation bestimmt Aktionstupel, die sich in Form von Produktionsregeln notieren lassen:

Koordinationsregeln: Vorbedingung -> Ausführender X Funktion

Die Relation wird durch die rechten Regelseiten deklariert, die Bedingungen für diese durch die linken Regelseiten formuliert. Durch die linken Seiten werden die Reihenfolgen der Aktionstupel bestimmt.

Während die kommunikationsstrukturorientierten Modelle die Aktionstupel aus dem Verhalten der *ausführenden Teilnehmer* bestimmen, werden diese bei den formularorientierten Koordinationsmodellen aus der Sicht der verwendeten Funktionsparameter beschrieben. Die vorgangsorientierten Modelle unterscheiden sich von den formularorientierten nur im technischen Bereich, und zwar dadurch, daß sie die Ablaufkontrolle zentral realisieren, während in dem formularorientierten Ansatz eine dezentrale Kontrolle bevorzugt verwendet wird. Die konversationsstrukturorientierten Koordinationsmodelle hingegen klassifizieren die Arten von Aktionstupeln durch sogenannte Reaktionsmuster und kodieren in die Vorbedingungen als auch in die Ergebnisparameter der Koordinationsregeln die Intentionen der Einzelaktionen hinein.

5 Diskussion und Ausblick

Offensichtlich existieren Überlappungen zwischen den verschiedenen Typklassen bzw. Koordinationskategorien. Insgesamt lassen sich die Modelltypklassen analog zu [11] in einem Spektrum zwischen einer technologieorientierten Sicht (*technology view*) und einer "gesamtzielorientierten Sicht" (*enterprise view*) einordnen (Abb. 3).

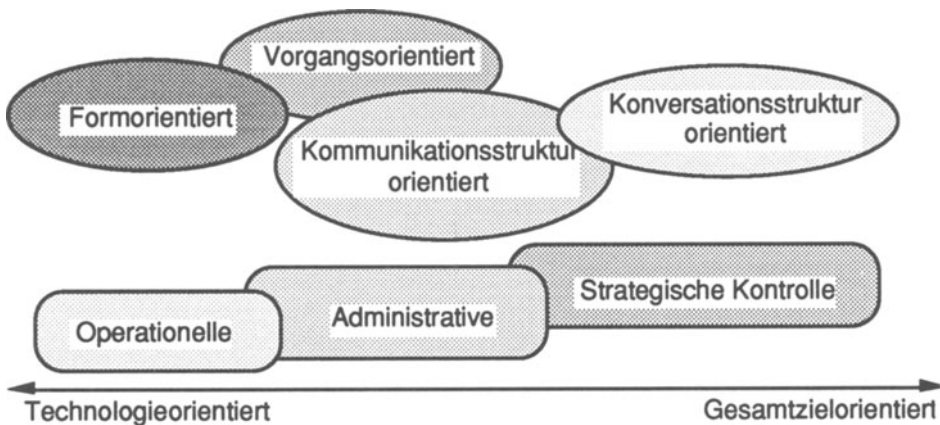


Abb. 3: Koordinationsmodellspektrum

In Abb. 3 sind die jeweiligen Klassifizierungen (z.B. strategische Kontrolle) der Koordination *schwerpunktartig* und nicht absolut in bezug auf ihre Orientierung gruppiert. So wird die strategische Kontrolle zwar auch geeignete Technologie zur Verfügung gestellt bekommen, ihre Hauptaufgabe jedoch auf das Gesamtgruppenziel hin orientiert sein.

Die meisten der o.g. Koordinationsmodelle betrachten Realzeitbedingungen i.d.R. nicht. D.h. synchrone Gruppenaktivitäten wie Meetings werden, falls überhaupt, als Teilaktion modelliert. Benötigt wird hingegen ein integrierter Ansatz, in dem sich alle zu koordinierenden Faktoren widerspiegeln.

Danksagung

Ich möchte allen Kollegen der GMD-FOKUS danken, die mir in jeweiligen Diskussionen wertvolle Hinweise und Ratschläge gegeben haben. Ferner bedanke ich mich bei Klaus Süllow und Miroslav Vodslon für die Durchsicht dieses Papiers.

Literatur

- [1] F. de Condio, G. de Michelis, C. Simone, R. Vasallo, A.M. Zababoni: CHAOS as Coordination Technology, CSCW86, Austin, Texas, December 1986.
- [2] The Coordinator, Reference and Workbook & Tutorial Manual, Action Technologies, 1987.
- [3] C.A. Ellis, S. Gibbs, G. Rein, Groupware: Some Issues and Experiences, CACM, 14 (1991), pp. 38-58.
- [4] F. Flores, M. Graves, B. Hartfield, T. Winograd: Computer systems and the design of organisational interaction, ACM TOOLS, 6, 2, pp. 153-172, April 1988.
- [5] Information Processing Systems-Open Systems Interconnection - Basic Reference Model - Part 4: Management Framework, ISO IS 7498-4, 1988.
- [6] Johansen, R.: Leading Business Teams, Addison-Wesley, Reading, Mass. (to be published 1991) or Project Report from Institute for the Future and Graphic Guides, Inc., 1989.
- [7] G. Woetzel, Th. Kreifelts: Die Systemarchitektur des Vorgangssystems DOMINO-W, WISDOM-Verbundprojekt, November 1985.
- [8] B. Karbe, N. Ramsperger, P. Weiss: Support of cooperative work by electronic circulation folders, Proceedings of the Conference on Office Information Systems (Cambridge, Mass., April 25-27), ACM, New York, pp. 109-117, 1990.

- [9] T. Malone, K. Crowston: What is coordination theory and how can it help design cooperative work systems?, Proceedings of the Third Conference on Computer-Supported Work, pp. 357-370, Los Angeles, CA., October 1990.
- [10] F. von Martial, F. Victor: Das Elektronische Organisationshandbuch: Anforderungen und Spezifikation, WISDOM-Verbundprojekt, Juni 1987.
- [11] Open Distributed Processing - Part 2: Descriptive Model, Working Document, ISO/IEC JTC1/SC21/WG7 N315, 1990.
- [12] U. Pankoke-Babatz (ed.): Computer Based Group Communication - The AMIGO activity model, Ellis Horwood, 1989.
- [13] B. Pernici: Objects with Roles, Proceedings of the Conference on Office Information Systems (Cambridge, Mass., April 25-27), ACM, New York, pp. 205-215, 1990.
- [14] W. Prinz: Survey of Group Communication Models and Systems, in Computer Based Group Communication - Amigo Activity Model, U. Pankoke-Babatz ed., Ellis Horwood Limited, New York, 1989.
- [15] J.R. Searle: Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language, Cambridge University Press, 1969.
- [16] Terplan: Communication Networks Management, Prentice-Hall, 1987.
- [17] Kazuo Watabe et. al.: Distributed Multiparty Desktop Conferencing System: MERMAID, Proceedings of the Third Conference on Computer-Supported Work, pp. 27-38, Los Angeles, CA., October 1990.

Jürgen Dittrich
GMD-FOKUS
Hardenbergplatz 2
D-1000 Berlin 12

j.dittrich@fokus.berlin.gmd.dbp.de