

Modellierung und Petrinetze

Reflexive Selbstorganisation in Multiagentensystemen

Michael Köhler

Department für Informatik
Universität Hamburg

29. Oktober 2007

Untertitel: *Formale Spezifikation reflexiver Selbstorganisation in Multiagentensystemen*

- Modellierung
- Petrinetze
- Formale Spezifikation
- Reflexivität
- Selbstorganisation
- Multiagentensystemen

Organisationsübergreifende Software-Landschaften:

- Verteilung: Kommunikation
- Heterogenität: Ontologien
- Kooperation: Teams, virtuelle Organisationen
- Konkurrenz: Märkte, Geheimhaltung
- Institutionale Regelungen: Gesetze, e-Kontrakte
- Organisationsstrukturen: Hierarchien
- Dynamisches Umfeld: wechselnde Randbedingungen/Aufgaben

aus F4/PNL bekannt:

- P/T-Netze und Coloured Nets
- Workflownetze
- Netzprozesse

hier:

- Algebraische Netze
- Netzprozesse und Entfaltungen
- Komposition von Netzmodulen
- Analyse: strukturell/dynamisch

Selbstorganisation (allgemein)

- Systeme und Systemdynamik
- Chaos und Nichtlinearität
- Symmetriebrechung: Kritische Punkte und Bifurkation
- Trajektorien und Attraktoren
- Komplexität und Ordnung
- Emergenz und Reduktionismus
- Selbstordnung und Synergetik

- Selbstbezug
- Rekursivität
- Selbstkodierung: Universelle Turing-Maschine, λ -Kalkül
- Maschinenmodelle und Rückkopplung
 - Zellulare Automaten
 - Lindenmayer-Systeme
 - Neuronale Netzwerke
 - Peer-to-peer Netzwerke
 - Evolutionäre Algorithmen
 - Ameisenkolonien

Die Agentenmetapher

- Agenten sind autonome, rationale, zielverfolgende Einheiten.
- Aufgrund ihrer Einschränkungen (Wissen, Ressourcen, Fähigkeiten) müssen sie mit anderen Agenten interagieren.
- Sie stehen zueinander in Konkurrenz um Ressourcen.
- Sie kooperieren in Teams, um ihre Ziele verfolgen zu können.

Was ist ein Multiagentensystem (MAS)?

Definition

Ein MAS ist eine Menge von Agenten. Seine Eigenschaften ergeben sich aus den Agenteneigenschaften, insbesondere Aktivität (→ Zielverfolgung) und Interaktivität (→ funktionale Abhängigkeiten).

Informatische Konzepte:

- Planung
- Ontologien und Sprechakte
- Koordination
- Explizite Spezifikation der Daten und Abläufe

Korrespondierender soziologischer Ansatz:

- Methodologischer Individualismus
- Symbolischer Interaktionismus

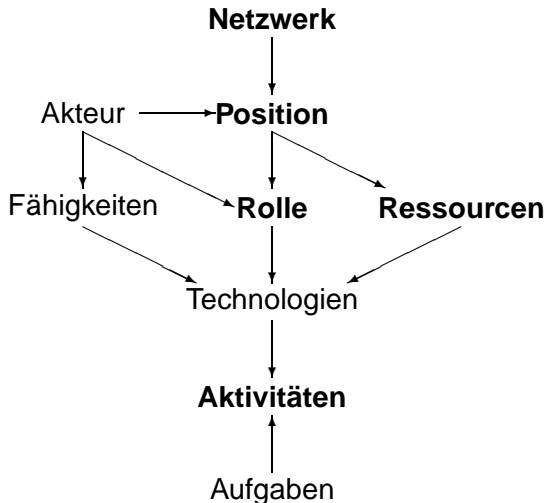
It's the structure, stupid!

Analog gilt

„Das Internet besteht aus vier Millionen Rechnern, die anhand des TCP/IP Protokolls miteinander kommunizieren.“

Absurd! Denn unberücksichtigt bleiben:

- Netztopologie, Rechnertypen
- Rechte, Firewalls
- Interessen verschiedener Internet-Service-Provider
- Neue Dienste im Internet



Organisationsdesign:

- Wie modelliert man eine Organisation?
 - Organisationseinheiten
 - Positionen
 - Tätigkeiten
 - Rollenerwartungsstrukturen (Protokolle)
 - Koordinationstätigkeiten
- Wie wertet man ein Organisationsdesign aus?
- Wie optimiert man ein Organisationsdesign?

Dualität des Organisationsbegriffes

In der Forschung (BWL, Soziologie, Psychologie) ist die Organisation ein Zwitterwesen:

- 1 Subjektrolle: Die Organisation leitet ihre Mitglieder. (Makroperspektive)
- 2 Objektrolle: Die Mitglieder erschaffen und formen die Organisation durch ihr Handeln. (Mikroperspektive)

Soziologie: *middle-up-down* statt *top-down/bottom-up*

DFG-SPP Sozionik: Modellierung soziologischer Theorie

Dualität des Organisationsbegriffes

In der Forschung (BWL, Soziologie, Psychologie) ist die Organisation ein Zwitterwesen:

- 1 Subjektrolle: Die Organisation leitet ihre Mitglieder. (Makroperspektive)
- 2 Objektrolle: Die Mitglieder erschaffen und formen die Organisation durch ihr Handeln. (Mikroperspektive)

Soziologie: *middle-up-down* statt *top-down/bottom-up*

DFG-SPP Sozionik: Modellierung soziologischer Theorie

Dualität des Organisationsbegriffes

In der Forschung (BWL, Soziologie, Psychologie) ist die Organisation ein Zwitterwesen:

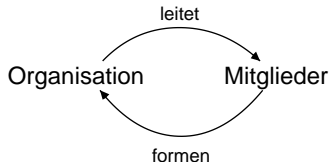
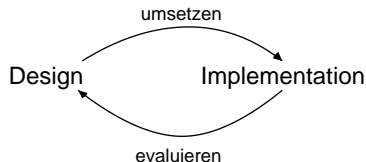
- 1 Subjektrolle: Die Organisation leitet ihre Mitglieder. (Makroperspektive)
- 2 Objektrolle: Die Mitglieder erschaffen und formen die Organisation durch ihr Handeln. (Mikroperspektive)

Soziologie: *middle-up-down* statt *top-down/bottom-up*

DFG-SPP Sozionik: Modellierung soziologischer Theorie

Das Konzept der Organisation

Dialektik sozialer Strukturen: Strukturen sind sowohl Subjekt als auch Objekt.

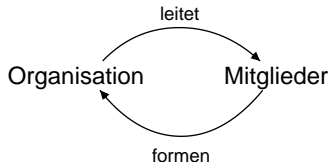
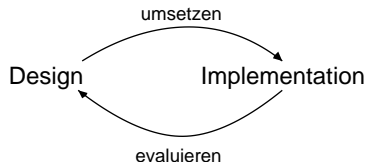


⇒ Organisationen als Modellbaustein

- 1 SW-Entwicklung *für* Organisationen.
- 2 SW-Entwicklung *mit* Organisationen.

Das Konzept der Organisation

Dialektik sozialer Strukturen: Strukturen sind sowohl Subjekt als auch Objekt.

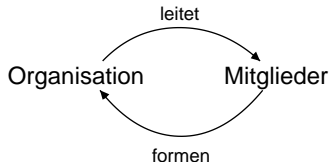
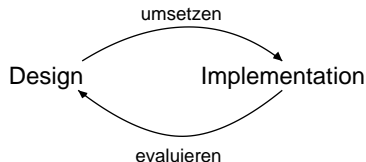


⇒ Organisationen als Modellbaustein

- 1 SW-Entwicklung *für* Organisationen.
- 2 SW-Entwicklung *mit* Organisationen.

Das Konzept der Organisation

Dialektik sozialer Strukturen: Strukturen sind sowohl Subjekt als auch Objekt.



⇒ Organisationen als Modellbaustein

- 1 SW-Entwicklung *für* Organisationen.
- 2 SW-Entwicklung *mit* Organisationen.

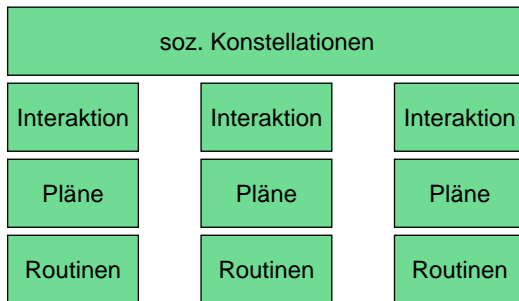
- Die Dualität zeigt, dass eine MAS-Organisation reflexiv ist.
- Also brauchen wir ein Modell, indem sowohl Agenten als auch Organisationen agieren – jeweils als Subjekt und als Objekt.
- Das Modell wird besonders einfach, wenn sowohl Agenten als auch Organisationen Spezialfälle eines allgemeineren Konstrukts sind: nennen wir es *soziale Entität*
- Welche Eigenschaften charakterisieren soziale Entitäten?
- Wie überträgt man die Eigenschaften einer solchen sozialen Entität auf Agenten?
- Ergebnis: Design von SONAR (Sozionische Agenten Referenznetze)

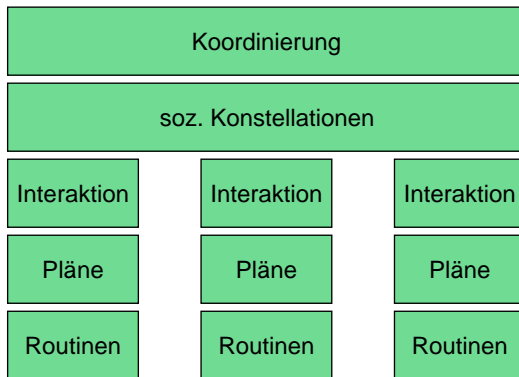
Agentenaktivitäten

- 1 Routinehandlungen, Verhaltensregelmäßigkeiten
- 2 Handlungswahl als Planung im sozialen Kontext
- 3 soziale Interaktion
- 4 Internalisieren von Routine
- 5 Interdependenzbewältigung

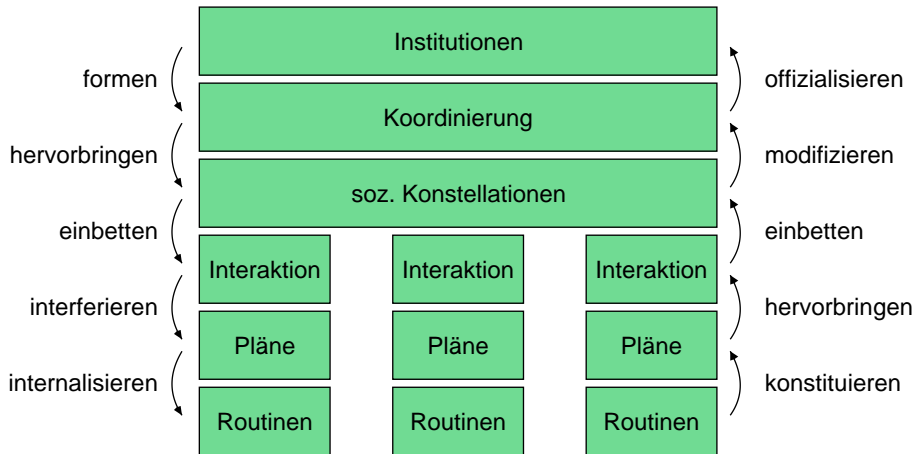
Organisationsaufgaben

- 1 Teamformation auf Basis der Organisationsstruktur
- 2 Verteilte Teamplanung im Kontext von Institutionen
- 3 Kontrolle der Planausführung
- 4 Teamtransformationen als organisationale Institutionalierungsprozesse
- 5 Organisationales Lernen als Anpassung der Teamplanungspräferenzen

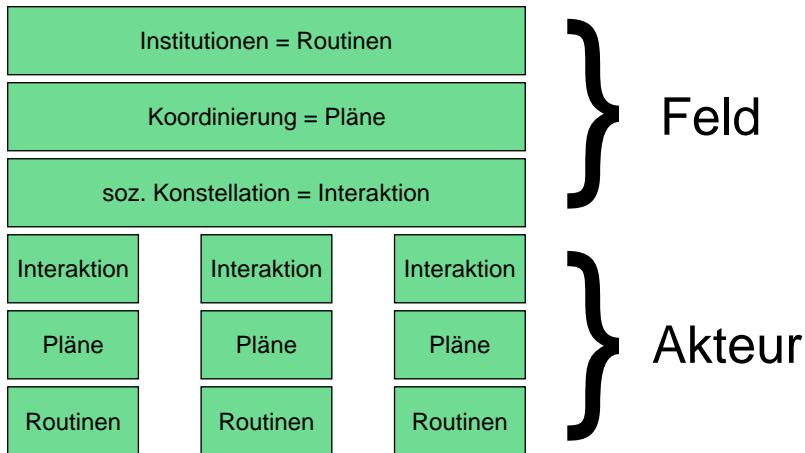




Reflexives Modell, Symmetrie

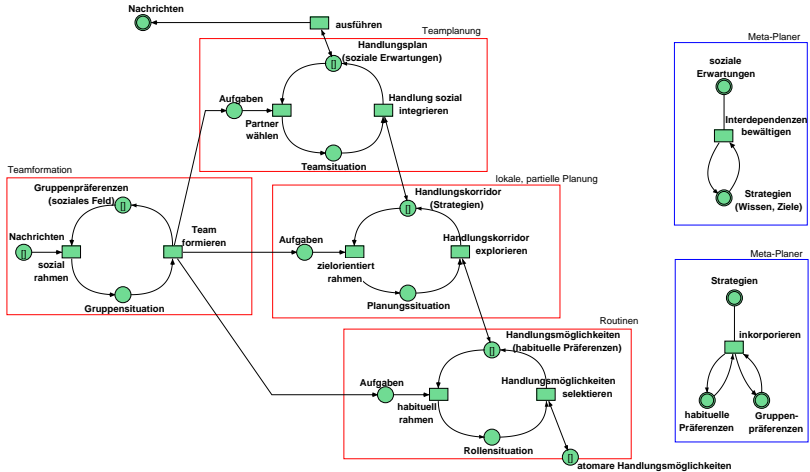


Reflexives Modell, Symmetrie



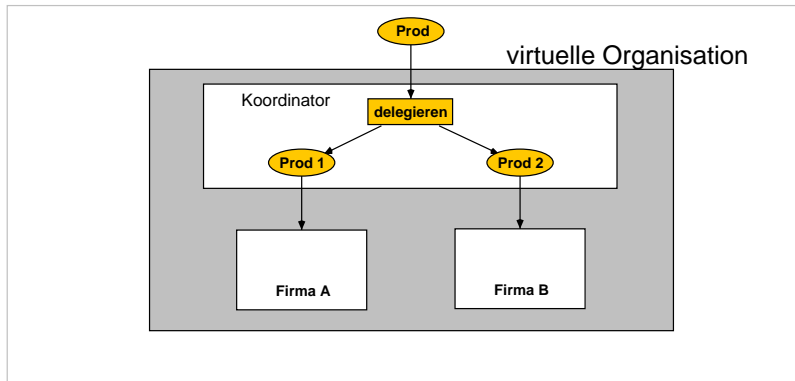
Symmetrie von Feld und Akteur

Der SONAR-Agent



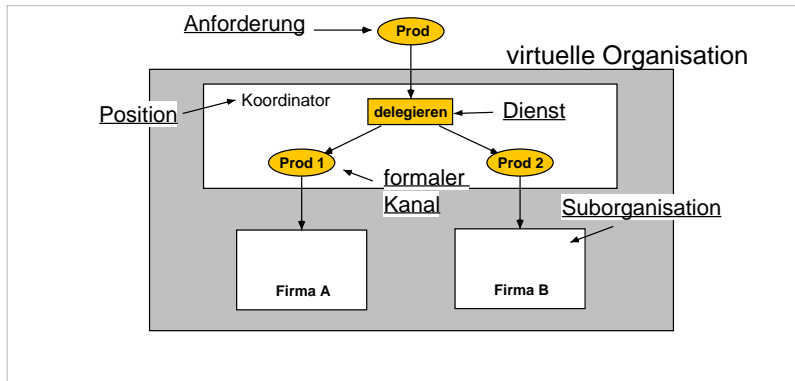
Dualistischer Ansatz in SONAR

Virtuelle Organisation:



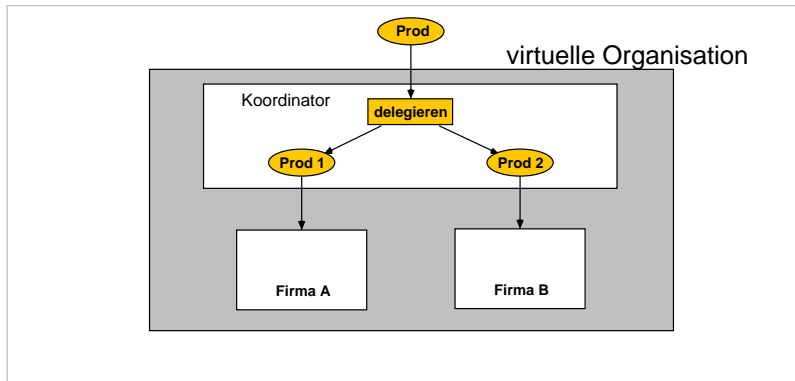
Dualistischer Ansatz in SONAR

Virtuelle Organisation:

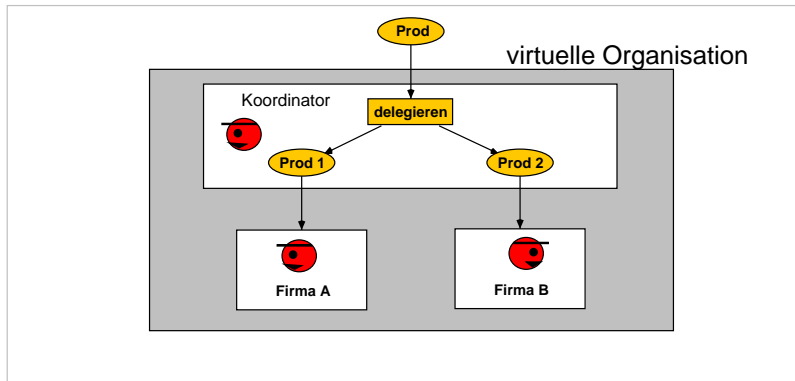


Dualistischer Ansatz in SONAR

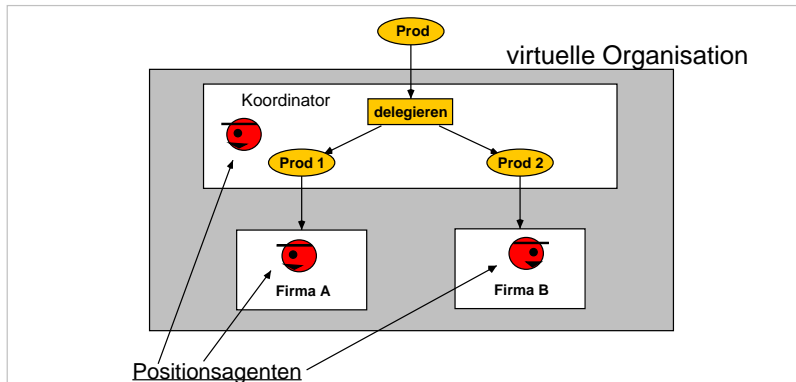
Virtuelle Organisation:



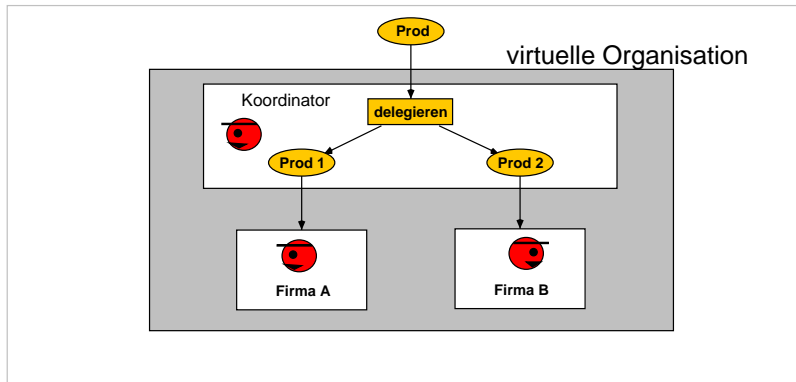
Positionsagenten (formale Organisation):



Positionsagenten (formale Organisation):

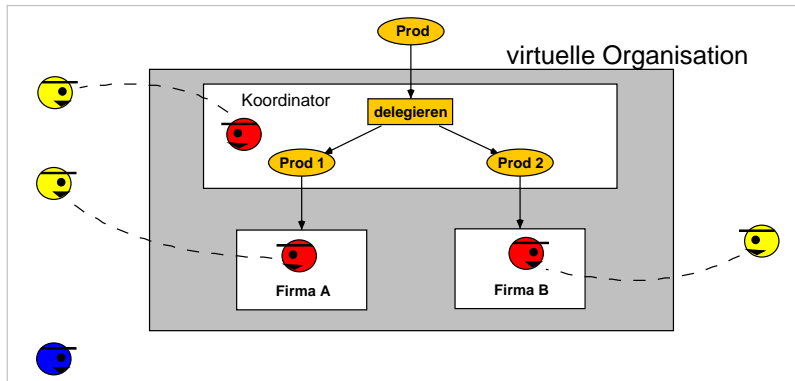


Positionsagenten (formale Organisation):



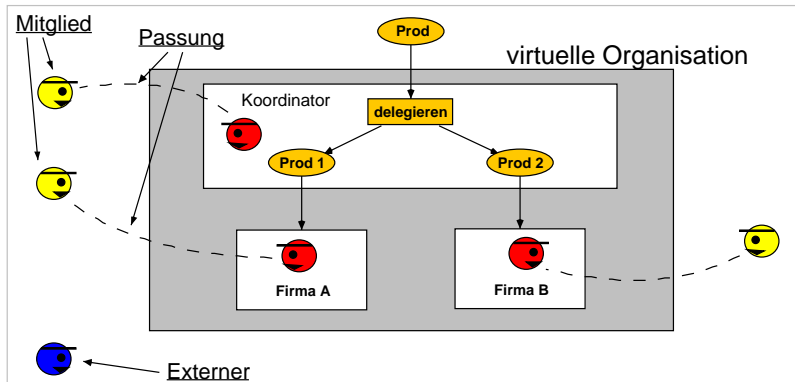
Dualistischer Ansatz in SONAR

Mitgliederagenten:



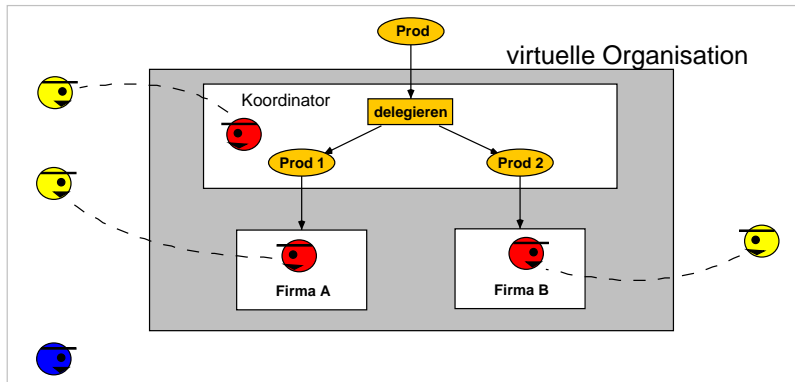
Dualistischer Ansatz in SONAR

Mitgliederagenten:



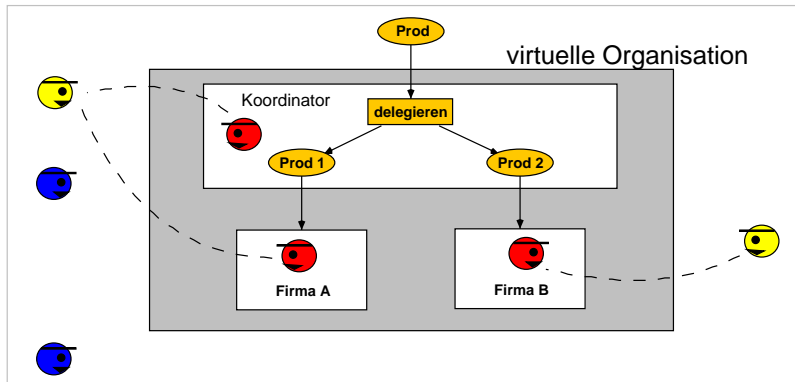
Dualistischer Ansatz in SONAR

Mitgliederagenten:



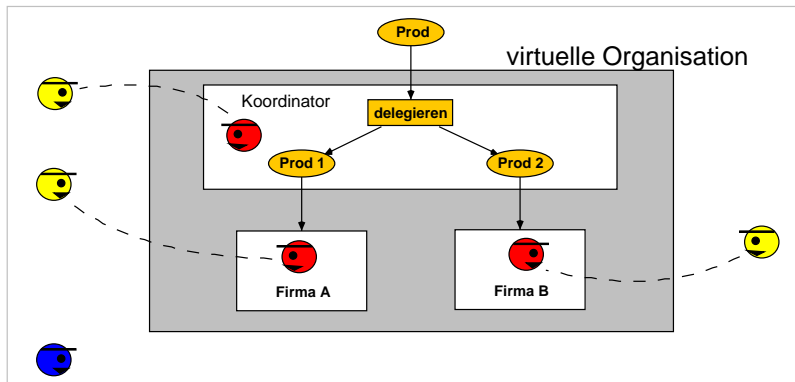
Dualistischer Ansatz in SONAR

Multiple Besetzung:



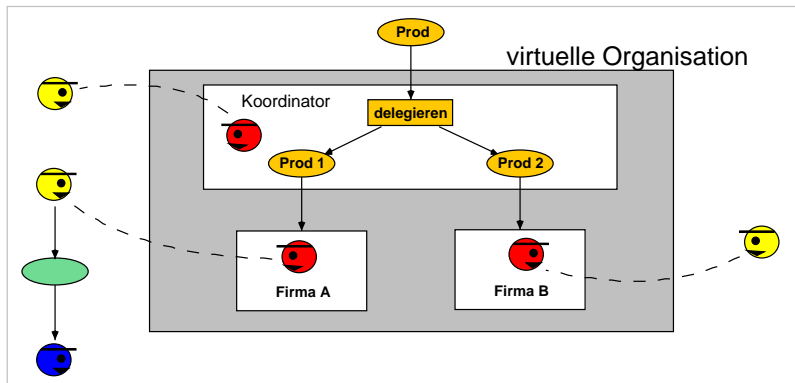
Dualistischer Ansatz in SONAR

Positionen werden besetzt:



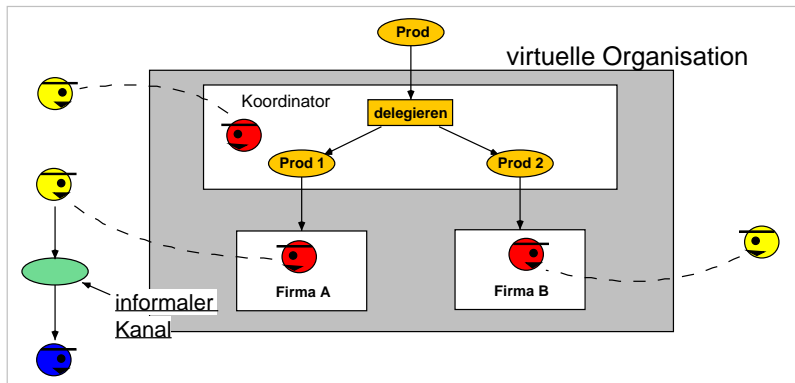
Dualistischer Ansatz in SONAR

Informale Kanäle:



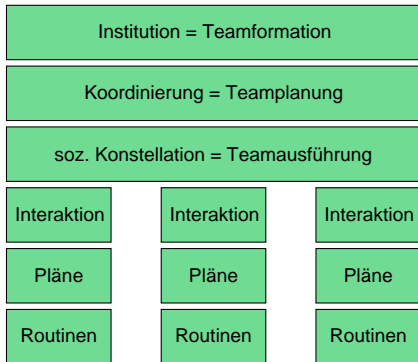
Dualistischer Ansatz in SONAR

Informale Kanäle:

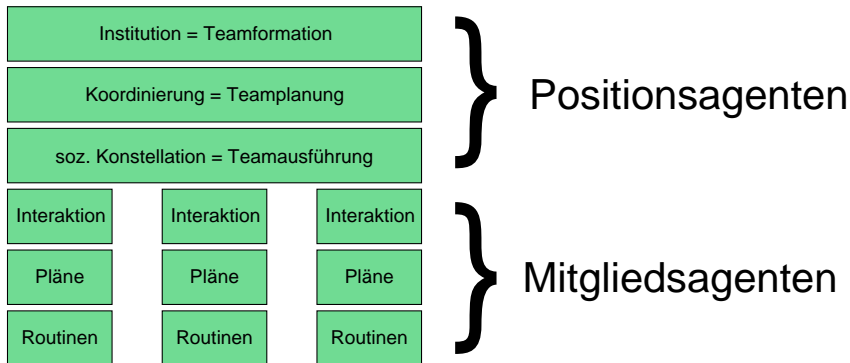


- Zwei Sorten von Agenten: Positions- und Mitgliedsagenten
- Makroperspektive: Aufgabe der Mitgliedsagenten (MA) ist es, Positionen zu besetzen und deren Rollenprofil auszufüllen.
- Mikroperspektive: Aufgabe der Positionsagenten (PA) ist es, Koordinations- und Reorganisationsprozesse zu realisieren.
- PA und MA bilden eine Einheit
- Rekursive Struktur durch PA/PA-Koordination
- Abkehr vom methodischem Individualismus: Positionsagenten entsprechen keinem Individuum.
- Positionen agieren, sind also als soziale Akteure (dennoch) real.

Reflexives Modell



Reflexives Modell



- 1 **Koordinierung in Agentensystemen**
 - 1 Koordination: Kooperation und Konkurrenz
 - 2 Normative Agenten und Institutionen
 - 3 Multiagentensystemorganisationen
 - 4 Soziale Theorien der Agentensysteme
- 2 **Interaktion verteilter Systeme**
 - 1 Modellierung von Interaktionen durch Dienstnetze
 - 2 Korrektheit von Dienstnetzen
 - 3 Relation von Dienst- zu Workflownetzen
 - 4 Rollenkomponenten von Dienstnetzen
 - 5 Formale Analyse und Steuerung von Diensten
- 3 **Koordinierung in Agentensystemem**
 - 1 Aufgabenbearbeitung in Delegationsnetzen
 - 2 Rollen/Dienst-Netze und Teams
 - 3 Koordination von Teams
 - 4 SONAR-Agenten und Teamwork

- ⑤ SONAR-Multiagentensysteme und wohlgeformte Teamplanung
- ④ Formale Agentenorganisationen
 - ① Organisationspetrinetze und Positionen
 - ② Koordinierung der Organisationsprozesse
 - ③ Organisationspositionen als Agenten
 - ④ Multiagentensystemorganisationen
 - ⑤ Konstruktion wohlorganisierter Multiagentensysteme
- ⑤ Sozionisches Modell reflexiver, selbstorganisierter Koordinierung
 - ① Reorganisation als organisationale Aktivität
 - ② Reorganisation durch Organisationstransformationen
 - ③ Selbstorganisation durch Transformationsteams
 - ④ Elementare Transformationen
 - ⑤ Organisationsmetriken
- ⑥ Agentensysteme als Interaktion von Organisation und Mitgliedern
 - ① Positionen und Organisationsmitglieder
 - ② Die Organisation als Plattform

- ③ Teamwork: Formation, Planung und Ausführung
- ④ Teamformation
- ⑤ Ausprägung organisationaler Strukturen

- ⑦ Bac-/Diplomarbeitsthemen
- ⑧ Exkurs: Soziologische Einflüsse
 - ① Grundlinien soziologischer Theoriebildung
 - ② Individualismus: Akteursmodelle
 - ③ Intersubjektivität: Strukturodynamik
 - ④ Organisationstheorie: strukturierte Handlungsfelder

- ⑨ Exkurs: Mikro/Makro-Wechselwirkungen
 - ① Dualität: Der Mikro/Makro-Bezug
 - ② Norbert Elias: Kontrolle und Internalisierung und Kernkonzepte
 - ③ Pierre Bourdieu: Symbolkampf und Habitus/Feld
 - ④ Heinrich Popitz: Ordnung und Investitionswert
 - ⑤ Mehrebenenmodell der Mikro/Makro-Verbindung

10 Exkurs: Ein Rahmenmodell reflexiv selbstorganisierender Systeme

- 1 Prädisposition als Theoriesymmetrie
- 2 Systeme von Handlungsregeln
- 3 Entitätenreferenznetze
- 4 Sozionische Agenten-Referenznetze