



**Working Paper**

**Varietäts-Engineering**  
**Analyse und Gestaltung von Informations- und**  
**Kommunikationsstrukturen in Hybriden Wert-**  
**schöpfungsnetzen**

**Stand. 30. 11. 2007**

**Christoph Rosenkranz, Roland Holten, Marcus Laumann**

Professur für Information Systems Engineering

Diese Arbeit steht ausschließlich zur Verwendung in Forschung und Lehre frei zur Verfügung. Sämtliche Rechte liegen bei den Autoren.

Bitte wie folgt zitieren:

Rosenkranz, C.; Holten, R.; Laumann, M.: Varietäts-Engineering. Analyse und Gestaltung von Informations- und Kommunikationsstrukturen in Hybriden Wert-schöpfungsnetzen. Working Paper. Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt 2007.

### **Kernpunkte**

Hybride Produkte benötigen aufgrund der sinkenden Bedeutung der Materialflüsse neue Ansatzpunkte zur Steigerung der Effizienz. In diesem Beitrag wird eine Methode zur Messung der Güte der Informations- und Kommunikationsstruktur hybrider Wertschöpfungsnetze vorgestellt und dessen Umsetzung am Beispiel einer Fallstudie aus dem Bereich hybrider Produkte expliziert und evaluiert. Der Beitrag zeigt:

- Organizational Engineering ist möglich, Organisationsstrukturen können auf Basis etablierter Theorien erfolgreich systematisch entwickelt und gestaltet werden.
- Hierfür sind insbesondere das Konzept der Varietät und das Modell des lebensfähigen Systems innerhalb einer Methode für das Varietäts-Engineering zu berücksichtigen.
- Die Frage nach der Qualität der Informations- und Kommunikationskanäle zur Koordination verteilter Aktivitäten und die Frage nach einem operationalisierbaren Maß für die Güte einer Organisationsstruktur sind von besonderer Bedeutung.

### **Stichworte**

Hybride Produkte, Varietäts-Engineering, Komplexität, Koordination, Viable System Model, Wertschöpfungsnetze, Informations- und Kommunikationskanäle, Organisationsstruktur

### **Zusammenfassung**

Hybride Produkte sind Kombinationen aus Sach- und Dienstleistungen. Sie zeichnen sich durch die Mitwirkung des Kunden, die Heterogenität der erforderlichen Leistungskomponenten und durch die Entstehung in Wertschöpfungsnetzen aus. Dabei ist die aus der Zusammenarbeit entstehende Komplexität der Koordination von besonderer Bedeutung für das Management. In diesem Beitrag wird anhand des Design Science Research Frameworks von Hevner et al. (2004) eine Methode zur Analyse und Gestaltung von Informations- und Kommunikationsstrukturen in hybriden Wertschöpfungsnetzen entwickelt. Es wird gezeigt, wie die Koordinationskomplexität analysiert und gemessen werden kann. Diese Erkenntnisse werden mit theoretischen Arbeiten der Managementkybernetik verbunden und bilden die Basis für die Methode zur Analyse und Gestaltung von Informations- und Kommunikationsstrukturen. Die Methode wird anhand eines realen Fallbeispiels der hybriden Produktion evaluiert.

## **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis .....	III
Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	III
1 Einleitung und Problemstellung.....	1
2 Komplexität der Koordination bei der Erstellung hybrider Produkte und Diensteleistungen.....	3
3 Messung der Koordinationskomplexität.....	5
3.1 Instanzenebene.....	5
3.2 Typebene.....	6
4 Theoretische Verankerung des Komplexitätsmanagements .....	8
4.1 Kybernetische Grundprinzipien.....	8
4.2 Anwendungsbeispiele .....	11
5 Methode zur Analyse und Gestaltung von IuK-Strukturen .....	14
5.1 Konzeptioneller Sprachaspekt und Metamodell.....	14
5.2 Repräsentation und Technik .....	15
5.3 Varietäts-Engineering – Vorgehen und Methode .....	16
6 Evaluation anhand einer Case Study .....	17
7 Zusammenfassung und Ausblick.....	19
Literaturverzeichnis .....	21
Anhang .....	24

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: arvato Wertschöpfungskette.....	5
Abbildung 2: Konventionelle VSM-Darstellung mit zwei Rekursionsstufen.....	11
Abbildung 3: Auszüge der VSMs von arvato services healthcare und der Bank- Tochter .....	12
Abbildung 5: Auszug des integrierten Metamodells .....	15
Abbildung 6: Beispiel für System-Perspektive einer Supply Chain .....	16
Abbildung 7: Auszug der Anwendung des Vorgehensmodells auf die Analyse des BFB 18	

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Kommunikationsaufgaben des Standortleiters.....	6
Tabelle 2: Komponenten eines VSM .....	10
Tabelle 3: Sprachkonstrukte System-Perspektive .....	26

## 1 Einleitung und Problemstellung

In diesem Beitrag entwickeln wir eine Methode zur Analyse und Gestaltung von *Informations- und Kommunikationsstrukturen* (IuK-Strukturen) in hybriden Wertschöpfungsnetzen. Wir folgen bei der Darstellung dem Design Science Research Framework von (Hevner et al. 2004). Die Relevanz der Problemstellung ergibt sich aus aktuellen Wachstumsfeldern im Bereich von Leistungsangeboten, die unternehmensbezogene Dienstleistungen als untrennbare Bestandteile ihrer Wertschöpfung enthalten: Güterproduktion verschmilzt mit der Erbringung von Dienstleistungen. In diesem Zusammenhang wird von *hybriden Produkten* gesprochen, die weder reine Sachleistungen noch reine Dienstleistungen sind, vom Anbieter unter Mitwirkung des Kunden erstellt werden (Spath und Demuß 2003, S. 468-478) und deren Nutzen sich aus beiden Komponenten gemeinsam ableitet (Bullinger et al. 2004, S. 302).

Die Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik-Branche (SHK-Branche) ist ein idealtypischer Vertreter des Maschinen- und Anlagenbaus und zeigt bspw. deutliche Tendenzen der Integration von Produktentwicklung und Serviceprozessdokumentation, die hybride Produkte kennzeichnen (Thomas et al. 2007). Hersteller entwickeln technisch komplexe Produkte, aber der technische Kundendienst wird von Betrieben des SHK-Handwerks durchgeführt.

Hybride Produkte sind weiterhin durch die Heterogenität der erforderlichen Leistungskomponenten charakterisiert und erfordern die Bündelung von Kompetenzen verschiedener Unternehmen (Pohle et al. 2005) in *Wertschöpfungsnetzen*. Eine Supply Chain ist bspw. ein solches unternehmensübergreifendes Wertschöpfungssystem, das eine Netzwerk-Struktur aufweist (Sucky 2003, S. 29). Das Management der Material- und Warenflüsse ist in Wertschöpfungsnetzen von großer Bedeutung, um Warenbestände niedrig zu halten und gebundenes Kapital schneller freisetzen zu können (Chopra und Meindl 2007; Christopher 1998). Aus Sicht der Wirtschaftsinformatik rücken die Informationsflüsse in den Mittelpunkt der Betrachtung: *“Information is potentially the biggest driver of performance in the supply chain because it directly affects ... the other drivers.”* (Chopra und Meindl 2007, S. 45). Eine hohe Transparenz und Verfügbarkeit von Steuerungsdaten der beteiligten Partner ist notwendig (Kasiske 2004, S. 151-156), um die Materialflüsse zu optimieren.

Dienstleistungen allgemein und in hybriden Produkten verlangen jedoch wegen des Fehlens von ausgeprägten Materialflüssen andere und neue Ansatzpunkte zur Steigerung der Effizienz. Die Gestaltung der Organisationsstruktur des Wertschöpfungsnetzes und seiner Informationssysteme (IS) sowie die Bewältigung der aus der Zusammenarbeit resultierenden Komplexität der Koordination rücken daher in den

Fokus der Betrachtung (Welge 1987, S. 29-38 ff.). Dies spiegelt sich in aktuellen Entwicklungen wieder, die mit Begriffen wie *Service Science* (Chesbrough und Spohrer 2006) oder *Service Engineering* (Bullinger und Scheer 2005; Scheer und Spath 2004) verbunden sind.

Aufgrund der sinkenden Bedeutung der Materialflüsse sind Ansatzpunkte zur Steigerung der Effizienz bei Dienstleistungen und hybriden Produkten 1) die bessere und schnellere Koordination in arbeitsteiligen Prozessen sowie 2) die Steigerung der Effizienz der direkt wertschöpfenden Aktivitäten (Anupindi et al. 2006, S. 211 ff.). Dieser Beitrag konzentriert sich auf den ersten Aspekt und auf die Frage nach der *Qualität der Informations- und Kommunikationskanäle* zur Koordination verteilter Aktivitäten. Dabei wird aus Sicht der Wirtschaftsinformatik die folgende Problemstellung behandelt: *Wie und mit welchem Maß lässt sich die Güte einer Organisationsstruktur in Bezug auf die Informations- und Kommunikationskanäle messen?* Damit wird ein Beitrag zum *Organizational Engineering* geleistet, welches multidisziplinäre Konzepte, Methoden und Technologien für die Modellierung, Entwicklung und Analyse von sich verändernden Organisationen betrachtet (Kuntz et al. 1998, S. 85; Teubner 1999, S. 163 f.; Tribolet und Sousa 2004, S. 1337). Eine Aufgabe des Organizational Engineering ist dabei die Entwicklung und Konstruktion von Methoden zur organisatorischen Gestaltung (Braun et al. 2005, S. 1295).

Im folgenden Abschnitt 2 zeigen wir die besondere Bedeutung der Komplexität der Koordination für das Management der Erstellung hybrider Produkte. Anschließend zeigen wir in Abschnitt 3 unter Rückriff auf vorliegende Forschungsarbeiten, wie die Koordinationskomplexität auf Instanzen- und Typebene analysiert und gemessen werden kann. Im nächsten Abschnitt 4 verbinden wir diese Erkenntnisse mit theoretischen Arbeiten der Managementkybernetik und legen die theoretische Basis für eine Methode zur Analyse und Gestaltung von IuK-Strukturen, die wir in Abschnitt 5 entwickeln. Wir evaluieren unsere Methode im vorletzten Abschnitt 6 mittels eines Szenarios der hybriden Produktion und schließen mit der Zusammenfassung und dem Ausblick auf weitere Forschungsarbeiten.

## 2 Komplexität der Koordination bei der Erstellung hybrider Produkte und Dienstleistungen

Aufgabentypen, die in Organisationsstrukturen von Wertschöpfungsnetzen angeordnet werden, sind *Wertschöpfungsaufgaben*, *Entscheidungsaufgaben* und *Kommunikationsaufgaben* (Jin und Levitt 1996, S. 184 ff.; Kuntz et al. 1998, S. 87). Zwischen den Aufgabenträgern existieren *Informations- und Kommunikationskanäle* (IuK-Kanäle). Die Komplexität der Organisationsstruktur betrifft direkt die Entwicklung von IS, da diese der optimalen Bereitstellung von Information und Kommunikation nach wirtschaftlichen Kriterien dienen (Krcmar 2004, S. 25; WKWI 1994, S. 80). Es ist daher Aufgabe der Wirtschaftsinformatik, die Güte der Organisationsstruktur anhand der durch sie bedingten IuK-Kanäle zu beurteilen und die Organisationsgestaltung durch die Konfiguration dieser IuK-Kanäle zu beeinflussen.

Für die Wirtschaftsinformatik liegt der Ansatzpunkt zur Effizienzsteigerung bei hybriden Produkten und Dienstleistungen folglich in der Analyse und Gestaltung der IuK-Kanäle. Somit ist die *Güte einer Organisationsstruktur* aus Sicht der Wirtschaftsinformatik durch die Güte ihrer IuK-Struktur determiniert. Die IuK-Struktur ist gegeben durch die Gesamtheit der in einer Organisationsstruktur vorhandenen IuK-Kanäle auf Typebene sowie durch deren Eigenschaften. Sie entsteht durch Abstraktion von den Weisungs- und Entscheidungsbefugnissen aus der Organisationsstruktur. Die *Güte der IuK-Struktur* kann in einem ersten, groben Schritt wie folgt beurteilt werden:

- Zusammenstellung der mit dem Aufwand bewerteten Kommunikationsaufgaben der Aufgabenträger.
- Ermittlung der verfügbaren Kapazitäten für die Kommunikationsaufgaben der Aufgabenträger.
- Abgleich von verfügbaren Kapazitäten und Anforderungen aus den Kommunikationsaufgaben.

Dieses Vorgehen setzt zwei Dinge voraus: Erstens müssen die Komplexitäten verschiedener Kommunikationsaufgaben miteinander verglichen werden können. Zweitens muss ein operationalisierbares, zählbares Maß für diese Komplexitäten gefunden werden.

Um Komplexitäten unterschiedlicher Kommunikationsaufgaben miteinander vergleichen zu können, kann auf das von Ashby vorgeschlagene Konzept der Varietät zurückgegriffen werden (Ashby 1964, S. 126 f.). *Varietät* bezeichnet die Anzahl mög-

licher Zustände einer Menge von unterscheidbaren Zuständen eines Systems. Sie muss im Anwendungsfall in ein konkretes Maß überführt werden, wie Rivett schon 1977 bemerkte: *„The problem of measurement needs to be tackled and illustrated by specific quantitative measures of the variety ... of specific systems ...“* (Rivett 1977, S. 37). Zudem lässt sich die Anzahl möglicher Zustände einer komplexen Organisation nur bezüglich ihrer Größenordnung abschätzen (Beer 1979, S. 518; Beer 1985, S. 22). Haben Anfang und Ende eines IuK-Kanals unterschiedliche Größenordnungen der Varietät, ist die Koordination über diesen Kanal gestört.

Aus Sicht der Wirtschaftsinformatik müssen Maße der Komplexität sowohl für die *Instanzen-* als auch für die *Typebene* (ISO 1990) der IuK-Kanäle vorliegen. Zur Messung auf der Instanzenebene eignet sich bspw. die *Zeit*, die auch in aktuellen Ansätzen des Prozessmanagements und von Qualitätsprogrammen herangezogen wird (Laguna und Marklund 2005, S. 32, 41). Ähnlich geht Bar-Yam vor: *„Each of these (information, variety) is measured per unit time, where a certain amount of time is required to switch to the next state. Assuming that a manager has a limited variety, this bound on the communication capacity ... limits the coordination of workers under the supervision of the manager.“* (Bar-Yam 2004, S. 41). Die Varietät auf der Typebene kann bspw. durch die *Anzahl fachsprachlicher Terme* abgeschätzt werden, insbesondere wenn die IuK-Kanäle in fachkonzeptionellen Modellen spezifiziert sind (Rosenkranz und Holten 2007, S. 2032 f.). Ähnlich schlägt de Raadt die Definition des Systems und die Abgrenzung seiner Elemente zur Operationalisierung der Varietät vor (de Raadt 1987, S. 527).

Mögliche Maßnahmen, um Varietäten von Koordinationsaufgaben auszugleichen, sind Abschaffung oder Erleichterung von Kommunikationsaufgaben, Kapazitätserhöhungen oder Änderungen der IuK-Struktur. Konkrete Beispiele sind koordinative Gesprächstreffen, Terminologien zur Kommunikation zwischen Aufgabenträgern oder Änderung von Verantwortungsbereichen (Laumann et al. 2007, S. 1995; Rosenkranz und Holten 2007, S. 2029). Alle Maßnahmen führen zu einer Reduktion der Menge benötigter Nachrichten und somit zu freigesetzter Kommunikationskapazität. Die folgenden Beispiele zeigen beispielhafte Anwendungen dieser Maße und Maßnahmen.

### 3 Messung der Koordinationskomplexität

#### 3.1 Instanzenebene

Im folgenden Beispiel aus einer *Action Research Study* (Baskerville und Wood-Harper 1996) wurde die Zeit als Maß zur Analyse der Kommunikationsaufgaben und IuK-Kanäle auf der Instanzenebene herangezogen. Eine ausführliche Darstellung des Cases findet sich bei (Laumann et al. 2007).

arvato services healthcare, eine Bertelsmann-Firma, erbringt Logistik-Leistungen für die Gesundheitsbranche. Von arvato koordinierte Transportunternehmen übernehmen den Transport von (temperaturgeführten) Arzneimitteln und Medizinprodukten von der Produktionsstätte des Herstellers bis in ein von arvato vorgegebenes Lagerhaus. Nach der Überprüfung im Wareneingang werden die Produkte verbucht, zwischengelagert und nach Auftragsannahme über ein arvato-Call-Center entsprechend kommissioniert, in Spezialkartons verpackt und schließlich wieder durch ein von arvato koordiniertes Transportunternehmen an Kunden der Hersteller ausgeliefert (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

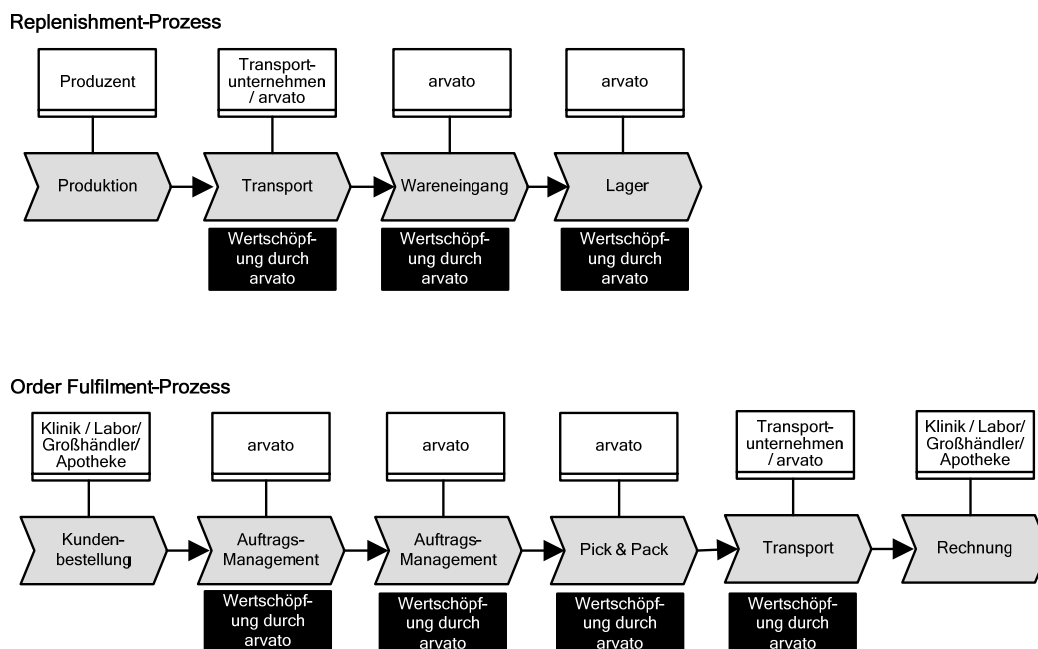


Abbildung 1: arvato Wertschöpfungskette

Die Planung, Durchführung und Koordination der Supply Chain wird von arvato übernommen. Die Distribution von sensiblen temperaturgeführten Arzneimitteln und Medizinprodukten ist durch hohe Anforderungen sowohl an die Lagerbedingungen (z. B. Kühlräume) als auch an die Verpackung und den Transport (z. B. Einhaltung

bestimmter Temperaturintervalle und Lieferzeiten) streng reglementiert. Daher ist die Überwachung der arvato-internen und unternehmensübergreifenden Informationsflüsse besonders kritisch. Ein zentraler Erfolgsfaktor für arvato liegt in der Koordination der Supply Chain durch die Sicherstellung der störungsfreien Kommunikation zwischen allen beteiligten Partnern und der fortlaufenden Überwachung der Informationsflüsse, um im Falle von Abweichungen in den Prozess eingreifen zu können.

In 2005 übernahm arvato einen europäischen Wettbewerber und setzte ein neues Management in Deutschland ein, das eine Ist-Analyse der Informationsflüsse und Interaktionen in der Organisation initiierte. Die Analyse auf der Ebene des Standortleiters zeigte bspw., dass er täglich sehr viel Zeit im Lager verbrachte, um direkt vor Ort operative Probleme zu klären und Ansprechpartner für die Mitarbeiter zu sein (Tabelle 1). Zudem wies das interne Berichtswesen Lücken im operativen Bereich auf und war nicht standardisiert. Insgesamt war die Varietät der Kommunikationsaufgaben für die Koordination untergeordneter Aufgabengabenträger sehr hoch. Sie entsprach gemessen in Zeit nahezu 100 % der verfügbaren täglichen Kapazität.

Beschreibung	ca. benötigte Zeit / Tag (in Stunden)
Persönliche Treffen mit Operations Manager, um die aktuelle Auslastung im Lagerhaus zu diskutieren und angemessene Handlungen zu bestimmen	1,5
Analyse per E-Mail erhaltener Berichte, Beantwortung, Verfassen und Weiterleitung von E-Mails	3
Verschiedene persönliche Treffen mit Abteilungsleitern	3
Durchführung von regelmäßigen Besuchen im Lagerhaus	1,5

**Tabelle 1:** Kommunikationsaufgaben des Standortleiters

### 3.2 Typebene

Im folgenden *Action Case* (Hughes und Wood-Harper 1999) wurde eine Analyse des IT-Controllings bei einer europäischen Großbank durchgeführt. Der angewendete Ansatz betrachtet die Anzahl der Terme von Terminologien und Ontologien (Campbell und Shapiro 1995; Uschold et al. 1998) auf der Typebene, die in fachkonzeptionellen Informationsmodellen dokumentiert sind. Eine ausführliche Darstellung des Cases findet sich bei (Rosenkranz und Holten 2007).

Die deutsche Tochter einer skandinavischen Bank unterhält zwei organisatorische Einheiten für die Entwicklung und Betreuung von IS für die deutschen Geschäftseinheiten, in deren Zuständigkeit auch das IT-Controlling fällt. Dies beinhaltet auch die Erstellung von Berichten über die IT-Nutzung. Innerhalb dieses Bereichs wurde auf-

grund eines Gefühls der Informationsüberflutung beim zuständigen Management eine Analyse des Berichtswesens durchgeführt.

Das Berichtswesen inklusive des zugrundeliegenden IT-Leistungskatalogs wurde in gemeinsamen Workshops mit Mitarbeitern der Bank mit der MetaMIS-Methode (Holten 2003b, S. 713-723) modelliert. Anschließend wurden die in den Berichten und im IT-Leistungskatalog verwendeten Fachbegriffe abgezählt. Aufgrund der Struktur des IT-Leistungskatalogs war die IT-Nutzung völlig intransparent für die Geschäftseinheiten: Der IT-Leistungskatalog war mit über 1.000 Abrechnungsposten sehr umfangreich und beinhaltete hauptsächlich technische Begriffe und Bezugsgrößen aus dem IT-Bereich, z. B. „Verbrauch in CPU-Sekunden“. Dies bedeutete eine hohe Varietät innerhalb des IT-Controllings.

## 4 Theoretische Verankerung des Komplexitätsmanagements

In diesem Abschnitt wird mit dem Modell des lebensfähigen Systems ein Vorschlag zur Identifikation von Funktionen und zwischen ihnen bestehenden IuK-Kanälen eingeführt, welcher als theoretische Basis für die Entwicklung der Methode zur Analyse und Gestaltung der IuK-Struktur dient. Weiterhin zeigen wir anhand von Beispielen die Anwendbarkeit der theoretischen Grundlagen.

Das *Modell des Lebensfähigen Systems* (eng. Viable System Modell, VSM) wurde von Stafford Beer zur Beschreibung komplexer Systeme entwickelt (Beer 1979; Beer 1981; Beer 1985). Es wird in der Betriebswirtschaftslehre vielfach angewendet und diskutiert (Bititci et al. 1997; Espejo und Harnden 1989; Flood und Carson 1993; Gomez et al. 1975; Malik 1996; Schwaninger 2006). In der Wirtschaftsinformatik wird das VSM vor allem im Kontext der IS-Entwicklung diskutiert (Herring 2002; Holten 1999; Kawalek und Wastell 1999; Nyström 2006; Vidgen 1998).

### 4.1 Kybernetische Grundprinzipien

Die Terminologie und Namensgebung Beers sind verwirrend und irreführend. Beim VSM handelt es sich nicht um ein Modell oder Metamodell im Sinne eines Informationsmodells, sondern um eine *Sprache zur Beschreibung organisatorischer Phänomene* (Anderton 1989, S. 50; Beer 1981, S. 25). Ausgehend von Erkenntnissen der *Kybernetik* (Wiener 1961) leitet Beer die für ein System notwendigen Kriterien und Funktionen ab, um seine Zusammensetzung und Konfiguration in einer sich ständig ändernden Umwelt über einen längeren Zeitraum stabil halten zu können (Beer 1979, S. 68 ff., 400). Erfüllt ein System diese Kriterien, ist es *lebensfähig* (eng. *viable*).

Theoretisch verankert sind Beers Überlegungen in Ashbys *Gesetz der erforderlichen Varietät*: Nur Varietät kann Varietät beherrschen (Ashby 1964, S. 206 f.). Aus diesem Gesetz folgt, dass eine organisatorische Einheit zur Erfüllung ihrer Aufgabe eine Varietät benötigt, die der Summe der Varietäten der zu kontrollierenden Einheiten entspricht (Malik 1996, S. 102). Im Kontext von Organisationen folgt generell, dass das Management für die Steuerung des komplexen Systems „Organisation“ nur zwei Möglichkeiten hat: 1) Reduzierung der Varietät der Umwelt des Systems oder 2) Erhöhung der eigenen Varietät (Jackson 2000, S. 73). Die Lebensfähigkeit basiert in Beers VSM auf zwei grundlegenden Konstruktionsprinzipien: Autonomie und Rekursion.

*Autonomie* ermöglicht die Realisierung erforderlicher Varietätsverstärker und Varietätsdämpfer als Teile von *ultrastabilen Reglern* (sog. Homöostaten). Eine autonome unter-

geordnete Einheit transformiert bspw. Gesamtpläne in Divisionspläne. Sind diese mit den erhaltenen Anforderungen nicht kompatibel, wird dies zurückgemeldet (Malik 1996, S. 89 f., 136 f.). Die dabei geleistete Interpretationsarbeit überführt die übergeordneten Anweisungen mit geringer Varietät in Handlungen erheblich größerer Varietät (Beer 1979, S. 296 ff.). Die Bedeutung von ultrastabilen Reglern liegt darin, dass sie das innere Milieu eines Organismus auch bei wechselnden und unvorhergesehenen Außenbedingungen nahezu konstant halten können (Flechtner 1984, S. 44). „*An ultrastable system ... will operate in the face of perturbations that have not been envisaged in advance – at the design state*“ (Beer 1979, S. 62). Das Grundprinzip ist ein *doppelter Feedback*: Sobald der aktive Regler die auftretenden Störungen nicht mehr bewältigen kann, wird seine Struktur durch eine übergeordnete Lenkungsinstanz den veränderten Umweltbedingungen angepasst (Beer 1979, S. 64).

Ein Homöostat setzt eine *Regelung mit Veto* um, indem die übergeordnete Lenkungsinstanz den Output des aktiven Reglers mit Attributen wie „gut“ oder „schlecht“ bewertet. Sie hat somit ein Veto über die Bedingungen, unter denen der aktive Regler ein Gleichgewicht erreichen kann (Ashby 1964, S. 83 f., 233 f.). Ein System befindet sich im *Gleichgewicht*, wenn die Folgezustände seiner Zustände dieselben Zustände ergeben, wenn also die Anwendung einer Transformation  $T$  auf einen Zustand  $x$  denselben Zustand  $x$  hervorbringt ( $T(x) = x$ ) (Ashby 1964, S. 74). Das System ist dann in der Lage, seine Zusammensetzung und Konfiguration zu erhalten.

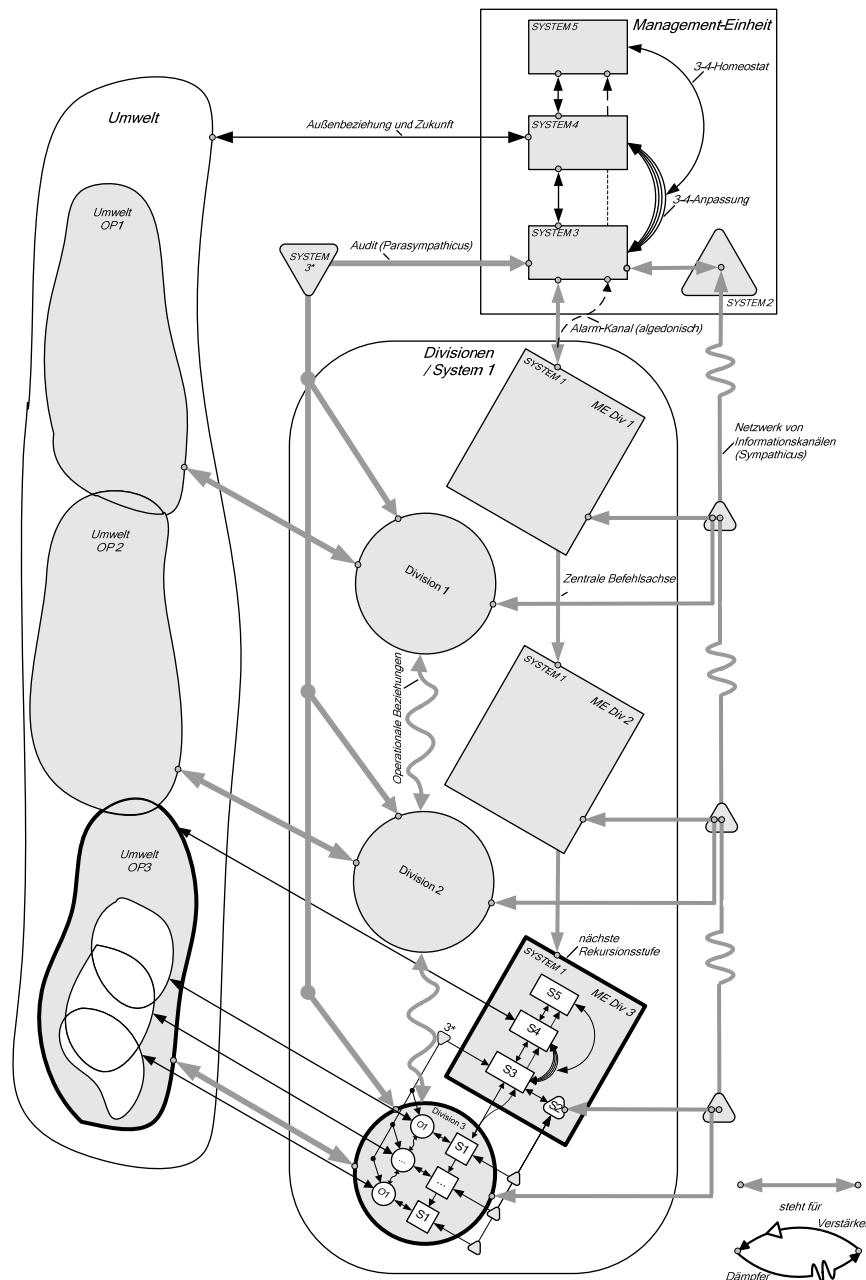
*Rekursion* erlaubt die Realisierung von Strukturähnlichkeit auf unterschiedlichen Rekursionsstufen und damit die Beschränkung der erforderlichen Sprachelemente in Beers VSM. Die Struktur der Homöostaten kann sich rekursiv so lange fortsetzen, bis der erforderliche Grad an Varietät für das System erreicht ist: „*The principle of organizational and interactional invariance is called recursiveness. Each level of the organization is a recursion of its metasystem*“ (Beer 1979, S. 73).

Das VSM besteht aus fünf Hauptkomponenten (Tabelle 2), oder Sub-Systemen, und Informationskanälen zwischen diesen Sub-Systemen. Das grundlegende Strukturierungsprinzip der Rekursion führt dazu, dass jedes System dieselbe strukturelle Zusammensetzung wie das ihm übergeordnete System hat. Quelle: (Beer 1985, S.139) Abbildung 2 zeigt ein Modell in der traditionellen Notation des VSM. Die Sub-Systeme 3, 4 und 5 operieren als komplexe Homöostaten (Holten 1999, S. 184 ff.). System 2 ist ein Regler zur Abstimmung der Aktivitäten des Systems 1. System 1 selbst ist auf einer einzelnen Rekursionsstufe ebenfalls ein Regler, mit Bezug auf eine untergeordnete Rekursionsstufe jedoch ein komplexer Homöostat. Im letzten Fall dient das System 1 als Schnittstelle zwischen den Rekursionsstufen. Die Informationskanäle stellen Paare

aus Varietätsverstärkern und -dämpfern dar (Beer 1985, S. 19-35). Sie sind unter Beachtung des Gesetzes der erforderlichen Varietät zu gestalten.

System	Beschreibung
System 1	Auf jeder Rekursionsstufe sind operationale <i>Divisionen</i> (Operations) zuständig für bestimmte Teile der Aktivitäten einer Organisation und sind mit dem relevanten Teil ihrer <i>Umwelt</i> (Environment) verbunden. Jede Division wird durch eine <i>Management-Einheit</i> (Management Unit) geleitet. Diese besitzt einen gewissen Grad an Autonomie bei der Lenkung der ihr zugeordneten Division. Alle Divisionen und Management-Einheiten auf einer Rekursionsstufe bilden zusammen System 1 und sind die Schnittstelle zum Übergang zwischen den Rekursionsstufen. Eine Management-Einheit, die ihr zugeordnete Division und die sie umgebene Umwelt werden als <i>Elementare Organisatorische Einheit</i> (Elemental Organizational Unit) bezeichnet (Beer 1979, S. 94-97).
System 2	System 2 dient der Koordination des Gesamtsystems auf einer Rekursionsstufe durch gegenseitige Bereitstellung der in untergeordneten Divisionen lokal vorhandenen Information zur Erreichung übergeordneter Synergievorstellungen. Schwankungen auf der operativen Ebene zwischen den Divisionen sollen so aus Sicht des Gesamtsystems ausgeglichen werden (Beer 1979, S. 176-186).
System 3	System 3 überwacht die <i>interne</i> Stabilität und die innere, operative Aktivität des Gesamtsystems (als Gesamtheit der Aktivitäten aller Divisionen) zum aktuellen Zeitpunkt aus der übergeordneten Sicht des Gesamtsystems (Beer 1979, S. 473-480). Es umfasst sämtliche Aufgaben der Vereinbarung und Überwachung von Budgets, Ressourcen und Zielvorgaben mit den Divisionen. Es optimiert die Allokation von Ressourcen, verteilt sie an die Divisionen und kontrolliert regelmäßig ihre Verwendung.
System 3*	System 3* erlaubt System 3 den direkten Zugriff auf die Divisionen, ohne den Umweg über System 2 oder die Management-Einheit einer Division.
System 4	System 4 hat die Gesamtsystem-Umwelt-Interaktion zum Gegenstand. Es analysiert die langfristige Verbindung des Gesamtsystems zu seiner Umwelt und initiiert die Anpassung an zukünftige Entwicklungen (Beer 1979, S. 235 ff.)
System 5	System 5 betrifft Aktivitäten der Konsensbildung auf einer Rekursionsstufe sowie die Konfliktbehandlung zwischen den Systemen 3 und 4. Es bildet die Werte, Normen und Regeln für die Stabilität des Gesamtsystems. System 5 erarbeitet die übergeordnete Unternehmenspolitik und -philosophie und trifft die grundsätzlichen, langfristigen Entscheidungen (Beer 1979, S. 259 ff.).

**Tabelle 2:** Komponenten eines VSM



Quelle: (Beer 1985, S.139)

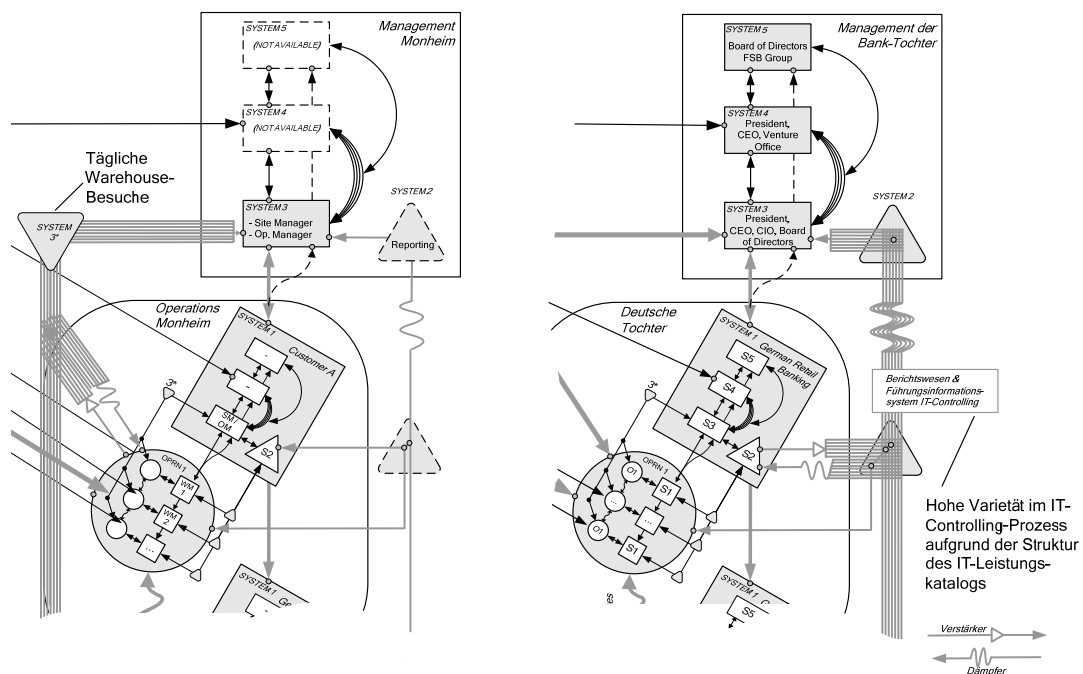
**Abbildung 2:** Konventionelle VSM-Darstellung mit zwei Rekursionsstufen

## 4.2 Anwendungsbeispiele

Die Interpretation und Analyse des Zeitbedarfes für die Kommunikationsaufgaben des Logistik-Dienstleisters arvato services healthcare (Abschnitt 3.1) basierend auf dem VSM führt zu folgender Bewertung der IuK-Struktur: Der Standortleiter verbrachte täglich sehr viel Zeit im Lager zur Klärung operativer Fragen. Infolge dessen blieb keine Zeit für System-4- und System-5-Funktionen, welche auch durch niemanden sonst wahrgenommen wurden. Des Weiteren erfolgte die Koordination zwischen den einzelnen Lager- und Customer Service-Managern oft in spontan einberufenen Treffen mit dem Standortleiter. Außerdem war das Berichtswesen nicht standardisiert und nicht

auf seine koordinierende Aufgabe als System 2 ausgelegt. Der linke Abschnitt von Abbildung 3 zeigt einige dieser Ergebnisse in der von Beer vorgeschlagenen Notation.

Diese Interpretation der erhobenen Daten führte u. a. zu folgenden Maßnahmen: Es wurden den Lager-Managern mehr Entscheidungsbefugnisse zur Lösung operativer Probleme zugestanden (Autonomie für System 1), neue wöchentliche Koordinations-treffen eingeführt (System 2), das Berichtswesen vollständig überarbeitet und vereinheitlicht (System 2) und neue Mitarbeiter für die Analyse und Implementierung der zukünftigen Entwicklung eingestellt (System 4). Das VSM half somit bei der Analyse der IuK-Struktur und der Ableitung von Handlungsmaßnahmen und führte im Rahmen der Analyse zu einer erheblich effektiveren und effizienteren Kommunikation innerhalb des Unternehmens.



**Abbildung 3:** Auszüge der VSMs von arvato services healthcare und der Bank-Tochter

Die Interpretation und Analyse des Berichtswesens und der IT-Controlling-Prozesse der deutschen Tochter der Großbank (Abschnitt 0) auf Basis des VSM führt zu folgender Bewertung: Eine der betrachteten organisatorischen Einheiten soll eine System-2-Funktion erfüllen und das IT-Controlling mit dem Ziel gestalten, die IT-Nutzung für die Geschäftseinheiten transparent zu machen. Diese Aufgabe ist erforderlich, weil die Abrechnung der IT-Leistungen mit über 1.000 sehr technischen Abrechnungsposten eine sehr hohe Varietät für die System-2-Funktion aufweist (rechter Abschnitt von Abbildung 3). Außerdem wurden die Berichte von einigen Geschäftseinheiten vollständig ignoriert, während andere Geschäftseinheiten zusätzliches Personal mit guten

IT-Kenntnissen für die Auswertung der Berichte abstellten. Das Gesetz der erforderlichen Varietät bestätigte sich in diesem Befund.

Als Ergebnis der Ist-Analyse wurde eine radikale Neugestaltung dieses Informationskanals vorgeschlagen. Empfohlen wurde eine drastische Reduzierung der verwendeten Abrechnungsposten des Leistungskatalogs durch eine Kapselung in IT-Produkte (Zarnekow 2004). Das Berichtswesen im IT-Controlling der Bank verwendet nun nur noch ca. 100 Abrechnungsposten, welche durch möglichst geschäftsbezogene Begriffe beschrieben werden.

## 5 Methode zur Analyse und Gestaltung von IuK-Strukturen

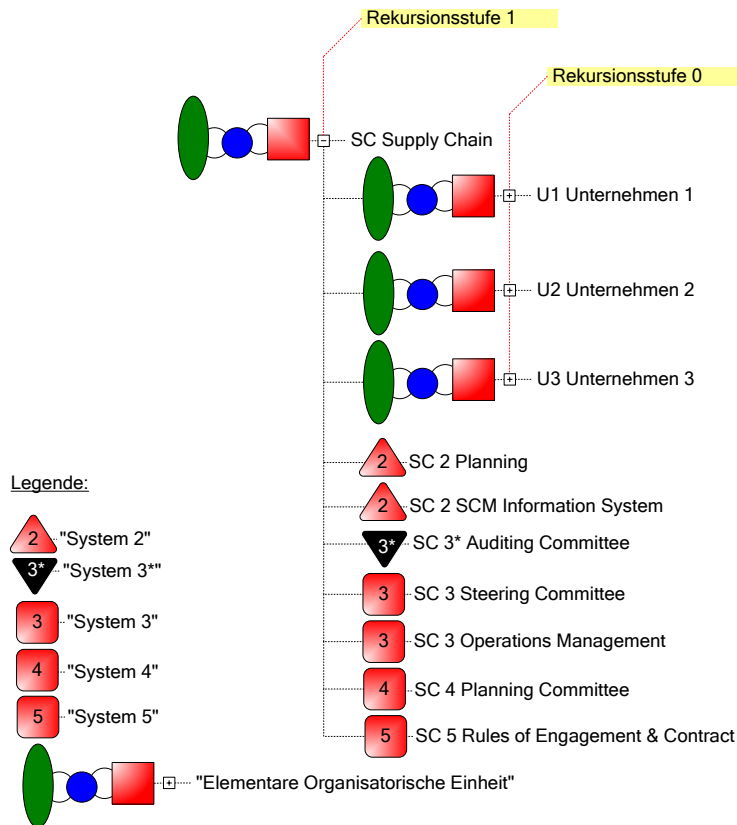
Verbreitete Ansätze zur Modellierung von Organisationsstrukturen wie z. B. Organigramme (Hansen und Neumann 2005, S. 183 ff.), OrgML (Frank und Lange 2007) oder EPK (Rosemann 1996) erlauben nicht die theoretisch verankerte Bewertung der Güte der IuK-Struktur. Mit dem VSM liegt jedoch eine theoretische Basis für diese Bewertung vor. Die Spezifikation einer entsprechenden Methode muss ein Vorgehen zur Problemlösung, eine Modellierungstechnik bestehend aus Handlungsanweisungen sowie konzeptionellem und repräsentationellem Sprachaspekt umfassen (Holten 2000, S. 4 ff.; Holten 2003a, S. 94 ff.). Die Ausführungen Beers hierzu sind unbefriedigend. Die grundlegenden Prinzipien des VSM wurden zwar formal spezifiziert (Beer 1994, S. 163-225), das vollständig entwickelte VSM ist aber lediglich mittels exemplarischer Darstellungen veranschaulicht (Anderton 1989, S. 41). Daher werden im Folgenden eine fachkonzeptionelle Modellierungssprache und Grundzüge einer Bewertungsmethode auf Basis des VSM entwickelt.

### 5.1 Konzeptioneller Sprachaspekt und Metamodell

Das VSM ist eine (Fach-)Sprache zur Beschreibung organisatorischer Sub-Systeme und der sie verbindenden IuK-Kanäle. In Abschnitt 4.1 wurden die Konstrukte des konzeptionellen Sprachaspektes skizziert. Der Zusammenhang der Sprachkonstrukte wird als Metamodell in Abbildung 4 in ERM-Notation dargestellt.

Ein VSM besteht aus (0 bis n) System Objects (SO). Jedes SO kann in unterschiedlichen VSMs verwendet werden. SOs können total und disjunkt in Elemental Organizational Unit (EOU), System 2 (S2), System 3 (S3), System 3\* (S3S), System 4 (S4) oder System 5 (S5) spezialisiert werden. Zwischen den SO bestehen Informationskanäle.





**Abbildung 5:** Beispiel für System-Perspektive einer Supply Chain

Eine weitere Repräsentationsform ist die *konventionelle Darstellung* der Sub-Systeme und Informationskanäle auf einer Rekursionsstufe. Diese geht auf Beer zurück und wurde bereits in Abschnitt 4 eingeführt. Die *Informationskanal-Perspektive* ermöglicht letztlich eine detaillierte Analyse und Gestaltung der Varietätsverstärker und -dämpfer eines ausgewählten Informationskanals und ist im unteren Abschnitt von Abbildung 6 exemplarisch dargestellt. Auch diese Darstellung geht auf Beer zurück (Beer 1985, S. 148 f.).

### 5.3 Varietäts-Engineering – Vorgehen und Methode

Das folgende Vorgehen ermöglicht als zentraler Baustein der Methode die Ableitung, Analyse und Gestaltung der Informationskanäle aus dem Modell der System-Perspektive. Es wird in Anlehnung an Beer als *Varietäts-Engineering* bezeichnet (Beer 1979, S. 39).

1. *Erstellung der System-Perspektive:* Durch die Sprachkonstrukte der System-Perspektive wird ein hierarchisches Modell des betrachteten VSM erstellt, welches alle identifizierten oder relevanten Sub-Systeme (Aufgabenträger oder Funktionen) auf den jeweils ausgewählten Rekursionsstufen enthält.

2. *Ableitung und Identifikation der notwendigen Informationskanäle*: Anhand der Relationship-Typen des Metamodells wird die Menge der theoretisch möglichen Informationskanal-Typen zwischen den Sub-Systemen aus dem Modell der System-Perspektive abgeleitet. Diese Menge gibt Anhaltspunkte für die weitere Analyse und Gestaltung der Informationskanäle auf der Instanzenebene.
3. *Auswahl eines Informationskanals*: Eine in der Hierarchie der System-Perspektive ausgewählte Rekursionsstufe kann in der konventionellen Darstellungsweise nach Beer grafisch dargestellt werden, um einen für einen Analysezweck relevanten Informationskanal auswählen zu können.
4. *Auswahl der betrachteten Sub-Systeme*: Da mehrere Sub-Systeme eines Typs durch einen Informationskanal-Typ verbunden werden können, erfolgt eine Auswahl der zu betrachtenden Sub-Systeme. Die Identifikation und Modellierung eines spezifischen Informationskanals ermöglicht das Messen der Varietät des Kanals.
5. *Analyse des Informationskanals*: Die Analyse des ausgewählten Kanals erfolgt in der Informationskanal-Perspektive. Hier wird der Regelkreis auf seine Varietät hin untersucht. Identifizierte Varietätsverstärker und -dämpfer sowie Stabilitätskriterien werden angegeben. Das Messen der Varietät des Informationskanals kann bspw. wie in Abschnitt 3 erläutert erfolgen.

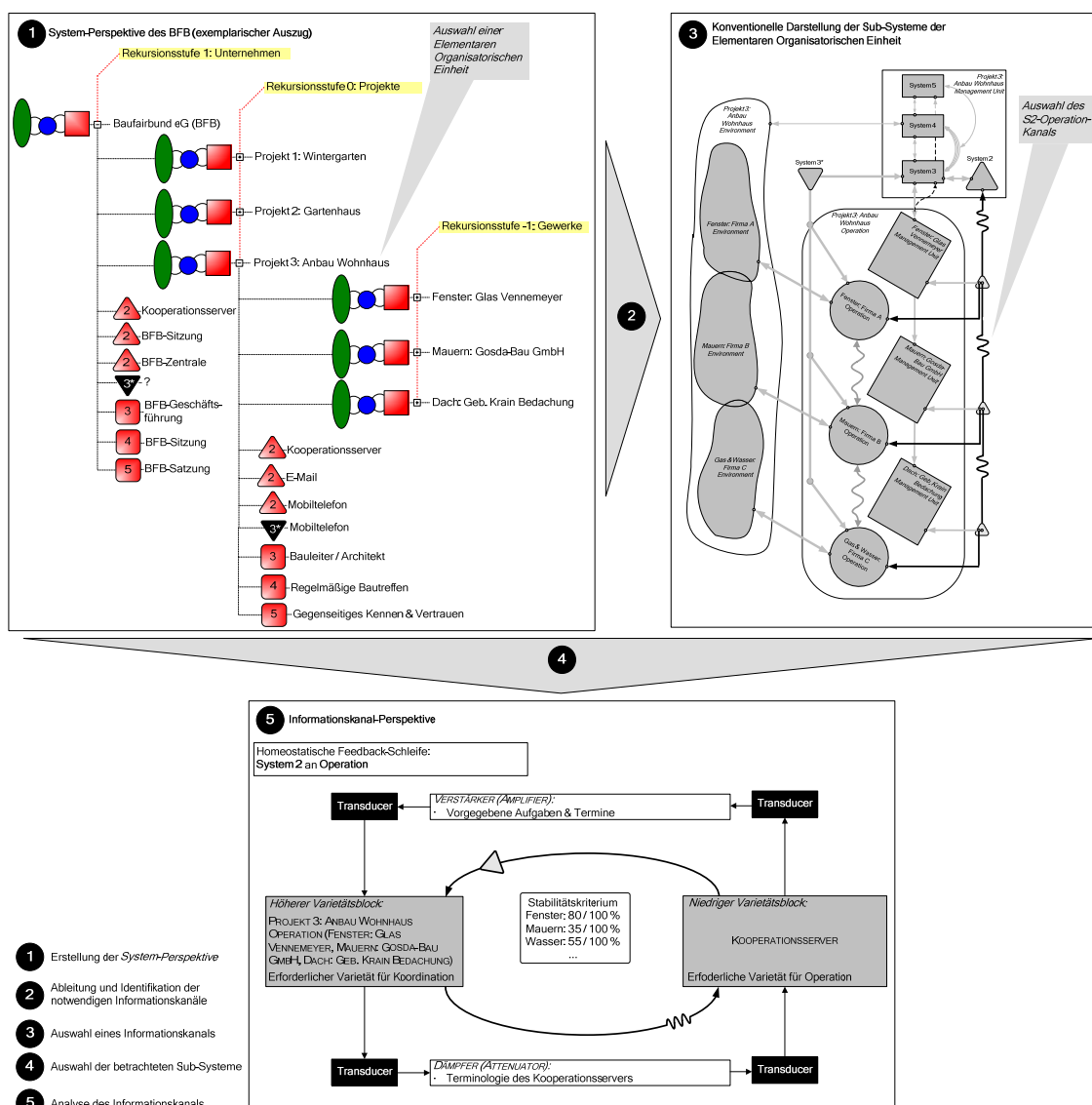
## **6 Evaluation anhand einer Case Study**

Zur Evaluation der Methode des Varietäts-Engineerings verwenden wir eine Case Study (Yin 2003) über die Erstellung und den Vertriebs hybrider Produkte aus dem Bereich *Facility Management* (Chotipanich 2004).

Die Baufairbund e.G. (BFB) in Ahlen wurde von Architekten und Handwerkern gegründet, die gemeinsame Bauvorhaben durchführen. Vom Architekten bis zum Zimmermann sind im BFB alle für Bauleistungen benötigten Gewerke vertreten. Mitarbeiter des BFB übernehmen in Projekten die Koordination der Gewerke. Dadurch soll der Informationsfluss zwischen allen Kooperationspartnern sichergestellt und für den Kunden an einer Stelle gebündelt werden. Neben dem fertig gestellten Gebäude sollen durch die enge Zusammenarbeit des BFB auch andere Dienstleistungen beim Bauen und Wohnen angeboten werden. Diese reichen von der ersten Beratung und der Finanzierung über die Planung und Durchführung des Bauvorhabens bis zu nachfolgenden Dienstleistungen rund um Wartung und Betrieb.

Die Analyse und Interpretation der IuK-Struktur anhand der Methode des Varietäts-Engineerings im Rahmen der Case Study ist in Abbildung 6 exemplarisch zusammen-

gefasst und führte u. a. zu folgenden Daten und Bewertungen: Der BFB führt zurzeit überwiegend kleinere Projekte (An- und Umbauten) mit durchschnittlich drei beteiligten Gewerken und einem Bauleiter durch. Zur Koordination steht den Gewerken innerhalb eines Projektes mit dem *Kooperationsserver* eine web-basierte Groupware-Lösung zur Verfügung, welcher dem Dokumentenaustausch und der Planung der einzelnen Arbeitsschritte eines Projektes dienen soll (System 2 auf der Rekursionsstufe der Projekte). Die Koordination eines Projektes erfolgt tatsächlich jedoch überwiegend per Mobiltelefon zwischen den Gewerken. Der Status von Aufträgen und Terminen hängt auf dem Kooperationsserver dem tatsächlichen Stand oft hinterher.



**Abbildung 6:** Auszug der Anwendung des Vorgehensmodells auf die Analyse des BFB

Die Handwerker innerhalb eines Projektes planen wenig, da sie viele Projekte gleichzeitig durchführen – dazu gehören auch Aufträge außerhalb des BFB auf eigene Rechnung. Da sich innerhalb des BFB alle Partner persönlich kennen und sich gegen-

seitig vertrauen, erfolgt die Absprache innerhalb von Projekten und zwischen Projekten (Rekursionsstufe des Unternehmens) oft spontan per Mobiltelefon. Die Handwerker sind durch die Mobiltelefonbenutzung sehr flexibel. Aufgrund der ungenügenden Pflege des Projektstatus im Kooperationsserver sind jedoch sowohl der Bauleiter zur Koordination der Gewerke innerhalb eines Projekts als auch die BFB-Zentrale zur Koordination der Gewerke zwischen Projekten ebenfalls auf die Kommunikation per Telefon und E-Mail angewiesen.

Der Kooperationsserver als System 2 auf der Rekursionsstufe der Projekte beinhaltet Projektaufgaben, Termine, Aufgabenstatus und Dokumente. Damit bietet er eine Terminologie für die Koordination der Projekte an. Allerdings ist seine Varietät auf Typebene auf der Rekursionsstufe der Projekte zu gering: Der Zeitaufwand für die Pflege von Kleinprojekten des BFB durch die Handwerker ist zu hoch. Zudem ist bei kleinen Projekten oft eine schnelle Reaktion notwendig, da die Gewerke flexibel sind und oft mehrere Baustellen am Tag besuchen. Die Gewerke gleichen die reduzierte Varietät durch die Mobiltelefonnutzung aus.

Seine eigentliche Aufgabe, die interne Transparenz in einem Projekt sicherzustellen, erfüllt der Kooperationsserver nicht. Er ist ein typisches Beispiel für ein Anwendungssystem, welches am Bedarf vorbei entwickelt wurde. Für größere Projekte mit einer umfassenderen Menge an Terminen, Kontrollen, Abnahmen und beteiligten Gewerken könnte sich der Kooperationsserver jedoch als vorteilhaft erweisen, da mit der Anzahl der beteiligten Gewerke die Varietät und der Koordinationsaufwand steigen.

## **7 Zusammenfassung und Ausblick**

Wir fassen die Ergebnisse mit Bezug auf die von (Hevner et al. 2004) vorgeschlagenen Leitlinien für Design Science Research zusammen. Die entwickelte Methode zum Varietäts-Engineering stellt ein Artefakt dar, ihre Relevanz ergibt sich aus der Bedeutung, die effiziente IuK-Kanäle für die Erstellung von hybriden Produkten und Dienstleistungen haben. Wir haben gezeigt, dass unsere Methode im Gegensatz zu anderen Methoden der Organisationsmodellierung auf den kybernetischen Konzepten Ashbys und Beers VSM als theoretischer Basis aufsetzt, und dass Beers eigene Ausführungen zur Anwendung des VSM unbefriedigend sind. Der wissenschaftliche Beitrag liegt damit in der Bereitstellung dieser Analyse- und Gestaltungsmethode (Methodology). Bei der Entwicklung der Methode sind wir nach dem Stand des Wissens der Wirtschaftsinformatik vorgegangen und haben die Komponenten Sprache, Technik und Vorgehen systematisch hergeleitet und entwickelt (Rigorosität). Bei der Überprüfung der Eignung der theoretischen Grundlagen haben wir auf Forschungsarbeiten zurückgegriffen, denen etablierte Forschungsmethoden (Action Research und

Action Cases) zugrunde liegen. Wir haben mit diesen Arbeiten erstens gezeigt, dass die eingesetzten Konstrukte funktionieren („That it does work“) und mit der Diskussion der theoretischen Hintergründe erklärt, warum das Artefakt funktioniert („Why it does work“). Damit wurde der Suchprozess im Rahmen unseres Design Science Forschungsprojektes dokumentiert. Zusätzlich zur Evaluation der Zwischenschritte durch Action Research und Action Cases (observational evaluation) haben wir die Nützlichkeit der Methode in einer kurzen Case Study aus dem Bereich des Facility-Managements im Rahmen der Erstellung hybrider Produkte evaluiert (descriptive evaluation).

Die Methode des Varietäts-Engineerings und die zugrundeliegende Modellierungssprache werden gemäß des Design Science Research Frameworks weiterentwickelt. Insbesondere für die Simulation der Kommunikationsaufgaben einer gegebenen IuK-Struktur ist ein entsprechendes Begriffsmodell zu entwickeln, welches die gemessenen Varietäten als Input nimmt und als Output die Güte der IuK-Struktur bestimmt. Anhand des erweiterten Begriffsmodells wird die vorgestellte Modellierungsmethode für die Analyse der IuK-Struktur detailliert formal spezifiziert und weiterentwickelt. Die Modellierungsmethode wird in einem geeigneten Werkzeug zur Unternehmensmodellierung prototypisch implementiert.

## Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesinnenministerium für Bildung und Forschung und dem Projektträger im Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum e.V., welche diese Arbeit im Rahmen des Forschungsprojektes Mind-Bau (Förderkennzeichen 01FD0611) ermöglicht haben.

## Literaturverzeichnis

- Anderton, R.* (1989): The need for formal development of the VSM. In: *R. Espejo, R. Harnden* (Hrsg.): The Viable System Model. Chichester, UK et al., S. 39-50.
- Anupindi, R.; Chopra, S.; Deshmukh, S. D.; Van Mieghem, J. A.; Zemel, E.* (2006): Managing Business Process Flows. Principles of Operations Management. 2. Aufl., Upper Saddle River, NJ, USA.
- Ashby, W. R.* (1964): An Introduction to Cybernetics. London, UK.
- Bar-Yam, Y.* (2004): Multiscale variety in complex systems. In: *Complexity*, 9 (4), S. 37-45.
- Baskerville, R. L.; Wood-Harper, A. T.* (1996): A critical perspective on action research as a method for information systems research. In: *Journal of Information Technology*, 11 (3), S. 235-246.
- Beer, S.* (1979): The Heart of Enterprise. Chichester et al.
- Beer, S.* (1981): Brain of the Firm. 2. Aufl., Chichester, UK et al.
- Beer, S.* (1985): Diagnosing the System for Organizations. Chichester, UK et al.
- Beer, S.* (1994): Towards the Cybernetic Factory. In: *R. Harnden, A. Leonard* (Hrsg.): How many grapes went into the wine: Stafford Beer on the art and science of holistic management. Chichester, UK et al., S. 163-225.
- Bititci, U. S.; Carrie, A. S.; McDevitt, L.* (1997): Integrated performance measurement systems: a development guide. In: *International Journal of Operations & Production Management*, 17 (5), S. 522-534.
- Braun, C.; Wortmann, F.; Hafner, M.; Winter, R.* (2005): Method Construction - A Core Approach to Organizational Engineering. (Hrsg.): Proceedings of the 20th ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2005). Santa Fe, New Mexico, USA, S. 1295-1299.
- Bullinger, H.-J.; Krämer, M.; Zähringer, D.* (2004): Logistik in der Dienstleistungswirtschaft. In: *P. Klaus, W. Krieger* (Hrsg.): Gabler Lexikon Logistik. Wiesbaden, S. 302.
- Bullinger, H.-J.; Scheer, A.-W.* (2005): Service Engineering. Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. Berlin et al.
- Campbell, A. E.; Shapiro, S. C.* (1995): Ontologic Mediation: An Overview. (Hrsg.): Proceedings of the IJCAI Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. S. 16-25.
- Chesbrough, H.; Spohrer, J.* (2006): A research manifesto for services science. In: *Communications of the ACM*, 49 (7), S. 35-40.
- Chopra, S.; Meindl, P.* (2007): Supply Chain Management. Strategy, Planning, and Operation. 3. Aufl., Upper Saddle River, New Jersey.
- Chotipanich, S.* (2004): Positioning Facility Management. In: *Facilities*, 22 (13/14), S. 364-372.
- Christopher, M.* (1998): Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service. 2. Aufl., London, UK.

- de Raadt, J. D. R.* (1987): Ashby's Law of Requisite Variety: An Empirical Study. In: *Cybernetics and Systems*, 18 (6), S. 517-536.
- Espejo, R.; Harnden, R.* (1989): *The Viable System Model*. Chichester, UK et al.
- Flechtner, H.-J.* (1984): *Grundbegriffe der Kybernetik. Eine Einführung*. München.
- Flood, R. L.; Carson, E. R.* (1993): *Dealing with Complexity. An Introduction to the Theory and Application of Systems Science*. New York, NY, USA.
- Frank, U.; Lange, C.* (2007): E-MEMO: a method to support the development of customized electronic commerce systems. In: *Information Systems and E-Business Management*, 5 (2), S. 93-116.
- Gomez, P.; Malik, F.; Oeller, K.-H.* (1975): *Systemmethodik. Grundlagen einer Methodik zur Erforschung und Gestaltung komplexer soziotechnischer Systeme*. Bern, Switzerland.
- Hansen, H. R.; Neumann, G.* (2005): *Wirtschaftsinformatik 1. Grundlagen und Anwendungen*. 9. Aufl., Stuttgart.
- Herring, C. E.* (2002): *Viable Software. The Intelligent Control Paradigm for Adaptable and Adaptive Architecture*. Dissertation, University of Queensland. Brisbane, Australia.
- Hevner, A.; March, S.; Park, J.; Ram, S.* (2004): Design Science in Information Systems Research. In: *MIS Quarterly*, 28 (1), S. 75-105.
- Holten, R.* (1999): *Entwicklung von Führungsinformationssystemen. Ein methodenorientierter Ansatz*. Wiesbaden.
- Holten, R.* (2000): Entwicklung einer Modellierungstechnik für Data Warehouse Fachkonzepte. In: *H. Schmidt* (Hrsg.): *Modellierung betrieblicher Informationssysteme. Proceedings der MobIS-Fachtagung 2000*. S. 3-21.
- Holten, R.* (2003a): *Integration von Informationssystemen. Theorie und Anwendung im Supply Chain Management*. Habilitation, Universität Münster. Münster.
- Holten, R.* (2003b): Specification of Management Views in Information Warehouse Projects. In: *Information Systems*, 28 (7), S. 709-751.
- Hughes, J.; Wood-Harper, A. T.* (1999): Systems development as a research act. In: *Journal of Information Technology*, 14 (1), S. 83-94.
- ISO* (1990): *ISO/IEC 10027: Information Technology. Information Resource Dictionary Systems (IRDS)-Framework, ISO/IEC Intl. Standard*. o. O.
- Jackson, M. C.* (2000): *Systems Approaches to Management*. New York, NY, USA.
- Jin, Y.; Levitt, R. E.* (1996): The Virtual Design Team: A Computational Model of Project Organizations. In: *Computational & Mathematical Organization Theory*, 2 (3), S. 171-196.
- Kasiske, F.* (2004): Wege zum Manager der Supply Chain. In: *H. Baumgarten, I.-L. Darkow, H. Zadek* (Hrsg.): *Supply Chain Steuerung und Services*. Berlin, Heidelberg, S. 151-156.
- Kawalek, P.; Wastell, D. G.* (1999): A Case Study Evaluation of the Use of the Viable System Model in Information Systems Development. In: *Journal of Database Management*, 10 (4), S. 24-32.
- Krcmar, H.* (2004): *Informationsmanagement*. 4. Aufl., Berlin et al.

- Kuntz, J. C.; Christiansen, T. R.; Cohen, G. P.; Jin, Y.; Levitt, R. E.* (1998): The Virtual Design Team. In: Communications of the ACM, 41 (11), S. 84-91.
- Laguna, M.; Marklund, J.* (2005): Business Process Modeling, Simulation, and Design. Upper Saddle River, NJ, USA.
- Laumann, M.; Rosenkranz, C.; Kolbe, H.* (2007): Diagnosing and Redesigning a Health(y) Organization - An avarto (Bertelsmann) Action Research Study. (Hrsg.): Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems (ECIS 2007) St. Gallen, Switzerland, S. 1990-2001.
- Malik, F.* (1996): Strategie des Managements komplexer Systeme. Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme. 5. Aufl., Bern, Switzerland et al.
- Nyström, C. A.* (2006): Designing Intranets for Viability - Approaching Organizational Empowerment and Participation. Doctoral dissertation, Umeå University. Umeå, Sweden.
- Pohle, G.; Korsten, P.; Ramamurthy, S.; Foecking, S.* (2005): The specialized enterprise: A fundamental redesign of firms. <http://www-1.ibm.com/services/us/index.wss/ibvstudy/imc/a1009224?cntxt=a1000401>, Abruf am 2007-06-26.
- Rivett, P.* (1977): The case for cybernetics. A critical appreciation. In: European Journal of Operational Research, 1 (1), S. 33-37.
- Rosemann, M.* (1996): Komplexitätsmanagement in Prozeßmodellen. Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Prozeßmodellierung. Wiesbaden, Germany.
- Rosenkranz, C.; Holten, R.* (2007): Measuring the Complexity of Information Systems and Organizations - Insights from an Action Case. (Hrsg.): Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems (ECIS 2007). St. Gallen, Switzerland, S. 2026-2037.
- Scheer, A.-W.; Spath, D.* (2004): Computer Aided Service Engineering. Informationssysteme in der Dienstleistungsentwicklung. Berlin et al.
- Schwaninger, M.* (2006): Intelligent Organizations. Powerful Models for Systemic Management. Berlin, Heidelberg, Germany.
- Spath, D.; Demuß, L.* (2003): Entwicklung hybrider Produkte - Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel. In: *H.-J. Bullinger, A.-W. Scheer* (Hrsg.): Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. Berlin, S. 468-478.
- Sucky, E.* (2003): Koordination in Supply Chains: Spieltheoretische Ansätze zur Ermittlung integrierter Bestell- und Produktionspolitiken. Dissertation, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt. Frankfurt am Main.
- Teubner, R. A.* (1999): Organisations- und Informationssystemgestaltung. Theoretische Grundlagen und integrierte Methoden. Wiesbaden.
- Thomas, O.; Walter, P.; Loos, P.; Schlicker, M.; Nüttgens, M.* (2007): Hybride Wertschöpfung im Maschinen- und Anlagenbau: Prozessorientierte Integration von Produktentwicklung und Servicedokumentation zur Unterstützung des

technischen Kundendienstes. In: A. Oberweis, C. Weinhardt, H. Gimpel, A. Koschmider, V. Pankratius, B. Schnizler (Hrsg.): Proceedings of the 8. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik Karlsruhe, Germany, S. 403-420.

*Tribolet, J.; Sousa, P.* (2004): Editorial Message: Special Track on Organizational Engineering. (Hrsg.): Proceedings of the 19th Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC'2004). Nicosia, Cyprus, S. 1337-1338.

*Uschold, M.; King, M.; Moralee, S.; Zorgios, Y.* (1998): The Enterprise Ontology. In: The Knowledge Engineering Review, 13 (1), S. 13-90.

*Vidgen, R.* (1998): Cybernetics and Business Processes: Using the Viable System Model to Develop an Enterprise Process Architecture. In: Knowledge and Process Management, 5 (2), S. 118-131.

*Welge, M. K.* (1987): Unternehmensführung. Band 2: Organisation. Stuttgart.

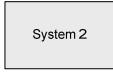

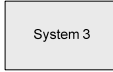

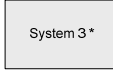

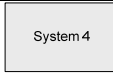

*Wiener, N.* (1961): Cybernetics. 2. Aufl., Cambridge, MA, USA.

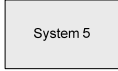

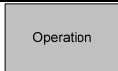

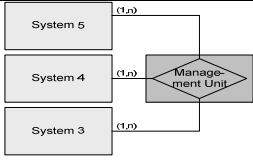
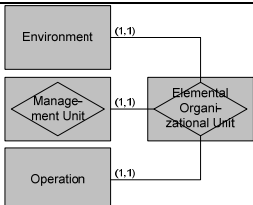
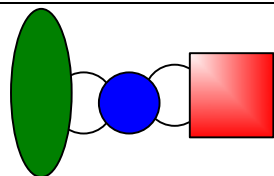
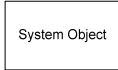
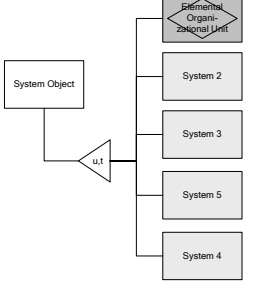
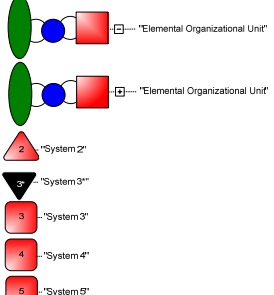
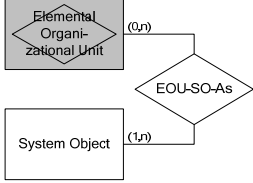
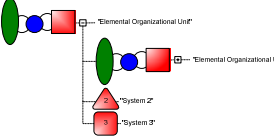
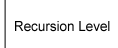
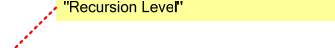
*WKWI* (1994): Profil der Wirtschaftsinformatik. Ausführungen der Wissenschaftlichen Kommission Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik, 36 (1), S. 80-81.

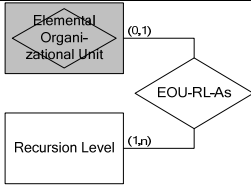
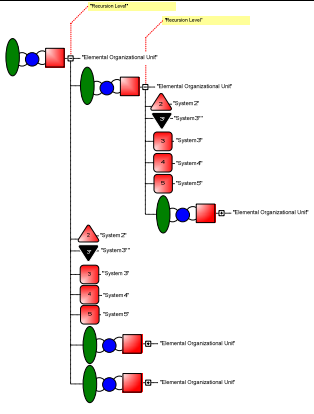
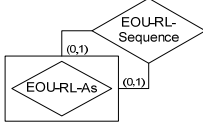
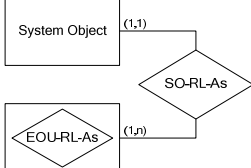
*Yin, R. K.* (2003): Case Study Research: Design and Methods. 3. Aufl., Thousand Oaks, CA, USA et al.

*Zarnekow, R.* (2004): Produktorientiertes Informationsmanagement. In: *R. Zarnekow, W. Brenner, H. H. Grohmann* (Hrsg.): Informationsmanagement. Konzepte und Strategien für die Praxis. Heidelberg, S. 41-56.

## Anhang

Conceptual Language Aspect	Linguistic Action and Statement	Meta Model Component	Object Language Symbol
System 2	Subsumption: The concept System 2 conducts a service function for the Elemental Operational Units of the System-in-focus and damps oscillations that occur between Operations.		
System 3	Subsumption: System 3 supervises all Operations. It optimizes the allocation of resources, assigns them to the divisions and regularly checks the use of these resources.		
System 3*	Subsumption: System 3* is the audit channel, which gives System 3 direct access to the state of affairs in the Operations. System 3 can obtain immediate information by using System 3*, instead of relying on information passed to it by divisional management.		
System 4	Subsumption: System 4 deals with the diagnosis of the long-term connection of the System-in-focus to its outside environment and its adaptation to future trends.		

System 5	Subsumption: System 5 embodies supreme values, rules and norms for the stabilization of the whole System-in-focus.		
Operation	Subsumption: The concept Operation comprises relevant operational activities that produce the (total) viable System-in-focus.		“Operation”
Environment	Subsumption: The concept Environment represents the (total) environment of the System-in-focus.		“Environment”
Management Unit	Composition: The concept Management Unit encloses all the managerial activity needed to ‘run’ the System-in-focus. Any Management Unit is composed of one or many System 3, System 4 and System 5 respectively (cardinalities (1,n)).		“Management Unit”
Elemental Organizational Unit (Division, System-in-focus, System 1)	Composition: The concept Elemental Organizational Unit is an embedment of a Management Unit in its Operation, and an embedment of all that in an Environment. Any Elemental Organizational Unit is composed of one Management Unit, Operation and Environment (cardinalities (1,1)). It represents the System-in-focus on each Recursion Level.		
System Object	Subsumption: Sub-systems of the System-in-focus which have a relationship to each other.		“System Object”
SO Classification (System Object Classification)	Subsumption and Subordination: The concept System Object is unequivocally and totally (Symbol u,t) specialized in the concepts Elemental Organizational Unit (System 1), System 2, System 3, System 3*, System 4 and System 5. These are part of the System-in-focus and belong to the Elemental Organizational Unit.		
EOU-SO-As (Elemental Organizational Unit System Object Association)	Composition: Relationship between concepts Elemental Organizational Unit and System Object. An Elemental Organizational Unit (possibly empty) requires a set of System Objects for its definition (cardinalities (0,n)). Any System Object requires a relationship to at least one Elemental Organizational Unit (cardinalities (1,n)). The Elemental Organizational Units that are not the System-in-focus are an interface for the transition into the next Recursion Level.		
Recursion Level	Subsumption: A viable system consists of recursive levels,		

	each of which is identified by a System-in-focus. System Objects are necessarily assigned to these levels.		
EOU-RL-As (Elemental Organizational Unit Recursion Level Association)	Composition: Relation between concepts Elemental Organizational Unit and Recursion Level. Any Organizational Unit is related to one or zero recursion level; zero if it is the uppermost level of the viable system (cardinalities (0,1)). A Recursion Level as an abstract object can be related to one or many Elemental Organizational Units (cardinalities (1,n)).		
EOU-RL-Sequence	Composition: There is an unequivocal order of Recursion Levels associated to a viable system. Each Recursion Level of a System-in-focus has zero or one predecessor and zero or one successor (cardinalities (0,1) on either side).		
SO-HL-As (System Object Elemental Organizational Unit Recursion Level Association Association)	Composition: Relationship between the concepts System Object and EOU-RL-As. Each System Object must unequivocally be associated to the Recursion Level of the System-in-focus to which it belongs (cardinalities (1,1)) and each Recursion Level must contain at least one or many System Objects (cardinalities (1,n)).		

**Tabelle 3:** Sprachkonstrukte System-Perspektive