

Kooperierende Workflow-Management-Systeme für Virtuelle Unternehmen

Thorsten Wewers und Wolfgang Faisst
Bereich Wirtschaftsinformatik I
Universität Erlangen-Nürnberg
90020 Nürnberg
{wewers, faisst}@wiso.uni-erlangen.de

Im Zuge der immer größer werdenden Verbreitung von innerbetrieblichen Workflow-Management-Systemen (WMS) wird der Ruf nach ihrer Verbindung laut. Wir stellen in diesem Beitrag ein Modell zur Workflow-Interoperabilität vor, das prototypisch für einen vereinfachten Angebotsprozeß eines Beispielbetriebes in einem gängigen WMS implementiert wurde. Kapitel 1 beschreibt das Anwendungsszenario, und die Kapitel 2 bis 4 entwickeln das Modell. Kapitel 5 gibt einen kurzen Ausblick.

1 Anwendungsszenario

Um unseren Gegenstand möglichst konkret zu machen, wählen wir einen Beispielbetrieb, dem wir den Namen IV-AG (Informationsverarbeitungs-AG) geben. Wir haben dieses Unternehmen den Strukturen eines real existierenden Herstellers von Hardware und Software nachempfunden, soweit sie öffentlich bekannt sind. Es handelt sich in diesem Fall nicht um ein Kooperationsprojekt.

Unser Erfahrungshintergrund ist die Entwicklung und Weiterentwicklung eines integrierten Workflow- und Dokumenten-Management-Systems im Kundenanfrage- und Angebotsprozeß eines Maschinenbauunternehmens, der eine Reihe innovativer Elemente enthält und auch vom VDMA zum Referenzmodell gewählt wurde [MoRW96]. Nachdem die Arbeiten zum innerbetrieblichen Workflow weitgehend geleistet sind und große Teile bereits in der Praxis laufen, arbeiten wir jetzt und in den nächsten Jahren an der Ausdehnung in den zwischenbetrieblichen Bereich. Ein anderes größeres Vorhaben befaßt sich mit der IV-Unterstützung Virtueller Unternehmen.

In diesem Diskussionsbeitrag versuchen wir aufzuzeigen, welche Verbindungslinien sich ergeben. In der frühen Phase, in der wir uns befinden, muß unser Papier zwangsläufig konzeptorischen oder spekulativen Charakter haben. Auf dieser Basis entwickeln wir die folgenden Vorstellungen, die von Seiten der Software jedoch realisiert wurden.

1.1 Unternehmensstruktur

Der IV-AG-Konzern zeigt Anzeichen einer Virtualisierung (vgl. Stufenmodell nach [AFHS95]). Die mehr als 200 Geschäftseinheiten agieren weltweit im Verbund des Gesamtunternehmens wie mittelständische Firmen nahe an ihren

Kunden. Unterstützt werden sie von etwa einem Dutzend Geschäftsgebieten, die für das Produkt-, Lösungs- und Servicegeschäft zuständig sind, sowie von den nationalen beziehungsweise regionalen Tochter- und Beteiligungsgesellschaften (vgl. Abb. 1). Diese offene Struktur fördert gleichermaßen die Vernetzung und Kooperation einzelner Geschäftseinheiten untereinander wie die Fähigkeit, mit externen Partnern flexibel zusammenzuarbeiten.

1.2 Projektmanagement (PM)

Das Projektmanagement-Team stellt die Schnittstelle zum Kunden dar (Großkunden wie eine große Behörde als langjähriger Stammkunde) und besteht aus einer kleinen Kernmannschaft. Es ist Ansprechpartner und Koordinator für alle Belange und Anforderungen des Kunden. Es übernimmt eine Art Brokerfunktion bei der Identifikation der für die Nutzung der Marktchance nötigen Kernkompetenzen und sorgt für die Disposition der Kundenbestellungen sowie für die ordnungsgemäße Auslieferung und Abrechnung in enger Abstimmung mit dem Kunden. Für den Kunden sollen die Abläufe und innerbetrieblichen Koordinationsmechanismen verborgen bleiben und die Leistung (im Sinne von „virtuell“) wie aus einer Hand erscheinen.

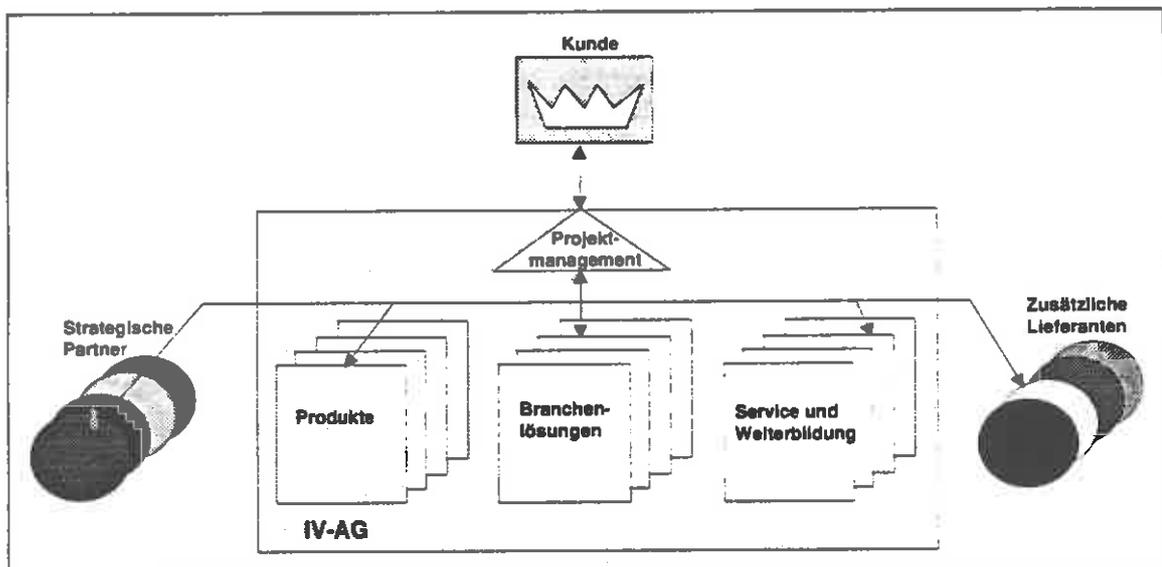


Abb. 1: Virtuelle Züge der Vertriebsorganisation bei der IV-AG

1.3 Mögliche Unterstützung des Anfrageprozesses durch ein WMS

Nachdem das PM den Kundenwunsch aufgenommen bzw. eine Anfrage angeregt hat, muß geklärt werden, welche innerbetrieblichen Einheiten und Partnerunternehmen für die Leistungserstellung in Frage kommen. Dazu dienen im Stile eines *IntraNets* interne WWW-Homepages für einzelne Mitarbeiter, Arbeitsgruppen oder Business Units, welche deren Fähigkeitsprofile, Projekterfahrung, Spezialkenntnisse u. a. enthalten. Diese ermöglichen es, Teams maßgeschneidert zusammenzustellen. Feste Partner sollten in dieses System ebenfalls aufgenommen werden. Für die Suche nach neuen Partnern eignen sich

Übersichtskataloge in Online-Diensten, wobei die Präsentationen der Unternehmen und Suchfunktionalitäten noch zu erweitern sind. Entsprechend der unterschiedlichen Bindungsstärke zu den Partnerunternehmen sind auch die WMS aufeinander abgestimmt. Hat das PM die Beteiligten zusammengestellt, so erfolgt die Verteilung der Vorgangsmappe mittels WMS. Damit auch die Angebotsformulare über die Unternehmensgrenzen hinweg elektronisch verschickt werden können, müssen bestehende Verbindungen evtl. erweitert und neue aufgebaut werden. Jeder Bereich hat seinen Teil kaufmännisch und technisch zu bewerten und bis zum festgelegten Zeitpunkt (Meilenstein) an das PM zu übermitteln. Die Einheiten füllen das Formular aus und fügen weitere Dokumente (Zeichnungen, Berechnungen, ...) der Vorgangsmappe hinzu. Aus den einzelnen Komponenten formt das PM ein Gesamtangebot, archiviert und versendet dieses (möglichst auch per WMS).

2 Workflow-Management-Systeme

In diesem Beitrag wird ein WMS angenommen, das auf einem Dokumenten-Management-System [Some84] basiert. Dies korrespondiert mit Geschäftsprozessen in der realen Welt, die im wesentlichen auch durch Vorgangsmappen, welche die relevanten Dokumente enthalten, gesteuert werden.

2.1 Geschäftsprozeßmodell

Unsere Überlegungen gehen von einem sehr einfachen Geschäftsprozeßmodell auf Basis eines Aktivitätennetzes aus. Jeder Knoten in diesem Graphen stellt eine Aktivität dar, die von einer bestimmten Rolle unter Zuhilfenahme vorhandener Anwendungssysteme ausgeführt wird. Die Verbindung zur Organisationsstruktur wird über die Rolle geschaffen: Jedem Mitarbeiter sind Rollen zugeordnet, die ihn für bestimmte Aufgaben qualifizieren. Die Kanten zwischen Aktivitäten kennzeichnen den Dokumenten- bzw. den Kontrollfluß. Weitere Aspekte des WMS, wie die Abbildung der Organisationsstruktur oder die Integration von Anwendungssystemen, seien hier nicht weiter behandelt.

Aktivitätennetze der beschriebenen Form lassen sich aus Geschäftsprozeßmodellierungen gewinnen, die mit computergestützten Modellierungstools erstellt wurden.

2.2 Systemarchitektur

Wir unterstellen für die WMS, welche die Bürovorgänge im Projektmanagement sowie in den einzelnen Geschäftseinheiten unterstützen, eine WMS-Architektur (vgl. [Jabl95]), wie sie beispielsweise im Referenzmodell der Workflow-Management-Coalition [WfMC94] dargestellt ist (vgl. Abb. 2). Der Kern dieses Modells ist die sog. *Workflow-Engine*, welche mit Hilfe von Prozeßdefinitionen die einzelnen Workflows ausführt, d. h. die Benutzer mit den durchzuführenden Aufgaben und den dazu benötigten Daten versorgt. Wir beschränken uns im folgenden ausschließlich auf das Interface 4, die Schnittstelle zwischen zwei verschiedenen Workflow-Management-Systemen (zu einer genaueren Be-

schreibung des Referenzmodells der Workflow-Management-Coalition vgl. beispielsweise [Vers95]).

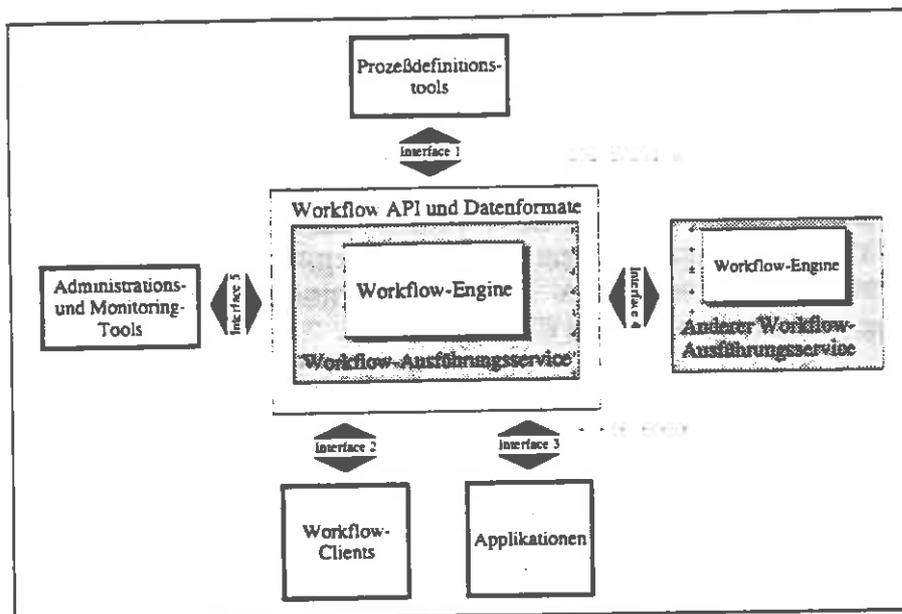


Abb. 2: Referenzarchitektur für ein WMS

3 Interoperabilität von Workflow-Management-Systemen

3.1 Definitionen

Workflow-Interoperabilität wird von der Workflow-Management-Coalition definiert als „die Fähigkeit zweier oder mehrerer Workflow-Engines zur Kommunikation und Zusammenarbeit, um Workflow-Instanzen zu koordinieren und Engine-übergreifend auszuführen“ [ICL95]. Ein solches System ist dann „offen“, „wenn es seine Schnittstellen der System- und Anwendungssoftware zur Zusammenarbeit mit anderen Systemen ‚offenlegt‘“ [Rein93].

Zum Zweck der Kooperation müssen Workflow-Management-Systeme zum einen Workflow-relevante Daten und zum anderen Applikationsdaten austauschen. Erstere können den Ablauf eines Geschäftsprozesses beeinflussen. Beispielsweise mag ein Kundenanfrageformular eines Maschinenbauunternehmens ein Feld enthalten, in dem der Kunde angibt, ob er eine FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) wünscht; kreuzt der Kunde dieses Feld nicht an, so wird diese Aktivität im Workflow übersprungen [MoRW96]. Das Dokumenten-Management-System (DMS) verwaltet im vorliegenden Fall eines DMS-basierten WMS die Applikationsdaten.

Liegen zwei oder mehrere auf völlig verschiedenen Hardware- und Software-Systemen laufende WMS vor, so stellt sich noch die Frage nach der Verteilung des darunterliegenden DMS. Im Falle zweier getrennter Unternehmen oder weitgehend selbständig arbeitender Geschäftseinheiten, wie beim Projektmanagement der IV-AG, können auch zwei völlig separierte DMS vorliegen, die

miteinander kommunizieren und Dokumente austauschen müssen. Genauso gut lassen sich aber auch zwei WMS vorstellen, die auf demselben DMS arbeiten. Überlegungen hinsichtlich verteilter DMS fallen jedoch in den Bereich verteilter Datenbank-Management-Systeme (vgl. z. B. [BeGr92]) und sollen hier nicht Gegenstand der Untersuchung sein. Damit beschränken wir uns auf den Austausch Workflow-relevanter Daten.

3.2 Topologie kooperierender Geschäftsprozesse

Wie in Abschnitt 2.1 ausgeführt, gehen wir zur Workflow-Spezifikation von einem einfachen Aktivitätennetz aus. Zwei solche Netze, die in zwei getrennten WMS definiert sind, müssen miteinander verbunden werden. Dies kann man sich auf mehrere Arten vorstellen [WfMC96]: Im Verlaufe einer Aktivität wird ein zweiter Prozeß auf einem anderen WMS gestartet, und der erste Prozeß wartet auf die Beendigung des zweiten (vgl. Abb. 3a). Dies wird als „synchroner“ Prozeßstart bezeichnet. Ein „asynchroner“ Prozeßstart liegt vor, wenn der startende Prozeß parallel zum gestarteten Prozeß weiterläuft (vgl. Abb. 3b). In diesem Fall muß der zweite Prozeß nach seiner Abarbeitung eine Notifikation an den ersten schicken. Außerdem sollte es möglich sein, daß sich Aktivitäten in parallel laufenden Prozessen synchronisieren. An solchen Synchronisationspunkten findet dann i. allg. ein Datenaustausch statt; für den PM-Angebotsprozeß könnte dies z. B. heißen, daß ein parallel gestarteter Erstmuster-Prozeß in seinem Ablauf zu einem bestimmten Zeitpunkt Konstruktionsdaten aus dem Angebotsprozeß benötigt.

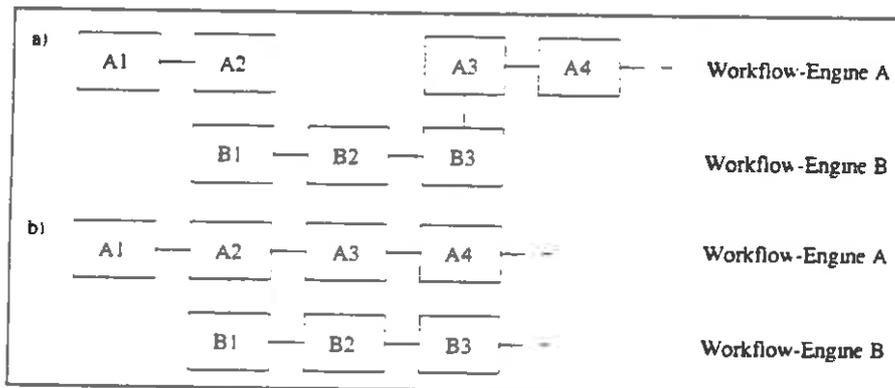


Abb. 3: Topologie kooperierender Geschäftsprozesse

3.3 Integrations- und Kommunikationsmodell

In dem in Abb. 4 dargestellten Integrationsmodell liegen zwei kooperierende Workflow-Management-Systeme in der obersten Schicht, die mit der Anwendungsschicht des ISO/OSI-Referenzmodells der Kommunikation (Schicht 7) übereinstimmt (in Anlehnung an [Fais95]). Zur Realisierung der darunterliegenden Schichten sind verschiedene Mechanismen denkbar.

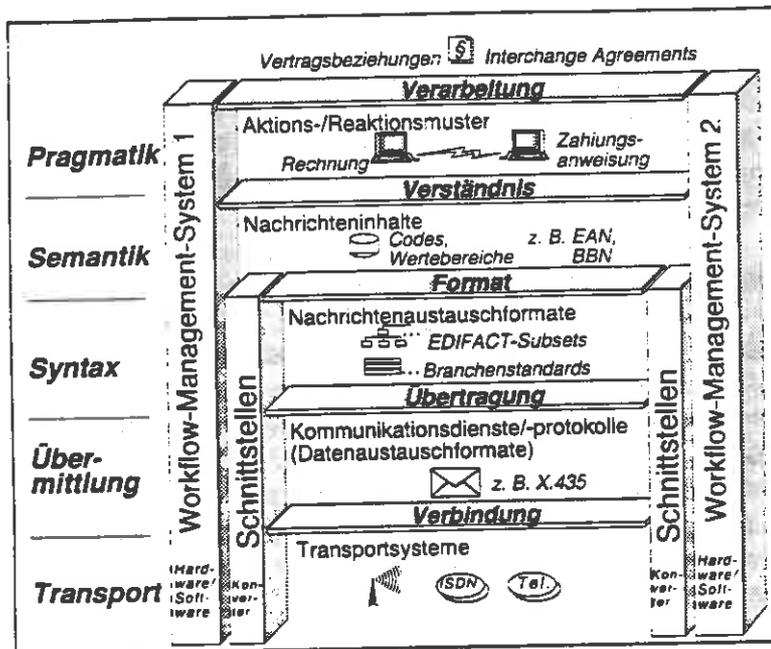


Abb. 4: Integrationsmodell

Eine verbindungsorientierte Kommunikation, deren wesentliches Merkmal der Aufbau einer permanenten physikalischen Kopplung zwischen Sender und Empfänger ist, bietet DCE (Distributed Computer Environment) der Open Software Foundation, das auf dem Mechanismus des Funktionsfernaufrufs (RPC, Remote Procedure Call) beruht [Wend95]. Im Bereich der objektorientierten Programmierung existiert CORBA (Common Object Request Broker)

der OMG (Object Management Group), das eine Kommunikation verteilter Objekte ermöglicht, die zudem auch noch mit verschiedenen Programmiersprachen realisiert sein können [OMG92; Rösc95].

EDIFACT ist ein Beispiel für verbindungslose Kommunikation, bei der demnach keine Verbindung zwischen Sender und Empfänger besteht. Über den Nachrichtentyp einer EDIFACT-Sendung wird festgelegt, welcher Geschäftsprozeß auf dem entfernten Rechner gestartet werden soll. Die Nachricht selbst stellt dann das Initialdokument für den Workflow dar [Fran91; McCu94]. Des Weiteren sind spezielle Sprachen denkbar, die im Gegensatz zu EDIFACT durch eine rekursive Syntax definiert sind und damit über ein einfaches „flaches“ Datenformat hinausgehen [Covi96].

Wir haben uns aus folgenden Gründen für eine verbindungslose, Internet-Mail-basierte Kommunikation im Stile von Microsofts *MAPI Workflow Framework* [Micr95; Micr93] entschieden:

- Sie stellt die einfachste Form dar, sämtliche Implementierungsdetails, Hardware- und Software-Architekturen zu verbergen.
- Die meisten WMS bieten einen Internet-Mail-Anschluß.
- Nur die wenigsten WMS sind integriert mit botschaftenbasierten Workflow-Lösungen wie beispielsweise Elektronischen Formularen [Thé94].
- Das Internet bietet nahezu unbegrenzte Möglichkeiten der Kommunikation.
- Immer mehr betriebswirtschaftliche Standardsoftware bietet Verbindungen zum Internet; SAP stellte unlängst eine Internet-Komponente für das System R/3 vor [o.V.96].

4 Nachrichtenbasierte Workflow-Interoperabilität im Projektmanagement-Prozeß

4.1 Architektur

In Abb. 5 ist das Basisarchitekturmodell dargestellt. Die Workflow-Engine eines WMS stellt ein Workflow-API (WAPI, API = Application Programming Interface) zur Verfügung, das es gestattet, sämtliche Funktionalitäten eines WMS über eine definierte Schnittstelle zu benutzen, also bspw. Funktionen zur Definition

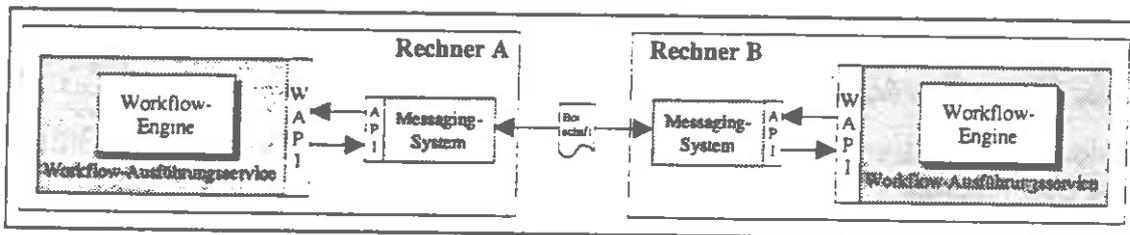


Abb. 5: Architektur nachrichtenbasierter Workflow-Interoperabilität

und Instanziierung eines Geschäftsprozesses oder Funktionen zum Abfragen des Prozeßzustandes. Des weiteren setzen wir ein API des Nachrichtensystems voraus. Zwischen diesen beiden moderiert ein Server-Prozeß, der die Mailbox in regelmäßigen Abständen nach Botschaften für das WMS durchsucht, vorgefundene Botschaften analysiert und in entsprechende WAPI-Aufrufe umsetzt. Nachrichten, die das WMS an andere Systeme weitergibt, werden ebenfalls über diesen Prozeß gehandhabt.

4.2 Nachrichtentypen

```
To: bflow@rechner2.wil.uni-erlangen.de
WFCOMMAND
  ExecuteWF
SessionId
  1
SequenceNr
  15
SourceWFID
  98765
WFTypename
  Bereichsanfrage
WFFolder
  12345
```

Abb. 6: Beispiel einer Nachricht zum Starten eines Workflows

Nachrichtentypen, die unser System bietet, dienen dem Verbindungsauf- und -abbau (connect, disconnect, ping), der Workflow-Instanziierung (start, abort, notify, execute) und dem Austausch Workflow-relevanter Daten (set, get). Eine Nachricht ist ein ASCII-File, das aus einer Reihe von Schlüsselwörtern besteht, denen ein oder mehrere Parameter folgen. Abb. 6 zeigt das Beispiel einer Nachricht an ein zweites WMS, einen Workflow vom Typ Bereichsanfrage

synchron zu starten. Dazu werden mit dem Schlüsselwort `WFTypename` der gewünschte Prozeßtyp und mit `WFCOMMAND` das Kommando (`ExecuteWF`) spezifiziert. Die `SourceWFID` dient dem Empfänger, den Sender später, etwa zur Bestätigung der Workflow-Instanziierung, zu erreichen. Um das Initialdoku-

ment ggf. vom Sender nachzufordern, wird die Identitätsnummer des Dokuments mit übergeben. Für die Flußkontrolle ist die Sequenznummer wichtig, da Mails verloren gehen können. Sequenznummern werden je Verbindung verwaltet (SessionId).

4.3 Implementierung in einem Standard-WMS

Für die prototypische Umsetzung unserer Architektur samt der Nachrichtentypen haben wir das WMS BusinessFlow[®] der Firma COI GmbH, Herzogenaurach [COI95] verwendet. Abb. 7 zeigt die Hauptmaske, die jeder Mitarbeiter auf seinem Bildschirm sieht und die die Aufgabenliste mit allen Prozessen, für die der Mitarbeiter Aufgaben durchzuführen hat, enthält.

BusinessFlow basiert auf dem Dokumenten-Management-System DOSSIER desselben Anbieters und besitzt eine Client/Server-Architektur unter Unix. Für BusinessFlow-Clients existiert auch eine Implementierung auf PCs. Das gesamte System ist in der objektorientierten, interpretierenden Sprache OEL (Object-oriented Extensible Language) programmiert, und für die Ablaufdefinition eines Geschäftsprozeßtyps steht eine spezielle Klassenbibliothek, *Floware*, zur Verfügung, welche die Definition in einer hierarchischen, skriptähnlichen Notation erlaubt (vgl. Abb. 8). Die eigentlichen Aktionen finden auf Ebene der *FWClientActions* statt, d. h., dort steht der Name einer Methode, die auf der Client-Seite aufgerufen wird, wenn die Aktivität zur Ausführung ansteht. Darüber hinaus gibt es auch ein graphisches Tool, *VisualFloware*, zur Geschäftsprozeßmodellierung, das in einem nächsten Schritt um Elemente für die Kommunikation mit fernen WMS zu erweitern wäre.

The screenshot shows a window titled "SDWM - Integriertes Dokumenten- und Workflow-Management - BIA Herzogenaurach". Below the title bar is a menu bar with "Datei", "Bearbeiten", "Suchen", "Anwendungssysteme", "Einstellungen", "Administration", "Extras", and "Hilfe". A toolbar contains various icons. Below the toolbar, it says "Benutzer: Kress Walter angemeldet. Rechte: siehe Benutzerprofil". The main area is a table with columns: "Id", "Bezeichnung", "Typ", "Familie", "Cursor", "Status", "F", "Gr", and "Dr. (Dr.)".

Id	Bezeichnung	Typ	Familie	Cursor	Status	F	Gr	Dr. (Dr.)
Schreibtisch								
18157	98712	Folder	Accounting Mana	Arbeitsbereich	gültig	0		0
18159	88153318	Folder	Angebotsfolder	Arbeitsbereich	gültig	0		0
1	Eingangspost							
1	Ausgangspost							
12	Ergebnisse Labo	An Assen Klaus	12.12.95 14:23	Gesendet/Gelöset				
	Miedervorlage							
1	Aufgabenliste							
161-1	883. Spindelfab	Anfrage/Angebot	Angebotspreis	e	neue Anfrage			
148-1	test99	Anfrage/Angebot	Miederholübung					
141-1	test99	Anfrage/Angebot	Miederholübung					
158-1	test99	Anfrage/Angebot	Pflichtenheft	e				
142-1	test99	Anfrage/Angebot	Ablehngeschre					
143-1	test99	Anfrage/Angebot	Ablehngeschre					
165-1	test100	Anfrage/Angebot	Uergang planen		neue Anfrage			
166-1	prtest	Anfrage/Angebot	Uergang planen		neue Anfrage			
167-1	prtest	Anfrage/Angebot	Uergang planen		neue Anfrage			
168-1	883. Spindelfab	Anfrage/Angebot	Uergang planen		neue Anfrage			
171-1	4712	Folder	Angebotsfolder	Bewertung der T	gültig	Ok		5
173-1	4712	Folder	Accounting Mana	Zusammensteller	gültig	Ok		5
175-1	98712	Folder	Accounting Mana	Urteilen Anfre	gültig	Ok		5
176-1	88153318	Folder	Angebotsfolder	Bewertung der T	gültig	Ok		5

Abb. 7: BusinessFlow-Hauptmaske

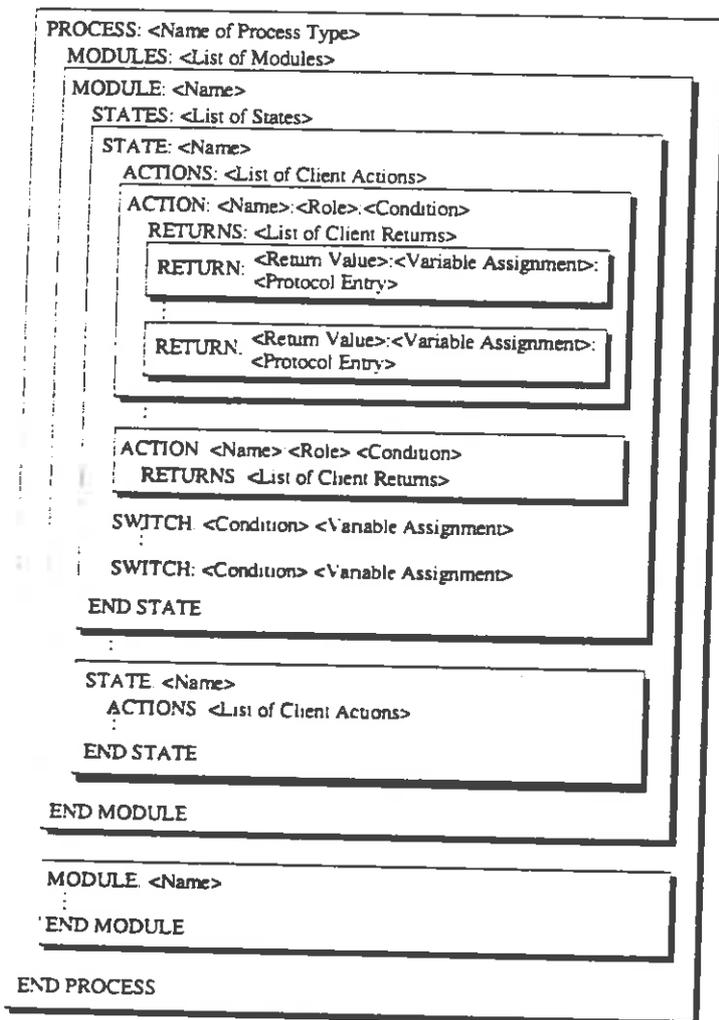


Abb. 8: Floware-Klassenhierarchie

In unseren Implementierungsarbeiten beschränkten wir uns auf die Floware-Klassenbibliothek und ergänzten sie um einige Klassen wie FWStartProcess, FWExecuteProcess oder FWNotifyProcess, die dafür sorgen, daß entsprechende Botschaften *zusammgebaut* und an die per IP-Adresse spezifizierte Workflow-Engine gesandt werden. Angenommen ist an dieser Stelle, daß nur *ein* WMS auf jedem Rechner läuft und für das WMS eine spezielle Mailbox mit einem eindeutigen Namen eingerichtet wurde. Auf der Seite des Empfängers (und natürlich auch auf der Seite des Senders, da zwischen zwei WMS in unserem Modell keine einseitig definierte Client/Server-Beziehung besteht) läuft oben beschriebener Prozeß, der aufgrund der in der Mailbox vorgefundenen Botschaften entsprechende WAPI-Auf-

rufe des empfangenden BusinessFlow-Servers durchführt.

Für den prototypischen PM-Angebotsprozeß definierten wir zwei einfache Ablaufketten: Eine Kette stellt den Teilprozeß im PM selbst dar, die dann einen zweiten Workflow beispielhaft in einer Geschäftseinheit startet und auf dessen Beendigung wartet.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der zunehmenden Standardisierung, wie sie auch die Workflow-Management-Coalition vorantreibt, können selbst heterogene, gewachsene IV-Systemlandschaften ohne große Sunk Costs verbunden werden. Der vorgestellte Ansatz erlaubt die flexible Anbindung alter wie auch neuer Partner. So kommt man dem Ziel der schnellen Kopplung der IV nach dem „Plug and Play“-Prinzip (vgl. [Fais95]) bei Stereoanlagen immer näher. Im beschriebenen Szenario geschieht die Kommunikation der beteiligten Unternehmen über Internet-Mail bzw. X.400. Die für den obigen Anfrageprozeß entworfene und implementierte Architektur kooperierender Workflow-Management-Systeme wird im Rahmen des

Forschungsprojekts „Zwischenbetrieblich integrierte IV für sichere Entsorgungsprozesse“ (BayFORSYS und Informatik-Forschungsgruppe B der Universität Erlangen-Nürnberg) angepaßt werden.

Literatur

- [AFHS95] *Arnold, O., Faisst, W., Härtling, M. und Sieber, P.*: Virtuelle Unternehmen als Unternehmenstyp der Zukunft? In: HMD - Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik 32 (1995) 185, S. 8 ff.
- [BeGr92] *Bell, D. und Grimson, J.*: Distributed Database Systems. Addison-Wesley Publishers Ltd., Reading (GB) 1992.
- [COI95] COI GmbH (Hrsg.): BusinessFlow Vorgangsmanagement, Herzogenaurach 1995.
- [Covi96] *Covington, M.A.*: Toward a New Type of Language for Electronic Commerce. In: Nunamaker jr., J.F. et al. (Hrsg.): Proceedings of the 29th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos 1996.
- [Fais95] *Faisst, W.*: Welche IV-Systeme sollte ein Virtuelles Unternehmen haben? Arbeitspapier der Reihe „Informations- und Kommunikationssysteme als Gestaltungselement Virtueller Unternehmen“ Nr. 1/1995, Universitäten Bern, Leipzig, Erlangen-Nürnberg 1995.
- [Fran91] *Frank, U.*: Anwendungsnahe Standards der Datenverarbeitung: Anforderungen und Potentiale. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 33 (1991) 2, S. 100 ff.
- [ICL95] *Anderson, M.J.*: Workflow Standards Interoperability Approaches (ICL-Dok. ICL/LOGICON/DL-003). ICL, London 1995.
- [Jabl95] *Jablonski, S.*: Workflow-Management-Systeme - Modellierung und Architektur. Thomson Publ., Bonn 1995.
- [McCu94] *McCusker, T.*: How To Get More Value From EDI. In: Datamation 40 (1994) 9, S. 56 ff.
- [Micr93] Microsoft Messaging Application Program Interface (MAPI). Microsoft Corporation (Hrsg.), Redmond (WA), USA, 1993.
- [Micr95] Microsoft MAPI Workflow Framework: Overview and Reference (Draft-Version 2.5). Microsoft Corporation (Hrsg.), Redmond (WA), USA, 1995.
- [MoRW96] *Morschheuser, S., Raufer, H. und Wargitsch, C.*: Challenges and Solutions of Document and Workflow Management in a Manufacturing Enterprise: A Case Study. In: Nunamaker jr., J.F. et al. (Hrsg.): Proceedings of the 29th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos 1996.
- [o.V.96] *o.V.*: Die SAP AG rüstet R/3 für den Eintritt ins Internet-Zeitalter. In: Computerwoche vom 19.01.1996, S. 1 ff.

- [OMG92] *Object Management Group: The Common Object Request Broker: Architecture and Specification.* John Wiley & Sons, 1992.
- [Rein93] *Reinwald, B.: Workflow-Management in verteilten Systemen.* Teubner, Leipzig 1993.
- [Rösc95] *Rösch, M.: Strategische Auswirkungen von CORBA auf die Anwendungsentwicklung der Zukunft.* In: HMD - Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik 32 (1995) 186, S. 85 ff.
- [Some84] *Somerville, P.J.: Use of Images in Commercial and Office Systems.* In: IBM Systems Journal 23 (1984) 3, S. 281 ff.
- [Thé94] *Thé, L.: E-Forms Get Smarter.* In: Datamation 40 (1994) 23, S. 67 ff.
- [Vers95] *Versteegen, G.: Den Tendenzen zum Wildwuchs entgegenwirken - Workflow Management Coalition ist um Standardisierung bemüht.* In: Computerwoche Extra 3 vom 18.08.1995, S. 12 ff.
- [Wend95] *Wendel, D.: An DCE führt kein Weg vorbei.* In: Diebold Management Report (1995) 4, S. 18 ff.
- [WfMC94] *Workflow Management Coalition Glossary.* Workflow Management Coalition, Brüssel 1994.
- [WfMC96] *Anderson, M.J.: Draft Workflow Standard - Interoperability Specification (WfMC-Dok. WFMC-TC-1012).* Workflow Management Coalition, Brüssel 1996.