Universität Stuttgart
Institut für Parallele und Verteilte Höchstleistungsrechner
Verbundprojekt PoliFlow

Verbundprojekt PoliFlow
Anpassungsfähige Workflow-Systeme
Zwischenbericht 6/95

Modellierung und Beschreibung anpassungsfähiger WFMS - Kurzfassung

Version: **1.0**

Vom: **30.6.1995**

Status: **Final**

Von: **Dipl.-Inform. Reiner Siebert**
Abteilung Anwendersoftware

Breitwiesenstraße 20-22
D-70565 Stuttgart
Telefon: D-711 7816-431 Fax: D-711 7816-424
Mail: Reiner.Siebert@informatik.uni-stuttgart.de

Modellierung und Beschreibung anpassungsfähiger WFMS - Kurzfassung

Einleitend sollen einige Grundlagen der Prozeßmodellierung erörtert werden und Erfahrungen aus Anwendungsgebieten der Prozeßmodellierung auf die Modellierung von Workflows übertragen werden. Anschließend werden die wesentlichen Aspekte einer Workflow-Beschreibung diskutiert und daraus Anforderungen abgeleitet.
Am Ende werden dann einige Formalismen zur Beschreibung von Workflows gegenübergestellt und einzelne Systeme beispielhaft vorgestellt.

Prozeßmodellierung

Grundbegriffe der Prozeßmodellierung

Jedes Modell stellt eine abstrakte Repräsentation der realen Welt bzw. eines Ausschnitts dieser realen Welt dar. Bei der Modellbildung werden nicht alle Details der Realität abgebildet; vielmehr versucht man, die Komplexität durch Abstraktion zu reduzieren. Dabei werden irrelevante Details eliminiert und bestimmte Charakteristika durch die Wahl des Modells hervorgehoben.
Die Modellbildung ist somit ein stark individueller Vorgang und wird zum einen von der Aufgabe bzw. der Verwendung des Modells geprägt; zum anderen ist sie stark von der subjektiven Vorstellung abhängig, die der Erzeuger des Modells von der realen Welt besitzt.

In welchem Sinne der Begriff Prozeßmodell verwendet wird, wird durch eine Definition aus [CuKeOv92], S. 76 verdeutlicht: “A process model is an abstract description of an actual or proposed process that represents selected process elements that are considered important to the purpose of the model and can be enacted by a human or machine.”

Anwendungsgebiete der Prozeßmodellierung

Zwei Anwendungsgebiete, in denen Prozeßmodelle eine wichtige Rolle spielen sind das Geschäftsprozeßmanagement und die Software-Entwicklung. Diese werden zuerst betrachtet, bevor die Rolle der Prozeßmodellierung für WFMS diskutiert wird.

Methoden und Tools der Geschäftsprozeßmodellierung (Business Process Modeling, BPM) werden in unterschiedlichen Geschäftsbereichen eingesetzt. Dazu gehören vor allem die Produktion, Entwicklung und Verwaltung. Dabei ist der Trend von der statischen, strukturorientierten Sichtweise zu einer dynamischen, verhaltensorientierten Sichtweise zu beobachten [FeSiEl93].
Neben den allgemeinen Zielbereichen, welche die Simulation, Optimierung und Vorgangssteuerung einschließen, sind im Bereich des BPM vor allem folgende Aufgaben zu erwähnen:
- Modellierung der Unternehmensprozesse zur ständigen Verbesserung (Reengineering)
- Modellierung des Zielsystems, das auf den Entwicklungsprozeß abgebildet werden kann
- Besondere Berücksichtigung der Leistungserstellung (im Zusammenhang mit dem Faktor Zeit)
- Simulation, Analyse

Neben der Planung der Software-Entwicklungsprozesse, liegt das Nutzenpotential in diesem Anwendungsgebiet vor allem im Erfassen der Prozesse zur Verständigung über Abläufe, in der Unterstützung der Kommunikation zwischen Subprozessen und in der ständigen Verbesserung der Prozesse. Weitere wesentliche Aufgaben sind die Messung und Auswertung relevanter Prozeßdaten (z.B. durch Metriken) sowie die Anleitung und Ausführung der Prozesse.
Die Software-Entwicklungsprozesse bzw. deren Modellierung zeichnen sich durch einige spezifische Merkmale aus, weshalb häufig deskriptive Modelle verwendet werden. Durch die große Dynamik und Unbestimmtheit der Prozesse basieren viele Modelle auf in- oder halbformalen Beschreibungssprachen mit textuellen Notationen [KelRom91].

Workflow-Modellierung

Workflow-Systeme werden in der Regel nicht für eine spezielle Anwendungsumgebung entwikkelt, sondern sollen als Informationssysteme in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden können. Somit sollten die Grundbestandteile eines WFMS geeignet sein, Vorgänge in unterschiedlichen Anwendungsbereichen zu kontrollieren und zu steuern.

Obwohl nahezu alle angesprochenen Prozeßmodelle Aktivitäten, Objekte und Rollen [KelRom91] beschreiben und eine Vielzahl gemeinsamer Aufgaben und Funktionen haben, besitzen diese in den verschiedenen Prozeßmodellen doch einen unterschiedlichen Stellenwert. So liegt die Hauptaufgabe der WFMS in der Kontrolle und Steuerung der Vorgänge. Die Ausführung der Aktivitäten selbst (in denen der eigentlich produktive Teil der Arbeit geleistet wird), steht nicht im Vordergrund des Interesses. Zu den Schwerpunkten der WFMS gehören [Jablon95a]:
- die automatisierte Steuerung und Kontrolle der Prozesse,
- Unterstützung der Koordination und Kommunikation zusammenhängender Teilaufgaben,
- die Gewährleistung der Sicherheit und Konsistenz zu jedem Zeitpunkt der Ausführung
- höchstmögliche Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der zu steuernden Vorgänge
- die Integration von Tools,
- Interoperabilität und weit verteilte Ausführung der Workflows.

In der Vergangenheit wurden Workflow-Systeme überwiegend in den Zusammenhang mit stark strukturierten Prozessen gebracht. Je stärker die Struktur eines Prozesses vorgegeben ist und je früher die Prozeßparameter festgelegt werden können, um so einfacher läßt sich die Durchführung der Prozesse automatisieren. Andererseits wird durch die Beschränkung auf die Unterstützung dieser strukturierten Workflows das Anwendungsfeld stark eingeschränkt. Mittlerweile gewinnen Ad Hoc Workflows und die Anpassungsfähigkeit bereits definierter Workflows zunehmend an Bedeutung. So sollen auch Prozesse gesteuert werden, deren Durchführung nicht vollständig oder gar nicht vordefiniert werden kann [Duitsh94].

Eine wesentliche Voraussetzung für verschiedene Qualitätsfaktoren des Modells ist nach [Jablon95a] die Modularität dieser Aspekte. Jablonski stellt fünf Anforderungen an die Modularität eines Workflow-Modells vor, die hier noch durch eine sechste ergänzt werden:
Modulare Dekomposition, Modulare Komposition, Modulare Verständlichkeit, Modulare Kontinuität, Modulare Fehlerbegrenzung, Modulare Erweiterbarkeit

Basisaspekte einer Workflow-Beschreibung

Ein allgemein üblicher Ansatz zur Beschreibung eines Prozesses durch mehrere Aspekte (Sichten) ist die Trennung der funktionalen, der verhaltensbezogenen, der informationalen und der organisatorischen Aspekte [CuKeOv92].
Wie in zahlreichen Prozeßmodellen in der Vergangenheit, bilden diese vier Basisaspekte auch den Grundstock der Workflow-Modelle, wenngleich den verhaltensorientierten Aspekten eine besondere Bedeutung zukommt.

Funktionale Aspekte

Die funktionalen Aspekte eines Workflows beschreiben, was innerhalb dieses Workflows ausgeführt werden soll bzw. aus welchen Bestandteilen sich der Workflow konstituiert.
Wichtig hierbei ist die Verfeinerung der Workflows bis auf die Ebene elementarer Workflows (Aktivitäten), die Definition von Workflow-Parametern und Bedingungen, wie Plausibilitäts- und Integritätsbedingungen für Ein- bzw. Ausgabewerte oder die Synchronisation mit externen Ereignissen. Auch können zu den einzelnen Aktivitäten Vor- oder Nachbereitungsroutinen definiert werden.

Verhaltensbezogene Aspekte

Die verhaltensbezogenen Aspekte eines Workflows bestimmen wann und unter welchen Bedingungen Workflows und Aktivitäten ausgeführt werden bzw. in welchen Beziehungen diese miteinander stehen. Dabei können vier verschiedene Teilaspekte identifiziert werden:

- Elementare und zusammengesetzte Kontrollstrukturen
  Die üblichen, aus den Programmiersprachen bekannten Kontrollkonstrukte, sind erforderlich: Sequenz, bedingte Verzweigung, unbedingte Verzweigung und verschiedene Schleifen. Darüber hinaus können zusammengesetzte oder spezielle Konstrukte die Definition erheblich vereinfachen und erhöhen die Verständlichkeit komplexer Workflows (Option, Reihe etc.).
- Deskriptive Kontrollstrukturen
  Eine weitere Klasse von Kontrollkonstrukten bilden deskriptive Strukturen, die nicht nur durch eine kompakte Beschreibung auffallen, sondern auch die Ausdrucksmächtigkeit der möglichen Kontrollstrukturen erweitern. Neben den einfachen Strukturen wie oben (->(A;B), if (cond(); A; B), ||(A;B), not A), können komplexere Strukturen definiert werden, die Zeit- oder Existenzbedingungen beinhalten:
  <(A;B) ... Limitierung,
  >(B;A) ... Verzögerung,
  ⇒(A;B) ... Existenzabhängigkeit.
- Ereignisse
  Neben den internen Strukturen zur Beschreibung und Definition des Kontrollflusses hängt das Verhalten eines Workflows häufig auch vom Eintreten bestimmter Ereignisse ab. Diese können sich unterschiedlich auf das Verhalten der Workflows auswirken (z.B. Synchronisation von Workflows, Start eines Subworkflows etc.). Ereignisse sind atomare Erscheinungen; ihr Auftreten steht im Zusammenhang mit einem genau definierbaren Zeitpunkt [CharMis94]. Zur

Definition und Steuerung von Workflows sind folgende Arten von Ereignissen relevant:
- Interne Ereignisse (z.B. Zustandsübergänge)
- Externe Ereignisse (z.B. benutzerdefinierte)
- Zeitbezogene Ereignisse (absolute, relative, periodische)

- Bedingungen und Prädikate
  Bedingungen oder Prädikaten kommen bei der Steuerung der Workflows eine große Bedeutung zu. Sie werden im Zusammenhang mit Kontrollstrukturen, Datenstrukturen und Ereignissen verwendet und tragen maßgeblich zur Flexibilität bei. Innerhalb dieser Bedingungen sollten Informationen bzgl.
  - Workflow-relevanten Applikationsdaten
  - Workflow-Kontrolldaten
  - Ereignissen und Zuständen der Workflows und
  - vom Benutzer definierte Sachverhalte verarbeitet werden können.

Informationale Aspekte

Die informationalen Aspekte eines Workflows beschreiben Datenobjekte die innerhalb eines Workflows relevant sind. Grundsätzlich müssen zwei verschiedene Arten von Informationen innerhalb eines WFMS unterschieden werden - Kontrolldaten und Anwendungsdaten [WFMC94].

Die Workflow-Kontrolldaten dienen nur der Steuerung und Kontrolle des Workflows. Es handelt sich dabei um interne Daten, die vom Workflow-System (WFS) verwaltet werden und sich somit eindeutig in der Kontrollsphäre des WFMS befinden. Bei den Workflow-Anwendungsdaten (Produktionsdaten [Jablon95a]) handelt es sich um Daten, die zur Ausführung einzelner Aktivitäten oder Workflows notwendig sind bzw. dort erzeugt werden; häufig werden sie mit Hilfe mehr oder weniger integrierter Anwendungsprogramme erzeugt und liegen somit zunächst außerhalb der Kontrollsphäre des WFMS.
Die Workflow-relevanten Anwendungsdaten nehmen als dritte Art der Workflow-Daten eine Zwischenstellung ein. Es handelt sich um Teile von Anwendungsdaten oder Informationen, die aus Anwendungsdaten ermittelt werden, die aber zur Kontrolle des Workflows erforderlich sind.

Organisatorische Aspekte

Die organisatorischen Aspekte einer Workflow-Definition beschreiben wo bzw. von wem Workflows durchgeführt werden. Je detaillierter die organisatorischen Aspekte eines Workflows beschrieben werden, desto flexibler kann die Ausführung des Workflows gestaltet werden. Dabei ist auch innerhalb der organisatorischen Aspekte auf eine gute Modularisierung zu achten.
Die Fragestellung, wem ein Workflow bzw. eine Aktivität übergeben wird, betrifft folgende Teilaspekte:
- Wer soll die Aktivitäten ausführen (Gruppe/Einzelperson)?
- Wer kommt für die Ausführung der Aktivitäten in Frage (direkte/indirekte Zuordnung)?
- Nach welchen Kriterien werden die Aktoren als Bearbeiter ausgewählt (Zuteilungsstrategie)?

Spezielle Aspekte einer Workflow-Beschreibung

Neben den oben genannten Basisaspekten sind aus verschiedenen Anwendungsgebieten bereits weitere Sichten etabliert, wie die operationalen (Anleitung und Durchführung) und die kausalen Aspekte (Geschäftsprozeßmodellierung), oder sie wurden ausführlich in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert (transaktionalen Aspekte).
Neben diesen häufig beschriebenen Aspekten, wurden drei weitere Bereiche identifiziert, die speziell zur Beschreibung und Durchführung von Workflows erforderlich sind. Die reine Steuerung der Prozesse stellt sicherlich die Hauptaufgabe eines WFMS dar; darüber hinaus birgt der Einsatz dieser Systeme weitere Nutzenpotentiale wie z.B. die Versorgung der Mitarbeiter und des Managements mit Vorgangsinformationen. Auch die Anpassungsfähigkeit der Workflows und Aspekte wie Datenschutz und -sicherheit in weit verteilten WFMS werden in diesem Kapitel als eigene Sichten auf Workflows diskutiert.

- Operationale Aspekte
  Die operationalen Aspekte einer Workflow-Beschreibung bestimmen wie ein Workflow (bzw. eine Aktivität) ausgeführt werden soll. Dabei muß zum einen berücksichtigt werden, wie stark die Durchführung der Prozesse durch das WFMS gesteuert wird; zum anderen muß auf die Ausführung der einzelnen Aktivitäten eingegangen werden.

- Kausale Aspekte
  Die Fragestellung, warum Workflows existieren bzw. wozu sie beitragen, konstituiert die kausalen Aspekte einer Workflow-Beschreibung. Kausale Informationen können ebenfalls zur Steuerung von Workflows verwendet werden. Aufgrund dieser Informationen können laufende Workflows u.U. abgebrochen oder der Ablauf existierender Workflows beeinflußt werden.

- Transaktionale Aspekte
  Die transaktionalen Aspekte eines Workflows befassen sich mit der Konsistenz, der Persistenz und dem Verhalten in Ausnahme- oder Fehlerfällen.
  Die Ausführung einzelner Teilschritte eines Workflows in einem weit verteilten System muß soweit geschützt werden, daß die gewünschte Ausführungssemantik des Workflows garantiert werden kann. Teilweise erfordert dies Maßnahmen von der Systemebene bis zur Anwendungsebene (z.B. Definition bestimmter transaktionaler Charakteristika) des Workflows.

- Anpassungsaspekte
  Bisher wurden Vorgangssteuerungssysteme überwiegend in Bereichen eingesetzt, in denen die zu steuernden Vorgänge klar definiert und sehr gut strukturiert waren. Die Gegebenheiten in vielen Prozeßumgebungen erfordern jedoch sehr flexible und anpassungsfähige Systeme, die auch weniger strukturierte oder nicht im voraus definierte Prozesse unterstützen können.
  Eine Maßnahme hierfür ist, die Workflows anpassungsfähig zu gestalten. Bezüglich dieser Anpassungsaspekte sollte aus einer Workflow-Beschreibung hervorgehen,
  - welche Workflow-Parameter geändert werden dürfen,
  - von wem diese geändert werden dürfen,
  - zu welchem Zeitpunkt dies geschehen kann und ggfs.
  - unter welchen Bedingungen diese Änderungen durchgeführt werden dürfen.

- Management-Aspekte
  Die Informationsfunktion speziell des Managements stellt eine wichtige Aufgabe dar, die durch WFMS in hohem Maße unterstützt werden kann. Bisher sind meist isolierte Projektmanagement-Systeme oder Management-Informationssysteme im Einsatz, deren Einsatz sehr aufwendig ist. Ein Großteil der relevanten Informationen kann aus einem WFMS gewonnen und zur Verfügung gestellt werden. Teilaspekte des Managements sind:
  - Protokollierung bzw. Historie
  - Zeitliche Aspekte
  - Controlling

- Sicherheitsaspekte
  In dieser Sicht werden die Aspekte Datenschutz, Datensicherheit und die lokale Verteilung von Daten und Workflows beschrieben.
  Einerseits sollen die einzelnen Teile eines Workflows auf verschiedenen Rechnern verteilt ausgeführt werden können, andererseits besteht gerade bei sehr sensitiven Prozessen ein großes Bedürfnis nach Datenschutz und Datensicherheit. Dieser Konflikt in der Zielsetzung tritt selten innerhalb eines gemeinsamen Workflows auf; ein flexibles WFMS sollte jedoch in der Lage sein, beiden Anforderungen getrennt gerecht zu werden. Auch hier wurden wieder drei verschiedene Komponenten ermittelt:
  - Sicherheit
  - Datenschutz
  - explizite Verteilung

Anforderungen an eine allgemeine Workflow-Beschreibung

In diesem Unterkapitel werden Anforderungen an eine Beschreibungssprache von Workflows ermittelt und tabellarisch zusammengestellt. Dabei wird unterschieden in
- nichtfunktionale Anforderungen (allgemeine, externe/interne Repräsentation)
- funktionale Anforderungen (können aus den vorigen Kapiteln abgeleitet wurden).

Die Anforderungen werden nach dem Grad ihrer Bedeutung für ein flexibles WFMS klassifiziert und den Kategorien MUST, SHOULD und WANT zugeordnet.

Die Gesamtheit der Informationen, die zur Ausführung eines Workflows notwendig ist, läßt sich in zwei Arten unterteilen. Im allgemeinen Teil der Beschreibung werden Informationen dargestellt, die für alle Workflows gültig sind und während der Durchführung extrahiert werden können. Organisatorisches Wissen zum Beispiel kann allgemeingültig definiert und von allen Workflows verwendet werden (Rollen). Im Gegensatz dazu sind im spezifischen Teil der Beschreibung diejenigen Informationen enthalten, die von Workflow zu Workflow unterschiedlich sein können und sollen (z.B. Spezifikation einer Rolle, die zur Bearbeitung erforderlich ist). Nach der Diskussion aller Aspekte im vorigen Kapitel, soll der Schwerpunkt jetzt auf der Workflow-spezifischen Beschreibung liegen, die natürlich von der Struktur und den Inhalten der allgemeinen Beschreibung abhängt.

Allgemeine Nichtfunktionale Anforderungen

- Vollständigkeit: Die Beschreibung eines Workflows sollte zusammen mit den allgemeinen Beschreibungsteilen (z.B. Organisationsmodell) alle Informationen enthalten, die zur Ausführung und Kontrolle des Workflows erforderlich sind.
- Mächtigkeit: Die WF-Definition sollte mächtig genug sein, um eine Vielzahl unterschiedlicher und komplexer Vorgänge beschreiben zu können und nicht auf die Beschreibung eines speziellen Typs von Prozessen beschränkt sein.
- Eindeutigkeit und Konsistenz: Auch wenn die Beschreibung aus einzelnen, sich ergänzenden Komponenten besteht, muß sie in ihrer Gesamtheit eindeutig und konsistent sein.
- Verfeinerung: Workflows sollen auf mehreren Abstraktionsebenen darstellbar sein.
- Änderbarkeit: Die Workflow-Beschreibung soll zur Laufzeit änderbar sein. Dies beinhaltet Änderungen und Erweiterungen von Seiten des Systems und durch den Benutzer.
- Anpassungsfähigkeit: Zur Steuerung komplexer Vorgänge ist u.a. erforderlich, daß die Prozeßbeschreibung flexibel und anpassungsfähig gestaltet werden kann.
- Vergangenheitsbezug: Neben den aktuellen Informationen zur Steuerung des weiteren Ablaufes sollen auch Informationen über den bereits durchgeführten Teil des Workflows in der Beschreibung enthalten sein.

Nichtfunktionale Anforderungen an die externe Repräsentation

- Überführbarkeit: Die WF-Definition sollte so beschaffen sein, daß sie entweder direkt ausführbar ist oder automatisch in eine interne Beschreibung überführt werden kann.
- Verständlichkeit: Die Beschreibungssprache zur Definition eines Workflows mit allen notwendigen Zusatzinformationen sollte so einfach wie möglich sein.
- Modularität: Die Definition und die externe Repräsentation sollte in modulare Komponenten unterteilt werden können, die jeweils spezielle Aspekte der Workflows widerspiegeln.
- Prüfbarkeit: Auch die externe Repräsentation sollte, die für die Definition wichtigsten Prüfungen (z.B. Konsistenz oder Plausibilität) erlauben.
- Benutzerfreundlichkeit: Hierbei ist besonders auf drei Aspekte zu achten: die Wiederverwendung von Definitionen (Bibliotheken), die Nutzung geeigneter Default-Werte bei der Definition und die Wartbarkeit der bereits existierenden Workflow-Beschreibungen.

Nichtfunktionale Anforderungen an die interne Repräsentation

- Ausführbarkeit: Die interne Repräsentation der Workflow-Beschreibung muß (nach der Initialisierung) automatisch ausgeführt werden können.
- Darstellbarkeit: Von der internen Repräsentation muß eine Abbildung auf die externe Repräsentation möglich sein, die alle relevanten Details (verlustfrei) enthält.
- Analysierbarkeit und Meßbarkeit: Die Beschreibung sollte hinreichend formal sein, um notwendige Analysen (Deadlocks, Erreichbarkeit etc.) der Prozesse zu erlauben und erforderliche Prozeßattribute messen zu können.

Bekannte Formalismen zur Workflow-Beschreibung

In diesem Kapitel werden Prozeßmodelle u.a. nach der Art der verwendeten Notationen klassifiziert und die Eignung dreier Klassen, der netzbasierten, der prozeduralen und der regelbasierten Formalismen untersucht.

Übersicht und Klassifikation von Prozeßmodellen

Ein Merkmal nach dem klassifiziert werden kann, ist die vorrangige Orientierung der Modelle, d.h. welche Objekte im Vordergrund des Interesses stehen. Hierbei können drei Arten von Modellen unterschieden werden: daten-, aktivitäten- und ereignisorientierte Modelle.
Zur Beschreibung von Workflows bieten sich vor allem der aktivitäten- und der ereignisorientierte Ansatz an, da die Kontrolle und Steuerung der Aktivitäten bzw. der Subworkflows die zentrale Aufgabe darstellt. Ereignisse können besonders dann von Bedeutung sein, wenn durch sie die Aktivitäten gesteuert (kontrolliert) werden.

Grundsätzlich kann man zwei Arten der Ablaufkontrolle unterscheiden: die präskriptive und die deskriptive Ablaufkontrolle [Jablon95b].
“Wenn sie die alternative Ausführungsreihenfolgen nur über die Auswertung von vorgegebenen Ablaufbedingungen zuläßt, spricht man von präskriptiver Ablaufkontrolle; wenn sie eine Menge äquivalenter Ausführungsreihenfolgen unterstützt, wird sie deskriptiv genannt”.

Eine zweite Art der Klassifikation ist die Unterscheidung nach der Art der verwendeten Beschreibungsformalismen. Zwei ähnliche Klassifikationen findet man in [CuKeOv92] und [PenShu91]. Diesen Ansätzen folgend werden die bereits erwähnten drei Arten von Notationen beschrieben.

Netzbasierte Beschreibungen

Im Bereich der graphen- und netzorientierten Beschreibungen gibt es einige einfache Basisformalismen (z.B. S/T-Netze), einige standardisierte höhere Netztypen (CP-Netze, Pr/T-Netze) und eine Vielzahl mehr oder weniger verbreiteter Individuallösungen.
Häufig werden Netze eingesetzt, um dynamisches, nebenläufiges Verhalten zu beschreiben und zu analysieren. In den Basisformalismen (z.B. Petrinetzen) stehen meist nur eine sehr geringe Anzahl syntaktischer Elemente zur Verfügung, was den Sprachenumfang zwar sehr übersichtlich hält, die Darstellung komplexer Sachverhalte jedoch häufig aufwendig und unübersichtlich werden läßt. Daraufhin wurden verschiedene spezielle Netze (höhere Petrinetze) entwickelt, welche in der Regel eine kompaktere Darstellungsform ermöglichen, ohne die Mächtigkeit der darstellbaren Vorgänge jedoch wesentlich zu erweitern (Prädikat-Transitionsnetze, gefärbte, zeitbezogene, stochastische Petrinetze). Da auch diese Standardnetze nicht immer geeignet sind, spezielle Gegebenheiten zu beschreiben, wurden sie in verschiedenen Projekten und Produkten spezialisiert und erweitert (RFA-Netze, Funsoft-Netze etc.).

Die Beschreibung von Vorgängen mit petrinetzähnlichen Modellen erfolgt in der Regel auf folgende Art und Weise:
- Aktivitäten werden auf Transitionen abgebildet,
- Zustände werden auf Stellen abgebildet und

- Marken beschreiben je nach Modell den Daten- oder Kontrollfluß des Vorgangs.
Durch ihre formale Darstellung lassen sie sich gut übersetzen bzw. maschinell ausführen, ermöglichen umfangreiche Analyse- und Simulationsmöglichkeiten und eignen sich daher gut für die interne Repräsentation einer Prozeßbeschreibung. Darüber hinaus lassen sich netzbasierte Beschreibungen sehr gut graphisch darstellen und weisen damit eine hohe Pragmatik aus, die zur Verständlichkeit der Beschreibung erheblich beiträgt. Sie können daher auch zur externen Repräsentation der Beschreibung verwendet werden.
Auf die einzelnen Netze soll im weiteren nicht näher eingegangen werden, es wird auf die Fachliteratur verwiesen. Zur Prüfung der Eignung wurden insbesondere die folgenden Netzarten betrachtet:

- Stellen-/Transitionsnetze (S/T-Netze) als einfache Netze
- Colorierte (CP-Netze) und Prädikat-/Transitions-Netze (Pr/T-Netze) als höhere Netze und
- Role/Function/Action-Netze (RFA-Netze) und Funsoft-Netze als spezielle Netztypen.

Programmiersprachenähnliche Beschreibungen

Auch prozedurale Notationen können zur Beschreibung von Vorgängen eingesetzt werden. Für einfacher Prozesse, die keinen besonderen Ansprüche an die Kontrollkonstrukte stellen, können sie gut verwendet werden. Sind die Vorgänge auch noch gut strukturiert und zum Zeitpunkt der Definition vollständig bekannt, eignet sich die prozedurale Beschreibung mit ihren präskriptiven Eigenschaften gut und ist auch leicht ausführbar. Allerdings stoßen die Sprachen an ihre Grenzen, wenn es darum geht deskriptive Kontrollkonstrukte zu integrieren, oder komplexe Abhängigkeiten zwischen Aktivitäten auszudrücken.

Hierfür eignen sich besonders regelbasierte Systeme, weshalb diese auch häufig für Workflow-Beschreibungen ausgewählt werden. Die Regeln dienen also dazu, das Verhalten des Workflows zu bestimmen, indem sie Einschränkungen oder Bedingungen spezifizieren, wann bestimmte Aktivitäten gestartet, abgebrochen oder beendet werden (bzw. wann nicht). Diese Abhängigkeiten werden in der Regel durch Ereignisse ausgedrückt, weshalb man die Systeme auch zu den ereignisorientierten Notationen zählen kann. Grundlagen über die Behandlung und Spezifikation von Ereignissen finden sich in [CharMis94]. Bekannte Ansätze für regelbasierte Formalismen stellen die folgenden Arbeiten dar, auf die wieder nur kurz verwiesen sei:

- ACTA (beruht auf Transaktions- und Objektereignissen) [Elmaga92],
- der Ansatz von Klein [Klein91] und die Erweiterungen von Jablonski [Jablon95b] und
- der Ansatz von Günthör, der Abhängigkeitsregeln in Formeln der temporalen Logik abbildet.

In einem kurzen Überblick sei noch auf einige aktuelle Forschungsprojekte verwiesen, bzw. die Notationen, die dort zur Beschreibung von Vorgängen verwendet wird.

Projektträger	Projektart	Notationen
Universität Klagenfurt, Prof. Eder [EdeLie95]	Workflow Activity Model (WAMO) und Workflow Activity Definition Language (WADL)	Definitionssprache auf der formalen Basis von Abhängigkeitsregeln (in Anlehnung an ACTA).
Universität Erlangen Dr. Reinwald [ReiWed92]	Activity Management System (ActMan)	Erweitertes Aktivitätennetz, das zur Ausführung in Triggerregeln übersetzt wird.
Universität Twente Dr. Joosten	Trigger-Modell zur Beschreibung von Workflows	Überführbar in Petrinetze
Universität Stuttgart Prof. Reuter, F. Schwenkreis	Realisierung eines ConTract-Managers (APRICOTS)	Darstellung der Vorgänge in erweiterten Pr/T-Netzen

Zusammenfassung und Ausblick

Betrachtet man nun rückblickend die Beschreibungsformalismen, so stellt man fest, daß sie Stärken und Schwächen in verschiedenen Bereichen haben.

Die Stärken der netzbasierten Systeme liegen in ihrer Verständlichkeit und ihren Analysemöglichkeiten. Der Ablauf eines Vorgangs und die damit verbundenen Entscheidungen sind einfach nachzuvollziehen und eignen sich somit auch für die externe Repräsentation. Präskriptive Kontrollkonstrukte können gut beschrieben werden, wohingegen die Darstellung deskriptiver Konstrukte Schwierigkeiten bereitet. Die Erweiterungen der höheren Netze bieten die Möglichkeiten, auch komplexe Prozesse, durch die Spezifikation von Variablen und Prädikaten, übersichtlich darzustellen. Wesentlich hierfür ist jedoch die Dekomposition in Teilnetze.

Die regelbasierten Systeme hingegen zeichnen sich durch ihre Ausdrucksmächtigkeit aus, auch kompakte und deskriptive Kontrollstrukturen einfach beschreiben zu können. Weitere Stärken sind die Orientierung an Ereignissen und die Darstellung komplexer Abhängigkeiten. Die Schwächen der regelbasierten Notationen liegen in der geringeren Verständlichkeit und Übersichtlichkeit der Darstellung. So kann es relativ schwierig sein die Durchführung eines Workflows und die damit verbundenen Teilentscheidungen nachzuvollziehen und in einer externen Repräsentation darzustellen.

Prozedurale Beschreibungen sind zwar einfach auszuführen und leicht nachzuvollziehen, in der Darstellung vielfältiger Kontrollstrukturen und Abhängigkeiten stoßen sie jedoch ebenfalls an ihre Grenzen. Auch bzgl. der Darstellbarkeit und der Änderbarkeit weisen sie Nachteile gegenüber den anderen Formalismen auf.

Nachdem in den ersten Kapiteln die Notwendigkeit einer modularen Beschreibung nachgewiesen wurde, liegt der Schluß nahe, eine Workflow-Beschreibung zu wählen, deren Modularisierung den oben genannten Anforderungen entspricht. In diesem Falle könnten die einzelnen Aspekte durchaus in unterschiedlichen Notationen beschrieben werden, wobei die jeweiligen Stärken der Formalismen genutzt werden sollten.

Neben der Analyse von Anpassungsfähigkeit in Workflows soll dieser Ansatz in der weiteren Arbeit verfolgt werden.

Literaturnachweise

[CharMis94] Chakravarthy, S.; Mishra, D. : Snoop: An Expressive Event Specification Language for Active Databases. In Data & Knowledge Engineering 14 (1994), Nr. 1, pages 1-26.

[CuKeOv92] Curtis, Bill; Keller, Marc I.; Over, Jim : Process Modeling. In Communications of the ACM (1992), Band 35, Nr. 9, S. 75-90.

[Duitsh94] Duitshof, Matthijs : Workflow Automation in Three Administrative Organisations: Highlighting Business Process Modeling. Master thesis at University of Twente (Department of Computer Science - Information Systems). Enschede, 1994.

[Elmaga92] Elmagarmid, Ahmed K. : Database Transaction Models for Advanced Applications. Morgan Kaufmann, 1992.

[FeSiEl93] Ferstl, Otto K.; Sinz, Elmar J. : Geschäftsprozeßmodellierung. In Wirtschaftsinformatik 35 (1993) 6, S. 589-592.

[Jablon95a] Jablonski, Stefan : Workflow-Management-Systeme: Modellierung und Architektur. Thomson's Aktuelle Tutorien, Band 9. Berlin: Thomson, 1995.

[Jablon95b] Jablonski, Stefan : Workflow-Management-Systeme: Motivation, Modellierung, Architektur. In Informatik Spektrum 18 (1995), pages 13-24.

[KelRom91] Kellner, Marc I.; Rombach, Dieter H. : Comparison of Software Process Descriptions - Session Summmary. In Proc. 6th Int. Software Process Workshop (ISPW), pp. 7-18. New York, IEEE, 1991.

[Klein91] Klein, Johannes : Advanced Rule Driven Transaction Management. In 36th IEEE Computer Society Int. Conference (CompCon) Spring 1991, Digest of Papers, S. 562-567, 1991.

[PenShu91] Penado, Maria H.; Shu, Christine : Acquiring experiences with the modelling and implementation of the project life-cycle process: the PMDB work. In Software Engineering Journal (UK), 6 (1991), S. 259-274.

[ReiWed92] Reinwald, Berthold; Wedekind, Hartmut : Integrierte Aktivitäten- und Datenverwaltung zur systemgestützten Kontroll- und Datenflußsteuerung. In Informatik - Forschung und Entwicklung, 7 (1992), Heft 2, S. 73-82.

[WFMC94] WFMC (Hrsg.) : Glossary. A Workflow Management Coalition Specification. WFMC: Brüssel, November 1994