

Ansatz zur Integration von Workflow-Management und Produktionsplanung und -steuerung bei verteilter auftragsbezogener Einzelfertigung

Dipl.-Inform. Johannes Schmitz-Lenders, Dipl.-Kff. Anke Schüll, Prof. Dr. Manfred Grauer
Universität GH Siegen, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 57068 Siegen
email: jsl@acm.org, {anke|grauer}@fb5.uni-siegen.de

***Zusammenfassung:** Der praktische Einsatz von Workflow-Management-Systemen zielt i.d.R. vorrangig auf die Verbesserung von Arbeitsabläufen der Administration ab. Die auftragsbezogene Einzelfertigung weist in ihren Abläufen ähnliche Strukturen auf, bei denen vergleichbare Probleme auftreten, wie z.B. lange Durchlaufzeiten, mangelnde Information über den Bearbeitungsstand von Aufträgen oder inflexible Steuerung des Bearbeitungsprozesses. Im Fertigungsbereich kommen dabei Techniken und Systeme der Projektplanung bzw. Netzplantechnik zum Einsatz. Im vorliegenden Beitrag wird ein workflow-orientierter Ansatz vorgestellt, der nicht nur jeweils zum Einsatz in den beiden genannten Gebieten geeignet ist, sondern insbesondere deren Integration ermöglicht. Es wird aufgezeigt, welche Anforderungen Workflow-Management-Systeme erfüllen müssen, um diesen Ansatz in einer verteilten Organisation, basierend auf einer verteilten Implementierung, realisieren zu können.*

1. Einleitung

Konzepte der Produktionsplanung sowie der Workflowmanagementsysteme (WFMS) werden vorrangig isoliert voneinander betrachtet und implementiert. Der Gegenstand von Produktionsplanungs- und Steuerungssystemen (PPS-Systemen) ist die Planung, Steuerung und Kontrolle der Fertigungsprozesse. Demgegenüber liegt der Schwerpunkt bei Workflowmanagementsystemen auf den administrativen Prozessen, wie Auftragsanbahnung, -bearbeitung und -abrechnung.

Auftragsbezogene Einzelfertigung bedeutet, daß nur auf Kundenwunsch hin produziert wird. Das entstehende Produkt wird entweder vollständig neu konstruiert oder zumindest parametrisiert. Diese Begriffsbestimmung beinhaltet auch Kleinserien, d.h. mehrere Exemplare eines auf Kundenwunsch hin gefertigten Teiles (s. [Geit95], S.82). Bei auftragsbezogener Einzelfertigung besteht eine fortlaufende und koordinierte Bearbeitung durch die administrativen Prozesse im Workflowmanagementsystem sowie durch die fertigungsbegleitenden Prozesse des Produktionsplanungs- und Steuerungssystemes. Aufgrund der gemeinsamen Prozeßkette ist insbesondere für diesen Fertigungstyp eine Integration beider Ansätze vorteilhaft. Der Bedarf einer Integration konnte im Rahmen von Forschungsprojekten mit Unternehmen dieses Fertigungstyps festgestellt werden. Im

vorliegenden Beitrag wird versucht, die Komponenten beider Ansätze so zu verknüpfen, daß eine durchgängige Prozeßbegleitung realisiert werden kann.

2. Geschäftsprozesse in Workflow-Management-Systemen (WFMS)

Unter Workflow-Management-Systemen werden Systeme zur Definition, Ausführung, Überwachung und Analyse von Geschäftsprozessen verstanden, die sich aus einzelnen Aktivitäten zusammensetzen. Die *Definition* der Workflows erfolgt durch *formale Modelle*, in denen die Ausführungsreihenfolge der Aktivitäten unter Benutzung konditionaler und repetitiver Elemente festgelegt wird. Die *Ausführung* erfolgt durch *engines*, Maschinen, die den Zustand von Prozessen verfolgen und einzelne Aktivitäten gemäß ihrer Prozeßspezifikation zur Ausführung bringen. Die *Zuteilung* auszuführender Aktivitäten zu ausführenden Ressourcen (Personen, Software) erfolgt mit Unterstützung eines *Rollenmodells*, in dem festgelegt wird, welche Ressourcen welche Aktivitäten durchführen können. Eine Überwachungskomponente ermöglicht es, Einblick in den Zustand der Ausführung laufender Prozesse zu erhalten. Eine Analysekomponente dient schließlich der Auswertung durchgeführter Prozesse z.B. hinsichtlich ihrer Ausführungszeiten oder ihrer Häufigkeiten.

Geschäftsprozesse werden im Zusammenhang mit WFMS zumeist mit administrativen Abläufen gleichgesetzt. Produktionsplanung und -steuerung (PPS), insbesondere in der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung, bleibt dagegen als Anwendungsbereich von WFMS ausgeklammert. In [Jabl95] wird zwar darauf hingewiesen, daß die Bemühungen zur integrierten Bearbeitung von Steuerungsvorgängen im CIM-Bereich als Ausgangspunkt für Workflow-Management betrachtet werden können. Im Anschluß daran werden jedoch ebenfalls eine Reihe von Beispielen aufgeführt, die *nicht* aus dem PPS-Bereich stammen, wie z.B. das Dokumentenmanagement.

3. Geschäftsprozesse in PPS-Systemen

Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme dienen der Planung-, Steuerung und Kontrolle der Fertigung. Die im PPS-Umfeld der auftragsbezogenen Einzelfertigung eingesetzten Methoden umfassen in der *Planung* der Produktion *Netzplantechniken* und in der *Steuerung* der Fertigungsabläufe *Leitstandtechniken* (s. [Geit95] und [SoAW94]), verbunden mit BDE-Systemen.

Geschäftsprozesse werden im Zusammenhang mit PPS-Systemen mit Fertigungsvorgängen gleichgesetzt. Die Unterstützung dieser Vorgänge wird oftmals durch Module für den Bereich der Auftragsbearbeitung ergänzt. Diese Module führen die Datenverwaltung durch, verfügen jedoch nicht über die für WFMS typische Flexibilität und aktive Prozeßunterstützung. In [KoRK95] wird auf eine Ähnlichkeit zwischen PPS-Systemen und WFMS hingewiesen, diese jedoch nicht näher ausgeführt.

4. Integrationsbedarf bei auftragsbezogener Einzelfertigung

Der Bedarf einer Integration der Ansätze von WFMS mit denen von PPS insbesondere bei auftragsbezogener Einzelfertigung wurde im Verlauf von Forschungsprojekten mit ausgewählten mittelständischen Fertigungsunternehmen deutlich. Insbesondere bei dieser Fertigungsform ist ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den Arbeitsschritten, die in WFMS abgebildet werden, und denen des PPS-Systems gegeben. In [Neuh93], [GrSS96] wurde im Rahmen empirischer Untersuchungen festgestellt, daß 95% der Aufträge in der Metallverarbeitenden Industrie auftragsbezogen (inkl. Standarderzeugnisse mit Varianten) und 79% in Einzel- oder Kleinserienfertigung produziert werden. Die ermittelten Anforderungen dieser Industrie können auf andere Unternehmensgrößen und Industrien übertragen werden, sofern diese den Kriterien der auftragsbezogenen Einzel- bzw. Kleinserienfertigung entsprechen. Die im folgenden exemplarisch betrachteten mittelständischen Unternehmenstypen eines *Zuschnittbetriebes* (s. [Wolf94]) sowie eines *Apparate- und Behälterbauers* (s. [Hinz97]) demonstrieren den Bedarf eines integrierten Systems, in dem sämtliche Bearbeitungsschritte eines Auftrages zu Planungs-, Steuerungs- und Analyse Zwecken vereint werden können.

Im Zuschnittbetrieb wird der Zuschnitt des am Lager gehaltenen Materials auf Kundenwunsch vorgenommen. Die Geometrie der Stücke wird vom Kunden vorgegeben, so daß die Produktion erst bei Auftragseingang beginnen kann. Zusätzlich können Bearbeitungsschritte gefordert werden, die entweder durch das Unternehmen selbst oder durch eine „verlängerte Werkbank“ ausgeführt werden müssen. Die für einen Auftrag notwendigen Bearbeitungsschritte bilden oft einen relativ kleinen, meist linearen Netzplan, der Angebotserstellung, Auftragsannahme, Zuschneiden, Nachbearbeiten ggf. bei einem Subauftragnehmer, Versenden und Fakturieren umfaßt. Nicht-Linearitäten können entstehen, wenn Kleinserien entweder in der Produktion oder im Versand (und damit in der Fakturierung) aufgeteilt werden. Eines der Hauptprobleme liegt darin, den Überblick über den Bearbeitungsstand der Vielzahl an Aufträgen zu behalten, und zwar sowohl in der Administration als auch in der Fertigung. Eine vorausschauende Planung mit dem Ziel einer optimalen Ressourcenausnutzung, z.B. durch Beeinflussung der Bearbeitungsreihenfolge oder durch Gruppierung verschiedener Bearbeitungsschritte aus unterschiedlichen Aufträgen, ist nur bei Vorhandensein zeitlicher Puffer möglich. Gerade in Unternehmen aus der Zulieferindustrie, die Just-In-Time produzieren, ist dies oft schwer realisierbar. Stattdessen werden Ad-Hoc-Techniken eingesetzt, vergleichbar mit der Zuweisung von Aktivitäten zu verfügbaren Personen in einem WFMS.

Im Unternehmenstyp des Apparate-/Behälterbauers werden größere, komplexere Produkte auf Kundenwunsch konstruiert und gefertigt. Sowohl Konstruktion als auch Planung- und Durchführung der Produktion können sehr aufwendig sein. Die Produktionsplanung erfolgt durch Einsatz großer, kom-

plexer Netzpläne. Viele PPS-Systeme ermöglichen durch Module die Aufstellung und Verwaltung dieser Netzpläne. Im Idealfall erfolgt die Steuerung durch einen Fertigungsleitstand, der mit dem Netzplanmodul (Projektplanungsmodul) des eingesetzten Systems integriert sein und Rückflüsse aus der Betriebsdatenerfassung erhalten muß (s. [Sche95] und [Geit95]). Ein wichtiges Kriterium eines solchen Leitstandes stellt seine Flexibilität dar, die eine schnelle Reaktion auf Änderungen, wie den Ausfall von Ressourcen (Maschinen), neue oder weggefallene Arbeitsgänge, ermöglicht. Ähnlich wie im Zuschnittbetrieb bereitet die Fertigungssteuerung Probleme, wenn Teile der Fertigung auf einer verlängerten Werkbank oder in verteilten Fertigungsbetrieben durchgeführt werden. Die Koordination der einzelnen Bearbeitungsschritte wird schwieriger, da viele (oft verteilte) Ressourcen an der Ausführung beteiligt sind. Diese Beispiele lassen erkennen, daß Workflow-Management und PPS in der auftragsbezogenen Einzelfertigung sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede aufweisen, die im folgenden präzisiert werden sollen.

5. Vergleich von WFMS und Anforderungen der Auftragsbearbeitung in der Einzelfertigung

Prozeßdefinition: Die auffälligste Gemeinsamkeit von WFMS und PPS-Systemen ist die Notwendigkeit der Koordination einer Vielzahl von Bearbeitungsschritten. Im Workflowbereich wird für einen *Bearbeitungsschritt* zumeist der Begriff „Aktivität“ benutzt, im Fertigungsbereich der Begriff „Arbeitsgang“. Die *Definition eines Prozesses* erfolgt bei WFMS durch formale Workflow-Spezifikationen, bei PPS-Systemen durch Aufstellung von Projektplänen (falls dies überhaupt geschieht). *Strukturelle Definitionselemente* bei WFMS sind Workflows, Sub-Workflows und komposite Workflows [Jabl95]. In der Projektplanung kommt die Wiederverwendung von Unterprojekten nur selten vor. In Standardsoftware-Produkten zur Projektplanung wird diese Technik i.d.R. auch nicht explizit unterstützt. Als Folge werden häufig Kopiertechniken zur Übernahme vorhandener Teilprojekte in neue Projekte benutzt. Diese Technik kann sinnvoll sein, da das Kopieren nachträgliche Änderungen an der Kopie erlaubt, ohne das Originalprojekt zu berühren. In WFMS werden Kopiertechniken zur Prozeßdefinition nur selten benutzt bzw. explizit durch Werkzeuge unterstützt. Zur *Reihenfolgedefinition* in WFMS werden Techniken eingesetzt wie einfache Vorgänger/Nachfolger-Beziehungen, Bedingungen, Zyklen, bis hin zu freier Programmierbarkeit (z.B. im WFMS Conductor [Cond97]). In der Projektplanung beschränkt sich die Reihenfolgedefinition auf Vorgänger/Nachfolger-Beziehungen, die zudem einen gerichteten azyklischen Graphen bilden müssen. In manchen Systemen können die Vorgänger/Nachfolger-Beziehungen zusätzlich mit zeitlichen Einschränkungen versehen werden, z.B. „Nachfolger beginnt spätestens einen Tag nach dem Vorgänger“. Die Unterschiede in den Reihenfolgedefinitionen der beiden Ansätze resultieren aus der Funktion der Prozeßspezifikation

in WFMS als Vorlage für eine beliebige *Anzahl auszuführender Ausprägungen*, die entsprechend der Spezifikation unterschiedliche strukturelle Formen annehmen können. In der Netzplantechnik entspricht die Definition dagegen der Ausprägung, da zu jeder Projektspezifikation i.d.R. nur eine Ausprägung existiert. Die Relativierung dieser unterschiedlichen Betrachtungsweisen durch die Praxis demonstrieren die obigen Beispiele. Die Prozeßstrukturen sowohl in Zuschnittbetrieben als auch bei Apparate-/Behälterbauern sind nur teilweise standardisierbar und hängen häufig von den Inhalten der Aufträge und den Randbedingungen während der Ausführung ab. Die *Änderungshäufigkeit von Prozeßdefinitionen* reicht von selten (im Zuschnittbetrieb) bis fast immer (im Apparate-/Behälterbau).

Definition der ausführenden Ressourcen. Als *ausführende Ressourcen* treten in WFMS Personen und Software auf. Das Gegenstück in der Fertigung sind Maschinen, denen Aktivitäten zur Ausführung zugewiesen werden müssen. Um in der Phase der Prozeßausführung Aktivitäten nach einem bestimmten Kriterium den Ressourcen zuordnen zu können, werden in WFMS Rollenmodelle verwendet. Als hauptsächliches Zuordnungskriterium in der Fertigung dient die Bearbeitungsfähigkeit einer Maschine (wobei die Zuordnungsmöglichkeiten durch Randbedingungen wie Materialverfügbarkeit eingeschränkt sein können). In Systemen zur automatischen Maschinenbelegung sind daher formale Maschinendefinitionen bzw. Maschinengruppendefinitionen notwendig, wobei letztere dem Rollenkonzept in WFMS sehr nahe kommen.

Prozeßausführung. Die *aktive Steuerung der Ausführung eines Prozesses* erfolgt in WFMS durch eine (logische) Workflow-Engine, die angemeldeten Klienten Arbeit anbietet oder programmgesteuerte Aktivitäten automatisch startet. In der Fertigung erfolgt eine aktive rechnerbasierte Steuerung nur, falls ein zentraler Fertigungsleitstand vorhanden und mit einem Projektmodul integriert ist. Die *Auslösung von Aktivitäten* erfolgt in WFMS aufgrund der Reihenfolge-Definitionen bzw. durch Timer oder das Eintreten von Bedingungen, die in der Prozeßdefinition angegeben sind. In der Fertigungssteuerung werden ähnliche Möglichkeiten der Auslösung verlangt, wie z.B. reihenfolgebedingt nach Fertigstellung vorhergehender Bearbeitungsschritte, zeitpunkt- oder zeitraum-gesteuert (z.B. „Beginn 3 Tage vor Auslieferung“) oder durch Eintreten von Bedingungen (z.B. Materialverfügbarkeit). WFMS sehen i.d.R. mehr Möglichkeiten der Auslösung von Aktivitäten vor als Projektplanungssysteme bzw. Fertigungsleitstände. *Verfahren zur Zuteilung von Aktivitäten zu ausführenden Ressourcen* basieren in WFMS vorrangig auf Rollenmodellen. Aktivitäten werden entweder einem oder mehreren Work-Pools oder Work-Lists der angemeldeten Klienten zugewiesen, entsprechend ihrer Verfügbarkeit und ihrer Befähigungen zur Bearbeitung. Entweder schreibt das WFMS die Reihenfolge der auszuführenden Aktivitäten vor, oder der Klient bedient sich aus der zur

Abarbeitung anstehender Menge der Aktivitäten. Die Aufgabe der Zuordnung von Aktivitäten zu ausführenden Ressourcen nimmt in WFMS die *policy engine* wahr (s. [SJKB94]). In der Produktionsplanung und -steuerung kann die Zuteilung nach ähnlichen Prinzipien erfolgen. Üblicher ist allerdings eine zentrale Vergabe von Aktivitäten. Die Zuteilung erfolgt entweder manuell oder durch spezielle optimierende oder strategienabbildende Algorithmen, oft mit vorausschauender Planung unter Berücksichtigung der Randbedingungen verbunden. Während also WFMS ihre Zuteilung erst dann vollziehen, wenn die Aktivität tatsächlich ausgeführt werden soll, beinhaltet eine vorausschauende Planung eine vorzeitige Zuordnung. Die *Verfügbarkeitsinformation von ausführenden Ressourcen* ist in WFMS durch Anmeldeverfahren realisiert, während in PPS-Systemen zusätzlich Betriebskalender zum Einsatz kommen können. Die Meldung der aktuellen Verfügbarkeit ist auch in PPS-Systemen erforderlich. Die Auswirkungen von Änderungen in der Verfügbarkeit können jedoch größer als in einem WFMS ausfallen, wenn dadurch die Revision der Zuteilung von Aktivitäten zu ausführenden Ressourcen erforderlich wird, also eine Neuplanung erfolgen muß.

Obwohl nicht alle Aspekte eines Vergleiches zwischen WFMS und PPS-Systemen berücksichtigt werden konnten (z.B. Datenflußaspekte oder die Anforderungen an die Auswertbarkeit von ausgeführten Prozessen), wurde versucht, die wesentlichen Gemeinsamkeiten und Unterschiede beider Konzepte zu verdeutlichen. Eine Integration beider Ansätze setzt einen umfassenderen Ansatz voraus, für den im weiteren ein erster Entwurf vorgestellt wird.

6. Workflow-basierter Ansatz zur integrierten verteilten Auftragsbearbeitung

Die Integration der Einsatzbereiche von WFMS mit PPS in der kundenbezogenen Einzelfertigung hat das Ziel, die Vorteile beider Konzepte auszunutzen. WFMS unterstützen die aktive Steuerung von Prozessen, wie sie in der kundenbezogenen Einzelfertigung wünschenswert ist. Sie enthalten flexible Techniken der automatischen Zuteilung von Arbeit zu ausführenden Ressourcen, wie sie auch in der Fertigung eingesetzt werden können. Als unzureichend sind dagegen die Eingriffsmöglichkeiten anzusehen, z.B. um zur Ausführungszeit die Prozeßdefinition zu ändern (z.B. durch Einfügen oder Wegnahme neuer Aktivitäten) oder um eine manuelle oder durch externe Algorithmen gesteuerte Zuteilung von auszuführenden Aktivitäten zu Ressourcen vorzunehmen.

Auf der technischen Seite bringen die Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Implementierung von WFMS auch neue Möglichkeiten für die Implementierung integrierter Systeme. Insbesondere erlauben verteilte Implementierungstechniken, basierend auf Client/Server-Systemen, die Steuerung verteilt ablaufender Prozesse. So werden Workflows je nach Ansiedelung der ausführenden Ressourcen oder aus Gründen einer verbesserten Lastverteilung zwischen miteinander kommunizierenden

WF-Engines weitergereicht, wobei sowohl dezentrale als auch zentrale Managementwerkzeuge zum Einsatz kommen [Cond97]. Zentrales Management verteilter Prozesse ist durch die Benutzung verteilter Ereignisse möglich, so wie sie in modernen C/S-Entwicklungsumgebungen verfügbar sind (z.B. Forté [Fort97]).

Das im folgenden dargestellte Modell beinhaltet einen ersten Ansatz zur Integration beider Konzepte. In Abb. 1 werden in Form eines *Objektdiagrammes* die Komponenten des vorgestellten Ansatzes zur Integration gezeigt.

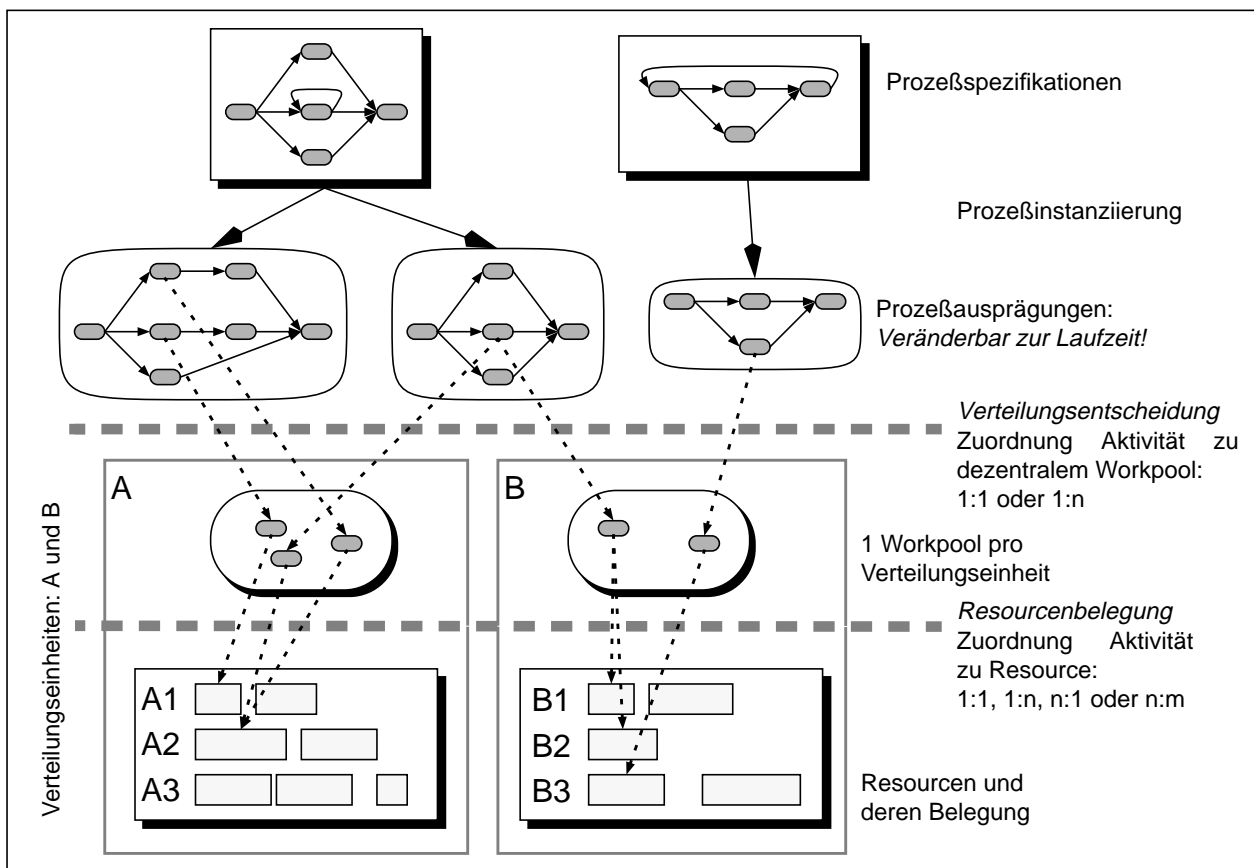


Abb. 1: Objektdiagramm des vorgestellten Ansatzes zur Integration der Funktionalitäten von WFMS und PPS

Ebenso wie in WFMS werden Prozessspezifikationen (unter Benutzung der in WFMS eingesetzten Spezifikationsmethoden) aufgestellt. Im Gegensatz zu WFMS werden diese aber nur als Startvorlagen für Ausprägungen verstanden. Zur Laufzeit kann der Benutzer neue Elemente einfügen, wie einzelne Aktivitäten oder Ausprägungen von Subworkflows, die wiederum eigene Spezifikationen besitzen. Der Ausführende des Prozesses kann diesen durch Kompositionstechniken zur Laufzeit verändern. Aus dem Konzept des WFMS wird übernommen, daß jeder (Teil-) Prozeß einer Spezifikation genügen muß.

Jede aktuell auszuführende Aktivität muß mindestens einer Verteilungseinheit zugeordnet werden können, z.B. einer bestimmten Produktionsstätte oder einer dezentralen Versandabteilung. Eine Aktivität kann auch mehreren Verteilungseinheiten zugeordnet werden, so daß die Aktivität gleichzeitig in mehreren *Workpools* (oder *Worklists*) erscheint. Sollen Aktivitäten auf verschiedene Verteilungseinheiten aufgeteilt werden können (z.B. zur Stückelung von Kleinserien), dann ist zunächst die Aktivität durch Benutzung der Kopier-/Kompositionstechniken in der Prozeßausprägung in mehrere kleinere Aktivitäten zu zerteilen, so daß diese verteilt werden können. Für die Verteilung sind manuelle oder programmierbare Verfahren vorzusehen, z.B. auf Basis der Bearbeitungsfähigkeiten der in den Verteilungseinheiten vorhandenen Ressourcen oder Verfahren unter Einbezug räumlicher Kriterien wie die Nähe zum Auslieferungsort.

Die zweite Entscheidungsstufe betrifft die Zuordnung von Aktivitäten zu Ressourcen innerhalb von Verteilungseinheiten. Hierbei können sowohl Mechanismen des Ansatzes der WFMS als auch frei definierbare Zuordnungsalgorithmen zum Einsatz kommen. Da in der Fertigung sowohl Gruppierungen von Aktivitäten zu Arbeitsgängen (n:1) als auch Stückelungen von Aktivitäten in mehrere Arbeitsgänge (1:n) auftreten können, z.B. zur Aufteilung einer Kleinserie auf mehrere Maschinen, muß eine *m:n-Zuordnung zwischen auszuführenden Aktivitäten und tatsächlichen Vorgängen* möglich sein. Zur Unterstützung der Entscheidungsfindung in dieser Stufe sind geeignete Informationen in das Modell aufzunehmen (z.B. geschätzte Dauer der Aktivitäten und ein dem Rollen-/Befähigungsmodell entsprechendes Konzept).

7. Zusammenfassung und Ausblick

Auf Basis der Gemeinsamkeiten von WFMS mit der Produktionsplanung und -steuerung in der auftragsbezogenen Einzelfertigung wurde ein integrierter Ansatz vorgestellt. Dieser Ansatz erweitert das Konzept des WFMS um zusätzliche Anforderungen, wie sie Prozesse in der auftragsbezogenen Einzelfertigung aufweisen. Diese beinhalten, daß die Prozeßdefinition in einem WFMS jederzeit änderbar sein muß, auch während der Ausführung eines Prozesses. Ähnliche Anforderungen wurden auch in anderen Anwendungsgebieten festgestellt (s. [Sieb96]), wobei die in dem hier vorgestellten Ansatz notwendige freie Anpaßbarkeit zur Laufzeit, im Extremfall auch jeder einzelnen Workflow-Instanz, nur teilweise mit der Evolution von Workflow-Spezifikationen vergleichbar ist (s. [CCPP96]).

Eine weitere Anforderung ist die Öffnung der Zuteilungsmechanismen von Aktivitäten zu ausführenden Ressourcen. Verfügbare WFMS stellen einige Verfahren für die Zuteilung zur Verfügung. In der Einzelfertigung sind zusätzliche Verfahren notwendig, die von der manuellen Zuordnung bis zur

freien Programmierbarkeit reichen. In einer verteilten Umgebung tritt außerdem eine zweite Entscheidungsstufe auf, in der über die Verteilung von Aktivitäten entschieden werden muß. Ansatzpunkt für die Erfüllung dieser Anforderung ist die Öffnung der *policy engine* einer WFMS-Implementierung, und zwar sowohl in Form einer frei programmierbaren Funktionalität als auch durch Bereitstellung einer geeigneten Schnittstelle, die mehrere Formen von Zuteilungsverfahren zuläßt.

Die Verfügbarkeit eines integrierten Systems soll bewirken, daß der gesamte Bearbeitungsprozeß in der auftragsbezogenen Einzelfertigung von der Angebotsphase bis zur Fakturierung mit einem Werkzeug koordinierbar, kontrollierbar und auswertbar ist. Ansätze in der Literatur zielen zwar ebenfalls auf die Bündelung der gesamten Logistikaspekte eines Kundenauftrages ab, verwenden aber andere Methoden und Techniken. Insbesondere tritt der Begriff des Auftragsleitstandes auf (s. [Geit95], [Sche95]), der aber eher den Gedanken einer zentralen Steuerung und Verwaltung verkörpert. Der hier beschriebene Ansatz unterscheidet sich von solchen Ansätzen sowohl in konzeptioneller als auch in technischer Hinsicht, indem er sich die Erfahrungen auf dem Gebiet verteilter WFMS zunutze macht. Die Möglichkeit zur Implementierung eines solchen Ansatzes zeigt die Verfügbarkeit offener Client-Server Entwicklungsumgebungen für verteilte Objektsysteme.

8. Literatur

- [CCPP96] F. Casati, S. Ceri, B. Pernici, G. Pozzi: *Workflow Evolution*. Proc. of the 15th Int. Conf. ER'96, Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag, 1996.
- [Cond97] *Conductor: Automating the Business Processes of Mission-Critical Distributed Applications*. Forté Software, <http://www.forte.com/product/conductor/conductor.htm>, 1997.
- [Fort97] *Forté TOOL Reference Manual*. Forté Software, Oakland 1997.
- [Geit95] U.W. Geitner: *Betriebsinformatik für Produktionsbetriebe*. REFA Fachbuchreihe Betriebsorganisation, Carl Hanser Verlag, München 1995.
- [GrSS96] M. Grauer, P. Scharf, A. Schüll: *Auswertung einer Umfrage in Südwestfalen zur Ausstattung mittelständischer Fertigungsunternehmen mit Informations- und Kommunikationssystemen*. Arbeitsbericht 19 des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik, Universität GH Siegen, 1996.
- [Hinz97] R. Hinz: *Produktanalyse und -modellierung von Kesseltrommeln unter Einsatz eines Produktkonfigurators bei einem mittelständischen Unternehmen der stahlverarbeitenden Industrie*. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Universität GH Siegen 1997.
- [KoRK95] Th. Kock; J. Rehäuser; H. Krcmar: *Ein Vergleich ausgewählter Workflow-Systeme*. Information Management 1/95.
- [Jabl95] St. Jablonski: *Workflow-Management-Systeme: Modellierung und Architektur*. Thomson's Aktuelle Tutorien, International Thomson Publishing, Bonn 1995.
- [Neuh93] W. Neuhäuser: *Entwicklung eines Softwaresystems zur Produkt- und Produktionsdatenaufbereitung*. VDI-Verl., Düsseldorf 1993.
- [SoAW94] O. Specht, D. Ahrens, B. Wolter: *Material und Fertigungswirtschaft: Produktionslogistik mit PPS-Systemen*. Fr. Kiehl Verlag, Ludwigshafen (Rhein) 1994.

- [Sche95] A.-W. Scheer: *Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*. 6.Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1995.
- [Sieb96] R. Siebert: *Adaptive Workflow for the German Public Administration*. In Proc. of the 1st Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management (PAKM'96), Workshop on Adaptive Workflow. Basel 1996.
- [SJKB94] H. Schuster, St. Jablonski, Th. Kirsche, Chr. Bussler: *A Client/Server-Architecture for Distributed Workflow Management Systems*. In Proc. of the 3rd Int. Conf. on Parallel and Distributed Information Systems, Austin/Texas 1994.
- [Wolf94] B. Wolf: *Konzeption eines Informationssystems für ein Unternehmen der metallverarbeitenden Industrie*. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Universität GH Siegen 1994.