

von Uthmann, Christoph (Ed.); Becker, Jörg (Ed.); Brödner, Peter (Ed.); Maucher, Irene (Ed.); Rosemann, Michael (Ed.)

**Working Paper**

## PPS meets workflow: Proceedings zum Workshop vom 9. Juni 1998

Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, No. 64

**Provided in Cooperation with:**

University of Münster, Department of Information Systems

*Suggested Citation:* von Uthmann, Christoph (Ed.); Becker, Jörg (Ed.); Brödner, Peter (Ed.); Maucher, Irene (Ed.); Rosemann, Michael (Ed.) (1998) : PPS meets workflow: Proceedings zum Workshop vom 9. Juni 1998, Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, No. 64, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, Münster

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/59358>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

## **Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik**

Herausgeber: Prof. Dr. J. Becker, Prof. Dr. H. L. Grob, Prof. Dr. S. Klein,  
Prof. Dr. H. Kuchen, Prof. Dr. U. Müller Funk, Prof. Dr. G. Vossen

Arbeitsbericht Nr. 64

### **PPS meets Workflow**

**Proceedings zum Workshop vom 9. Juni 1998**

C. v. Uthmann, J. Becker, P. Brödner,  
I. Maucher, M. Rosemann (Hrsg.)



**Institut für Wirtschaftsinformatik**

Steinfurter Straße 107 · 48149 Münster

Tel. (0251) 83 38 -100 · Fax (0251) 83 38 - 109

E-Mail: [ischut@wi.uni-muenster.de](mailto:ischut@wi.uni-muenster.de)

<http://www-wi.uni-muenster.de/is/>

**Wissenschaftszentrum  
Nordrhein-Westfalen**  
Kulturwissenschaftliches  
Institut



**Wuppertal Institut für  
Klima, Umwelt, Energie**

**Institut Arbeit  
und Technik**

Munscheidstraße 14 · 45886 Gelsenkirchen

Tel. (0209) 1707-223 · Fax (0209) 1707-245

E-Mail: [broedner@iatge.de](mailto:broedner@iatge.de)

<http://iat-info.iatge.de>

## Vorwort

Trotz des bereits vor über einem Jahrzehnt postulierten „*Computer Integrated Business*“ wurde eine prozeßorientierte Integration innerhalb *administrativer (indirekter)* Bereiche und die Verbindung zu Werkstattbereichen (direkten Bereichen) sowie zu Zulieferern und Logistikdienstleistern nur in Teilaspekten betrachtet. Zwar existieren betriebswirtschaftlich-konzeptuelle Überlegungen hierzu, marktreife informationstechnische Lösungen, welche eine flexible und transparente, an Geschäftsprozessen orientierte Integration von Funktionen der Auftragsabwicklung unterstützen, sind derzeit allerdings kaum verfügbar.

Ein vielversprechender Lösungsansatz hierzu findet sich mit Workflowmanagementsystemen in der sog. Office Automation. *Workflowmanagement* bezeichnet die aktive, auf Prozeßmodellen basierende Steuerung von Geschäftsprozessen. Obwohl Workflowmanagement somit analog zur Produktionssteuerung im Werkstattbereich als Aufgabe der *Prozeßsteuerung* angesehen werden kann, erfolgte die Entwicklung bisher weitgehend unabhängig voneinander.

Ziel des Workshops „PPS meets Workflow“ ist es, ausgehend von der gemeinsamen Aufgabe der automatisierten Prozeßsteuerung, Synergiepotentiale von PPS und Workflowmanagement aufzuzeigen und an praktischen Beispielen kritisch zu diskutieren.

Im ersten Teil des Workshops werden konzeptionelle Problemstellungen betrachtet. Diese stehen im Mittelpunkt der Vorträge von Dr. Peter Loos, der sich mit der Workflow-Tauglichkeit von PPS-Funktionen und möglichen Einsatzszenarien von Workflowmanagement in der PPS befaßt, Johannes Schmitz-Lenders, der spezifische Anforderungen an Workflowmanagement in der Einzel- und Kleinserienfertigung analysiert, und Thorsten Heiderich, der mit der Ereignisorientierten Informationsverteilung einen Ansatz zur Unterstützung von Workflows für die kurzfristige PPS vorstellt. Die aufgeworfenen Probleme werden vor dem Hintergrund bestehender Informationssystemlösungen reflektiert. Hierzu berichtet Rainer Borowski aus dem GiPP-Projekt über die Evaluation von Workflowmanagementsystemen für produktionsbegleitende Prozesse. Herr Müller von Weber Datentechnik stellt eine Lösung zur Kopplung von Workflowmanagement an die PPS vor. Ein Workflow-orientiertes Componentware-PPS-System auf Basis von Microsoft-Bausteinen ist Gegenstand des Vortrags von Jörg Diettrich.

Die vorliegenden Proceedings fassen die Ergebnisse einer eintägigen Veranstaltung zusammen. Wir danken allen Referenten sehr herzlich für ihre Vorträge sowie die zur Verfügung gestellten Beiträge.

Gelsenkirchen, 9. Juni 1998

*Jörg Becker, Peter Brödner, Irene Maucher, Michael Rosemann, Christoph v. Uthmann*

## **Inhalt**

Vorwort	1
Inhalt	2
1 Integration von Workflowmanagement und PPS: Potentiale und Problemstellungen <i>Christoph von Uthmann, Michael Rosemann</i>	4
2 Workflow-Tauglichkeit von PPS-Funktionen - Typologien und Einsatzszenarien <i>Peter Loos</i>	24
3 Anforderungen an Workflowmanagementsysteme aus der Sicht von Geschäftsprozessen in der Einzel- und Kleinserienfertigung <i>Joachim Schmitz-Lenders</i>	38
4 Ereignisorientierte Informationsverteilung auf der Basis von PPS-Systemen <i>Thorsten Heiderich</i>	50
5 Evaluation von Workflowmanagementsystemen für produktionsbegleitende Prozesse <i>Rainer Borowsky, Harald Busch</i>	60
6 Kopplung von Workflowmanagement an die PPS - ein Projektbericht <i>Jochen Clemens, Martin Müller</i>	68
7 Ein Workflow-orientiertes Componentware-PPS-System auf Basis von Microsoft-Bausteinen <i>Jörg Dittrich, Marc Braun, Sybille Möhle</i>	78
8 PPS und Workflowmanagement: Anti- oder Synthesis? <i>Peter Brödner</i>	92
Verzeichnis der Autoren	104



# 1 Integration von Workflowmanagement und PPS: Potentiale und Problemstellungen

*Christoph von Uthmann, Michael Rosemann*

## 1.1 PPS meets Workflow

Die rechnerintegrierte Unterstützung der gesamten industriellen Auftragsabwicklung ist - trotz des rapiden Popularitätsverlusts des damit verbundenen Begriffs „Computer Integrated Manufacturing (CIM)“ - dringlicher denn je. Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS)<sup>1</sup> nimmt hierbei eine Schlüsselrolle ein,<sup>2</sup> da sie die „organisatorische Planung, Steuerung und Überwachung der Produktionsabläufe von der Angebotsbearbeitung bis zum Versand unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten“<sup>3</sup> umfaßt.

PPS-Systeme haben im Rahmen einer rechnerintegrierten Produktion nicht nur die Unterstützung der Ausführung von Einzelfunktionen zu leisten, sondern müssen dynamisch die Informationsflüsse entlang der Auftragsabwicklung unterstützen. Im wesentlichen sind dabei zwei interdependente *Integrationsperspektiven* zu betrachten:<sup>4</sup> Die *Datenintegration*, welche die bereichsübergreifende, integrierte und redundanzbeherrschte Entstehung und Nutzung von Daten ermöglicht und somit die *informationstechnische* Grundlage von CIM-Lösungen bildet, und die *Funktionsintegration*, welche eher eine organisatorische Perspektive einnimmt und auf die Vereinigung (z. B. konstruktionsbegleitende Kalkulation) und die Verbindung von Funktionen in Prozessen (sog. Prozeßorientierung)<sup>5</sup> zielt (Abbildung 1.1).

Die Prozeßorientierung innerhalb *administrativer (indirekter)* Bereiche und bezüglich deren Verbindung zu *Werkstattbereichen (direkten* Bereichen) sowie zu Zulieferern und Logistikdienstleistern wurde von der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) bisher nur in Teilaspekten und vorwiegend konzeptuell betrachtet.<sup>6</sup> So konzentrieren sich heutige PPS-Systeme vor allem auf die Verwaltung der PPS-Daten und die Unterstützung der Material-, Zeit- und Kapazitätswirtschaft. Eine prozeßorientierte Integration einzelner PPS-Funktionen sowie die Integration mit administrativen Aufgaben wie Außendienst, Finanzbuchhaltung, Kostenrechnung, Personalwirtschaft, Einkauf, Controlling oder

---

1 Zur PPS vgl. z.B. Glaser (1992); Kurbel (1995); Luczak, Eversheim, Schotten (1998).

2 Vgl. Nedeß (1991), Vorwort, S. 1.

3 Vgl. Ausschuß für Wirtschaftliche Fertigung (AWF) 1985.

4 Vgl. Becker (1991).

5 Vgl. Scheer (1990), S. 15f., der bereits Mitte der 80er Jahre das „Denken in Vorgangsketten“ als ein „Wesensmerkmal von CIM“ proklamierte. Zum Begriff der Prozeßorientierung vgl. z. B. Becker, Vossen (1996).

6 Diese Auseinandersetzungen gehen mit zahlreichen prozeßorientierten Konzepten wie Lean Production, Total Quality Management, Supply Chain Management oder Business Process Reengineering einher.

Versandsteuerung sind hingegen nur unzureichend realisiert. Die funktionsübergreifenden Geschäftsprozesse finden damit in den gegenwärtigen PPS-Systemen nur bedingt ihren Niederschlag. In der Konsequenz ist die Transparenz über diese gering, was wiederum zu einer mangelnden Flexibilität hinsichtlich neuer Marktanforderungen sowie eintretenden Auftragsänderungen und Störungen führt. Zeit und Kosten für Prozeßanpassungen sind demzufolge oft zu hoch.

Zwar existieren *betriebswirtschaftlich-konzeptuelle* Überlegungen zur prozeßorientierten Integration der einzelnen Aufgaben der Auftragsabwicklung (CI-Business, CI-Enterprise CI-Office), marktreife informationstechnische Lösungen, welche eine flexible und transparente an Geschäftsprozessen orientierte Integration von Funktionen der Auftragsabwicklung unterstützen, sind derzeit allerdings kaum verfügbar. Einerseits sind die gegenwärtigen DV-Systeme in der industriellen Auftragsabwicklung nach wie vor stark geprägt durch Insellösungen, welche ein der Prozeßorientierung entgegenstehendes Denken in Funktionen widerspiegelt. Andererseits erschweren vorherrschende Komplettlösungen (z. B. SAP R/3, BAAN 4) die den jeweiligen Funktionsanforderungen gerecht werdende Nutzung von Applikationen unterschiedlicher Anbieter und die Integration von Altanwendungen. Zudem weisen sie aufgrund ihrer (noch) hohen Customizing-Anforderungen und ihrer zumeist restriktiven Vorgabe von Standardprozessen eine unzureichende Flexibilität hinsichtlich der Spezifikation und damit der Unterstützung individueller Geschäftsprozesse - wie sie im Vergleich der Produktionsplanung und -steuerung stärker als beispielsweise in der Finanzbuchhaltung auftreten - auf. Den gestiegenen Anforderungen an ein flexibles Prozeßmanagement kann damit nicht hinreichend entsprochen werden.

Ein vielversprechender Lösungsansatz zur Behebung dieser Defizite findet sich mit Workflowmanagementsystemen in der sog. Office Automation<sup>7</sup>. *Workflowmanagement* (WFM) bezeichnet die aktive, auf Prozeßmodellen basierende Steuerung von Geschäftsprozessen.<sup>8</sup> Obwohl Workflowmanagement somit analog zur Produktionssteuerung im Werkstattbereich als Aufgabe der *Prozeßsteuerung* (genauer: -regelung) angesehen werden kann, erfolgte die Entwicklung bisher weitgehend unabhängig voneinander.

Während Datenbank- und Kommunikationssysteme - in den letzten Jahren insbesondere durch *Engineering (Product) Data Management-Systeme* (EDM, PDM) vorangetrieben - in der industriellen Produktion eine breite Anwendung erfahren, finden Workflowmanagementsysteme dort bislang nur wenig Beachtung. Umgekehrt ist der Entwicklungskontext der mittlerweile relativ ausgereiften Workflowmanagementsysteme von Dienstleistungsunternehmen wie Banken und Versicherungen geprägt. Damit einhergehend wurden bisher kaum Anstrengungen zur Anwendung von

---

<sup>7</sup> Vgl. z. B. Ellis, Naffah (1987).

<sup>8</sup> Zu Workflowmanagement vgl. z. B. Georgakopoulos, Hornick, Sheth (1995); Jablonski, Böhm, Schulze (1997); Workflow Management Coalition (1996).

Workflowmanagement auf industrielle Administrationsaufgaben oder zur Integration direkter und indirekter Bereiche unternommen.

Da Workflowmanagement die Integration funktional strukturierter Applikationen und Datenbestände in Geschäftsprozessen unterstützt und somit kongruent zum Gedanken der rechnerintegrierten Produktion ist, bietet es, zumindest prima facie, auch für die PPS Optimierungspotential, das es auszuschöpfen gilt (Abbildung 1.1). Andererseits sollte es für die noch junge Disziplin Workflowmanagement möglich sein, von der jahrzehntelanger Arbeit in der PPS zu profitieren.

Um diese Synergiebereiche identifizieren zu können, wird in Abschnitt 1.2 zunächst eine Gegenüberstellung von PPS und Workflowmanagement vorgenommen. Darauf aufbauend werden einige Synergiepotentiale wechselseitig aufgezeigt (Abschnitte 1.3 und 1.4). Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung.

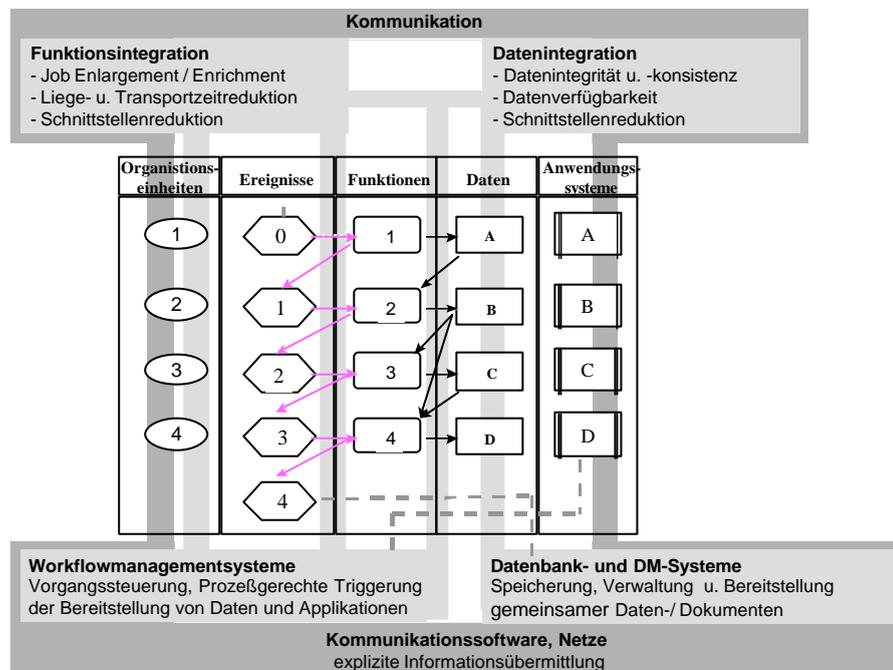


Abb. 1.1: Beiträge des Workflowmanagement zur Integration

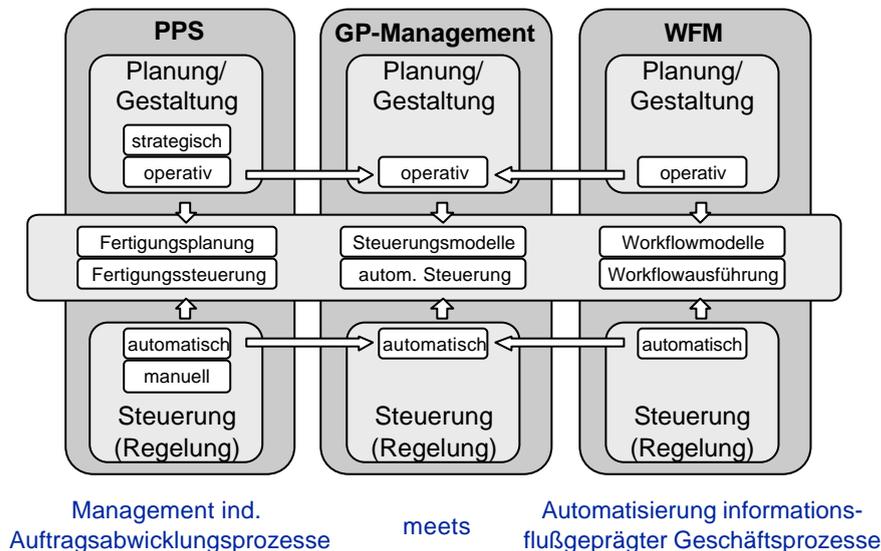
## 1.2 PPS und Workflowmanagement im Vergleich

Die PPS als Planung und Steuerung von Prozessen der industriellen Auftragsabwicklung kann als *domänenspezifisches Geschäftsprozeßmanagement* aufgefaßt werden. Ihr Betrachtungsgegenstand sind sowohl reine Informationsflüsse (mit Prozeßobjekten<sup>9</sup> wie Stücklisten oder Fertigungsaufträgen) als auch Materialflüsse (Werkstücke, Paletten) mit denen entsprechende Informationsflüsse

<sup>9</sup> Vgl. Rosemann (1996) (Komplexitätsmanagement), S. 6f.; v. Uthmann (1997), S. 2f.

korrespondieren. Im Gegensatz dazu werden durch Workflowmanagement derzeit lediglich reine Informationsflüsse unterstützt. Prozeßobjekte sind dabei vor allem die zu bearbeitenden Dokumente.

*Planung* umfaßt die Festlegung von Strategien und Prozeßzielgrößen wie Mengen, Qualitäten, Termine und Kosten sowie die Ermittlung der zur Zielerreichung erforderlichen Aufgaben, Abläufe und Ressourcen. *Steuerung* (genauer Regelung) bezeichnet hingegen „das Veranlassen, Überwachen und Sichern der Aufgabendurchführung hinsichtlich der Prozeßzielgrößen“.<sup>10</sup> Steuern beginnt, wenn die geplanten Aufgaben durchgeführt werden sollen. Die Steuerung veranlaßt dabei die Realisierung (*Durchsetzung*) der Planungsergebnisse, indem sie Aufträge zur Durchführung von Aufgaben erteilt (*Veranlassung*), dafür sorgt, daß alle benötigten Ressourcen rechtzeitig zur Verfügung stehen, die planmäßige Durchführung anhand von Soll-Ist-Abweichungen feststellt (*Überwachung*) und zur *Sicherung* der Planerfüllung ggf. regulierende Maßnahmen ergreift. Die folgende Gegenüberstellung von PPS und Workflowmanagement findet innerhalb dieser Begriffsverständnisse statt (vgl. Abbildung 1.2).



**Abb: 1.2:** Gegenüberstellung von PPS und Workflowmanagement im Rahmen des Geschäftsprozeßmanagement

### 1.2.1 Planung

Die *allgemeine Aufgabe* des Workflowmanagement ist - als konsequente Weiterführung der Geschäftsprozeßmodellierung<sup>11</sup> - die (*Teil-*)Automatisierung der Steuerung einer Untermenge der modellierten Geschäftsprozesse. Workflowmanagement bezieht sich somit nur auf eine echte Teilmenge der Planungen im Geschäftsprozeßmanagement. Im Gegensatz zur PPS, innerhalb derer auch strategische (z. B. in der Produktionsprogrammplanung oder Fabrikplanung) Planungen durchgeführt

<sup>10</sup> REFA (1985), S. 22.

<sup>11</sup> Vgl. Becker, Vossen (1996).

werden, bezieht sich Workflowmanagement nur auf *operative Planungen*, d. h. es betrachtet konkrete Aktivitäten im Rahmen der Durchführung von Aufgaben. Hierbei befaßt sich Workflowmanagement mit der Planung von zu automatisierenden Geschäftsprozessen. Die Planung von zu automatisierenden Geschäftsprozessen findet sich in der klassischen PPS vor allem in bezug auf Fertigungsabläufe (s. u.). Daher wird hier die Planung im Rahmen des Workflowmanagement lediglich mit der Fertigungsplanung in der PPS verglichen (vgl. Abbildung 1.2).

Die konkrete Aufgabe des Workflowmanagement besteht in der (teil-)automatisierten *Koordination* (gegenseitigen Abstimmung) von Prozeßaktivitäten und den dafür benötigten humanen und informationellen Ressourcen. Die planende Aufgabe im Rahmen des Workflowmanagement besteht demnach in der Spezifikation von Koordinationsmechanismen innerhalb von Arbeitsabläufen (Tabelle 1.1). Die Spezifikation erfolgt in Workflowmodellen, welche zur sog. Buildtime erstellt werden. Es handelt sich hierbei i. d. R. um gerichtete, ggf. zyklische Graphen, deren Knoten elementare bzw. komposite Prozeßschritte repräsentieren. Workflowmodelle können auf Planungsergebnisse des Geschäftsprozeßmanagement aufbauen, indem die dabei erstellten Geschäftsprozeßmodelle entsprechend erweitert werden.

<i>Aktivitäten- koordination</i>	Die Aktivitäten eines Geschäftsprozesses werden entsprechend der zur Laufzeit auftretenden Steuerdaten und der durch das Workflowmodell spezifizierten Strukturen dergestalt gekoppelt, daß bei Beendigung einer Aktivität deren Nachfolgeaktivität oder -aktivitäten ermittelt und angestoßen werden.
<i>Ressourcen- koordination</i>	Wird eine Aktivität getriggert, werden über die der Aktivität zugewiesenen Rolle(n) alle zur Ausführung der Aktivität in Frage kommenden Workflowteilnehmer ermittelt ( <i>Rollenauflösung</i> ). Die Workitems, welche die auszuführende Aktivitäten repräsentieren werden in die Worklists der entsprechenden Workflow-Teilnehmer eingetragen. Durch optional nutzbare Eskalationsprozeduren kann sichergestellt werden, daß die Workitems in einer vorgegebenen Zeit bearbeitet werden (ansonsten wird ein Prozeßmanager oder eine andere vorher definierte Instanz informiert). Über den Worklist-Handler kann eine teilautomatisierte Verwaltung der einzelnen Worklists bzw. des gesamten Workitem-Pools erfolgen. Hierbei sind insbesondere auch Operationen für die Weiterleitung oder Zurückstellung (Wiedervorlage) von Workflows wichtig. Über geeignete, ggf. parametrisierte Triggermechanismen (z. B. über Remote Function Calls (RFC)) werden die zur Ausführung der Aktivitäten benötigten Ressourcen (Daten, Anwendungsprogramme) automatisch bereitgestellt.
<i>Regulierende Koordination</i>	Die Ausführung der einzelnen Workflows kann in sog. Audit Trails oder durch direkte Datenbankeinträge protokolliert und für weitere Auswertungszwecke genutzt werden. Diese Daten geben zum einen Statusinformationen über die aktuell instanziierten Workflows (z. B. Fortschritt eines Fertigungsauftrags) und lösen ggf. regulierende Maßnahmen aus. Dabei kann durch einen permanenten Soll-Ist-Vergleich auch umfassender und elaborierter (z. B. durch den Einsatz von Data Mining) Daten die Grundlage für eine kontinuierliche Prozeßoptimierung geschaffen werden.

**Tab. 1.1:** Planungsobjekte des Workflowmanagement

Im Rahmen der Fertigungsplanung in der PPS werden ähnliche Koordinationsmechanismen spezifiziert. Im allgemeinen basieren PPS-Steuerungsmodelle auf Arbeitsplänen und Stücklisten. Stücklisten beschreiben zusammen mit den Teilestammdaten die Erzeugnisse, welche als Objekte in Fertigungsprozessen hergestellt werden, d. h. sie spezifizieren die *Prozeßobjekte*. Arbeitspläne legen als quasi textuelle Prozeßmodelle die Reihenfolge der Arbeitsgänge, die für die Herstellung von Teilen bzw. Erzeugnissen auszuführen sind, sowie die Ressourcen, die dabei benötigt werden, fest. Eine Verfeinerung von Arbeitsplänen, welche die Arbeitsschritte vorrangig als lineare Folgen angeben, wird

durch die Umsetzung in Netzpläne dahingehend erreicht, daß dort Nebenläufigkeiten dargestellt werden, welche das Parallelisierungspotential (Splittung, Überlappung) offenlegen.

Bei der Planung einzubeziehender Ressourcen besteht ein wichtiger Unterschied darin, daß in der PPS - im Gegensatz zu Workflowmanagement - oft im Rahmen einer sukzessiven Grob- und Feinplanungen mit aggregierten Ressourcen (z. B. eine Fertigungsinsel) gearbeitet wird. Quantitative Planungen physischer Ressourcen, d. h. Material-, Betriebsmittel- und Personalbedarfsplanungen, wie sie in der PPS-Mengen-, Termin- und Kapazitätsplanung durchgeführt werden, existieren beim Workflowmanagement derzeit nur in konzeptionellen Ansätzen (vgl. hierzu auch Abschnitt 1.4).<sup>12</sup> Vielmehr werden physische Ressourcen, die zur Durchführung von Aufgaben benötigt werden, „als vorhanden“ angenommen. Dies ist z. T. dadurch bedingt, daß Workflowmanagement sich derzeit auf die Unterstützung von Prozessen beschränkt, die durch Informationsobjekte geprägt werden, welche nicht wie z. B. Erzeugnisse als prägende Objekte von Werkstattprozessen selbst Materialien enthalten. Die Nichtbeachtung der möglichen Knappheit physischer Ressourcen beim Workflowmanagement spiegelt sich auch im Fehlen einer Vorab-Terminierung von Prozessen bzw. einer Belegungsplanung wider.

Diese Ausführungen zeigen, daß Produktionsplanung und -steuerung und Workflowmanagement analog zueinander gesehen werden können (Tabelle 1.2).<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Vgl. Schmidt (1996).

<sup>13</sup> Vgl. hierzu auch Loos (1996), S. 6ff; Rosemann, v. Uthmann (1997), S. 333.

Planungsobjekt		Planungsaufgabe	
PPS	Workflowmanagement	PPS	Workflowmanagement
Stückliste	Workflowobjekthierarchie <sup>14</sup>	Erzeugnisstrukturierung	Workflowobjekthierarchiebildung
Arbeitsgang	Workflowaktivität	Arbeitsgangbestimmung	Workflowaktivitätenfestlegung
manueller Arbeitsgang	Manuelle Aktivität	“	“
DNC-Arbeitsgang	Programmaktivität	DNC-Betriebsplanung	Modellierung der einbezogenen Programmaktivitäten
Arbeitsplan	lineares Workflowmodell	Arbeitsplanerstellung	Erstellung eines linearen Workflowmodells
Teilzusammenführung	AND-Join	Arbeitsablaufplanung	Logische Workflow - strukturspezifikation
nebenläufige Arbeitsgangfolgen	AND-Split	“	“
alternative Arbeitsfolgen	OR-, XOR-Split	“	“
Netzplan	Workflowmodell	Netzplanerstellung	Erstellung eines vernetzten Workflowmodells
NC-Programmzuteilung	parametrisierter Programmaktivitätenaufruf	DNC-Betriebsplanung	Modellierung der einbezogenen Programmaktivitäten
physische Ressource	Aktor, Anwendungssystem	Betriebsmittel-/Personalplanung	Aktorenfestlegung (Organigramm)
Technologie/Qualifikation	Rolle	Betriebsmittelbelegungsplanung / Personaleinsatzplanung	Rollenspezifikation
Fertigungsauftrag	Workflowobjekt	Fertigungsauftrags- / Losgrößenplanung	Workflowobjektspezifikation
Mengen- und Termine	-	Mengen- und Terminplanung	-

In Anlehnung an Loos (1996), S. 8; vgl. auch Rosemann, v. Uthmann (1996), S. 353.

**Tab 1.2:** Planungsobjekte und -aufgaben von PPS und Workflowmanagement im Vergleich

### 1.2.2 Steuerung

*Workflows*, genauer Workflowinstanzen, sind Geschäftsprozesse, deren Ablauflogik (genauer deren Prozessschrittübergänge) sich innerhalb der Kontrollsphäre eines *Workflowmanagementsystems* (WFMS) befindet und somit (teil-)automatisiert sind. Eine derartige Prozessautomatisierung wird von derzeitigen PPS-Systemen (einschließlich Fertigungsleitsystemen) i. d. R. nur für Fertigungsabläufe umgesetzt. Somit wird hier die Steuerung im Rahmen des Workflowmanagement lediglich der Fertigungssteuerung in der PPS gegenübergestellt (vgl. Abbildung 1.2). Die PPS-Steuerungsaufgaben werden dabei als identisch mit denen in Tabelle 1.1 skizzierten Koordinationsaufgaben des Workflowmanagement angesehen.

<sup>14</sup> Vgl. Rosemann (1996), S. 74ff.

Workflows werden i. a. durch das Eintreten von definierten Ereignissen (z. B. Kundenauftrag ist eingetroffen) instanziiert. In der *Auftragsfreigabe* initiieren solche Ereignisse nicht direkt Prozeßausführungen, sondern zur Sicherstellung der Ausführbarkeit von Prozessen wird zunächst eine Verfügbarkeitsprüfung durchgeführt (vgl. Abschnitt 1.4).

Die *Aktivitätenkoordination* ist beim Workflowmanagement durch die logische Struktur des Workflowmodells spezifiziert. Da es sich bei diesen vorwiegend um graphische Modelle handelt, kann die Struktur der Aktivitätenkopplung verhältnismäßig einfach definiert und - ggf. auch zur Laufzeit von Workflows - geändert werden. PPS-Systeme stellen dagegen häufig nur rudimentäre graphische Visualisierungsmöglichkeiten zur Prozeßspezifikation zur Verfügung.

Bei der *Ressourcenkoordination* verfolgen PPS und Workflowmanagement gänzlich unterschiedliche Philosophien: Während bei der PPS versucht wird, durch die Material-, Zeit- und Kapazitätswirtschaft die Zuordnungen von Ressourcen *vor* der Prozeßausführung zu determinieren, nehmen Workflowmanagementsysteme diese erst zur Laufzeit (siehe Tabelle 1.1) vor. Dies hat zur Folge, daß in der PPS bei Auftreten ressourcenbezogener Störungen neu geplant werden muß („kurzfristige PPS“). Das Rollenkonzept erlaubt hingegen, jeweils einer Aufgabe zunächst allen Aktoren zuzuordnen, die diese ausführen können. Die Flexibilität wird hierbei u. a. noch durch Stellvertreter- und Abgabemechanismen erhöht.

Eine automatisierte Überwachung und Sicherung im Rahmen der Regulierungskoordination wird beim Workflowmanagement z. T. durch das Workflow-Monitoring ermöglicht (siehe Abschnitt 1.3.3). Im Gegensatz zur PPS findet dabei i. d. R. keine Überwachung von Betriebsmitteln statt. Darüber hinaus werden bei der PPS Qualitätsdaten von Erzeugnissen - d. h. von Prozeßobjekten selbst - aufgezeichnet. Wichtiges spezifisches Element von PPS-Systemen ist daher die Betriebs- (BDE) und Maschinendatenerfassung (MDE). Demgegenüber weisen PPS-Systeme i. a. keine Funktionalitäten für das Monitoring von Dokumentenflüssen auf.

Kennzeichnend für Workflowmanagementsysteme ist, daß sie als Middleware die Entkopplung der Prozeßsteuerung von den Anwendungssystemen vollziehen. Die Architektur von *Workflowmanagementsystemen* konstituiert sich dabei häufig durch eine Zweiteilung in eine Build- und eine Runtime-Komponente. Zur *Buildtime-Komponente* gehören im wesentlichen die Workflowmodellierung, die Spezifikation der Datenstrukturen und der aufzurufenden Applikationen sowie evtl. Simulation. Ferner ist die Beschreibung der Aufbauorganisation (Organisationseinheiten, Rollen, Stellen, Kompetenzen, Mitarbeiter u. ä.) zur Buildtime zu zählen. Mit der Transformation dieser Modelle in ausführbare Workflowmodelle erfolgt der Übergang von der Build- in die Runtime. Zu letzterer zählen die Instanziiierung von Workflows, die Rollenauflösung, die Notifikation über anstehende Workitems sowie das Monitoring der Workflowausführung.

PPS-Systeme weisen i. d. R. keine derartige Unterteilung von Build- und Runtime auf. Gleichwohl können auch sie als steuernde Middleware (z. B. ein Leitstand als Steuerschicht für verschiedenen Maschinensteuerungsprozessoren) agieren. Einhergehend mit verschiedenen Produktionsstufen (z. B. Teilefertigung, Vor- und Endmontage) werden bei der PPS verschiedene hierarchisch angeordnete Leitebenen, die durch einen Verbund entsprechend hierarchisch strukturierter dezidierter *Leitsysteme* unterstützt werden (Betriebs-, Fertigungs-, Prozeß- und Maschinenleitebene), unterschieden. Damit einher gehen zahlreiche Koordinationskonzepte dezentraler PPS-Systeme. Derartig dezentrale Workflowmanagementsystemverbünde werden im Workflowmanagement durch die Aktivitäten bezüglich des Interface Nr. 4 des WFMC-Referenzmodells<sup>15</sup> vorangetrieben, allerdings steht diese Arbeit erst am Anfang (vgl. Abschnitt 1.3.4).

Analog zur Tabelle 1.2 läßt sich auch für die Steuerung eine Gegenüberstellung von Objekten und Aufgaben vornehmen (Tabelle 1.3)

Steuerungsobjekt		Steuerungsaufgabe	
PPS	Workflowmanagement	PPS	Workflowmanagement
Fertigungsauftragsfreigabe	Ereignis	Fertigungsauftragsanstoß	Workflowinstanziierung
Arbeitsgänge	Workflowaktivitäten	F-auftragsdurchsetzung	Workflowausführung
Sequentielle Ausführung	Sequentielle Ausführung	Aktivitätenkoordination	Aktivitätenkoordination
Parallele Ausführung	Parallele Ausführung	Aktivitätenkoordination	Aktivitätenkoordination
Materielle, informationelle, und Humanressourcen	Informationelle und Humanressourcen	Ressourcenkoordination nach Fertigungsplan	Ressourcenkoordination zur Laufzeit
Prozeßqualität zur Laufzeit	Workflowqualität zur Laufzeit	Auftrags- und Terminüberwachung / BDE	Prozeßmonitoring/-controlling
Prozeßqualität nach Laufzeit	Workflowqualität nach Laufzeit	Process-Audit	Workflow -Protokollierung
Ressourcenverfügbarkeit / -qualität	-	Technische Ressourcenüberwachung	-
Produktqualität	-	Produktqualitätsdokumentation	-
Arbeitsplan/Netzplanqualität	Workflowstrukturqualität	Arbeitsplanpflege	Backward Engineering

In Anlehnung an Loos (1996), S. 8; vgl. auch Rosemann, v. Uthmann (1996), S. 353.

**Tab 1.3:** Steuerungsobjekte und -aufgaben von PPS und Workflowmanagement im Vergleich

<sup>15</sup> Vgl. Workflow Management Coalition (1996), S. 28ff.

### 1.3 Einsatzpotentiale von Workflowmanagement zur Unterstützung der PPS

Grundlage des Prozeßmanagement und damit auch der Entwicklung von Anwendungssystemen, deren Gestaltung sich an den Prozessen zu orientieren hat, ist die Prozeßmodellierung. Im Sinne der Prozeßorientierung wird hierbei die funktionübergreifende Gestaltung ganzheitlicher Abläufe verfolgt, deren wesentliche Prinzipien u. a. die Minimierung der organisatorischen Schnittstellen und Medienbrüche sowie die verstärkte Kundenorientierung sind. Als konsequenter nächster Schritt strebt Workflowmanagement eine Automatisierung bzw. weitgehende Rechnerunterstützung der modellierten Geschäftsprozesse an. Die Unterstützung orientiert sich dabei an den verschiedenen *Zielkategorien des Geschäftsprozeßmanagements*:<sup>16</sup>

- *Prozeßeﬃzienz*: Optimierung prozessualer Zielkriterien wie Durchlaufzeit oder Termintreue
- *Ressourceneﬃzienz*: Eﬃziente Nutzung der vorhandenen Ressourcen
- *Produktivität*: Ergibt sich aus Prozeß- und Ressourceneﬃzienz
- *Markteﬃzienz*: Eﬃzientes Auftreten auf den Beschaffungs- und Absatzmärkten
- *Delegationseﬃzienz*: Eﬃziente Nutzung der Kompetenzen über- und untergeordneter Einheiten
- *Motivationseﬃzienz*: Motivation der Mitarbeiter zu unternehmenszielkonformem Verhalten

Tabelle 1.4 stellt den primären Beitrag der WFMS-Aufgaben (vgl. Abschnitt 1.2.1) zur Unterstützung des Geschäftsprozeßmanagements dar.

Zur Untersuchung des Unterstützbarkeit von PPS-Prozessen durch Workflowmanagement sind zunächst die Kennzeichen von Geschäftsprozessen mit Workflow-Potential zu reflektieren:

- Diese Prozesse lassen sich im vorhinein zumindest in Teilen durch Prozeßmodelle beschreiben. Ad-hoc-Prozesse, über deren Ablauf erst während ihrer Ausführung entschieden wird, entziehen sich derzeit weitgehend einer Unterstützung durch Workflowmanagementsysteme.
- *Mehrere Personen bzw. Anwendungssysteme* arbeiten asynchron zusammen an der Prozeßausführung, so daß die oben skizzierten durch Workflowmanagement unterstützten Koordinationsmechanismen nutzbringend angewendet werden können.
- Sie müssen eine gewisse *Ausführungshäufigkeit* besitzen, damit sich die mit der Modellierung und Umsetzung von Workflows verbundenen Aufwendungen amortisieren.

Koordinations-	Prozeßeﬃzienz	Ressourcen-	Markteﬃzienz	Delegations-	Motivations-
----------------	---------------	-------------	--------------	--------------	--------------

---

<sup>16</sup> Vgl. Theuvsen (1996), S. 74-75.

aufgabe		effizienz		effizienz	effizienz
Aktivitäten-Koordination	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prozeßorientierte Bearbeitung</li> <li>• Parallelisierung</li> <li>• Einheitlichkeit der Abläufe</li> <li>• Transparenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prozeßorientierter Einsatz</li> <li>• Parallelarbeit</li> <li>• Einheitlichkeit der Abläufe</li> <li>• Transparenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liefertermine</li> <li>• Produktqualität</li> <li>• Flexible Reaktion auf Kundenwünsche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparenz</li> <li>• Delegation vollständiger Aufgaben</li> <li>• Delegation gesamter Geschäftsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlastung von Routineaufgaben</li> <li>• mehr anspruchsvolle Aufgaben</li> <li>• Transparenz</li> <li>• Prozeßorientierung</li> </ul>
Aktoren-Koordination	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prozeßorientierte Kooperation</li> <li>• Parallelarbeit</li> <li>• Worklist sorgt für Erinnerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prozeßorientierter Einsatz</li> <li>• Parallelarbeit</li> <li>• gleichmäßige Auslastung</li> <li>• Arbeitsvorratsverwaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetenzorientiertes Routing von Aufgaben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlastung von Routineaufgaben</li> <li>• mehr anspruchsvolle Aufgaben</li> <li>• gleichmäßige Auslastung</li> <li>• bessere Selbstorganisation durch Worklist</li> </ul>
Applikations - Koordination	<ul style="list-style-type: none"> <li>• direkte Bereitstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vereinfachung Benutzung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vereinfachung Benutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vereinfachung Benutzung</li> </ul>
Daten-Koordination	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prozeßgerechte Übermittlung</li> <li>• Vollständigkeit</li> <li>• Medienbrüche</li> <li>• Transportzeiten</li> <li>• Liegezeiten</li> <li>• Konsistenz/Integrität</li> <li>• Sicherheit</li> <li>• Fehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vereinfachte Übermittlung</li> <li>• Transportzeiten</li> <li>• Liegezeiten</li> <li>• Papierersparnis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auskunftsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dezentrale Verfügbarkeit</li> </ul>	
Regulierungs-koordination	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparenz</li> <li>• Prozeßsicherheit</li> <li>• Fehler</li> <li>• Termintreue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslastung</li> <li>• Fehler</li> <li>• Verwendung für ISO-Zertifizierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktqualität</li> <li>• ISO-Zertifikat</li> <li>• Auskunftsfähigkeit</li> <li>• Termintreue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Führungsinformationen</li> <li>• Kleine Regelkreise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungsgerechte Entlohnung</li> </ul>
Kooperation und Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verteilte, asynchrone Kooperation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• global vernetzte Kooperation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Global Playing</li> <li>• Kundendialog</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Kommunikation und Kooperation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Kommunikation und Kooperation</li> </ul>

**Tab. 1.4:** Beitrag der WFMS-Aufgaben zur Unterstützung des Geschäftsprozeßmanagements

Prozesse, welche diese Charakteristika aufweisen, liegen grundsätzlich auch in der industriellen Auftragsabwicklung vor, wobei dort verstärkt komplexe, schwierig strukturierbare Prozesse auftreten. Eine besondere Eigenschaft industrieller Produktionsprozesse ist - in Abgrenzung zu rein administrativen Prozessen - ihre teilweise Kopplung mit Materialflüssen, deren Koordination zusätzliche Anforderungen an die Steuerung stellt (vgl. 2.2). Unter dem informationstechnischen Gesichtspunkt sind die durch heterogene Fertigungsinformationssysteme geprägten Systemumgebungen zu beachten, welche eine aufwendige Ausgestaltung diverser Schnittstellen sowie die Handhabung unterschiedlicher koexistenter Datenformate erfordern. Damit liegen im Vergleich zum reinen Administrationsbereich komplexere organisatorische und informationstechnische

Randbedingungen für den Einsatz von Workflowmanagement vor, welche die Realisierung des Potentials von Workflowmanagement erschweren.<sup>17</sup>

Bei der Betrachtung der derzeitigen informationstechnischen Unterstützung von PPS-Prozessen läßt sich feststellen, daß die dort eingesetzten Leitsysteme einen Großteil der hier anfallenden Prozeßplanungs- und -steuerungsaufgaben bereits wahrnehmen. Insbesondere handelt es sich dabei - wie im Abschnitt 1.2 erläutert wurde - um die Aufgaben der Fertigungsplanung und -steuerung. Trotzdem lassen sich hier noch Einsatzpotentiale für Workflowmanagement identifizieren.

### **1.3.1 Produktionsplanung**

In der *Produktionsplanung* leisten heutige PPS-Systeme vor allem die Verwaltung der PPS-Daten und die Unterstützung der Materialwirtschaft sowie der Zeit- und Kapazitätswirtschaft. Ein Einsatzpotential von Workflowmanagement ist - in ihrer Eigenschaft als Middleware - die Auflösung der i. d. R. starren Kopplung dieser Systeme. Durch eine erhöhte Modularisierung könnte dabei der Aufwand bei der Einführung, Wartung und Anpassung von PPS-Systemen reduziert werden. Darüber hinaus wäre mit einer derartigen PPS-Systemarchitektur eine Intensivierung der gegenseitigen Abstimmung der bei der vorherrschenden Sukzessivplanung entstehenden PPS-Teilpläne durch die koordinative Steuerung und Zusammenführung auftragsbezogener Dokumente innerhalb der Aufgaben der Produktionsplanung und damit eine Verbesserung der Produktionsplanungsergebnisse denkbar. Die Unterstützbarkeit einer Abstimmung der Teilpläne dürfte allerdings in dem Maße sinken, in dem die Charakteristika auftragsanonymer Massen- und Großserienfertiger vorliegen, da diese durch den Umgang mit Massendaten geprägt sind.

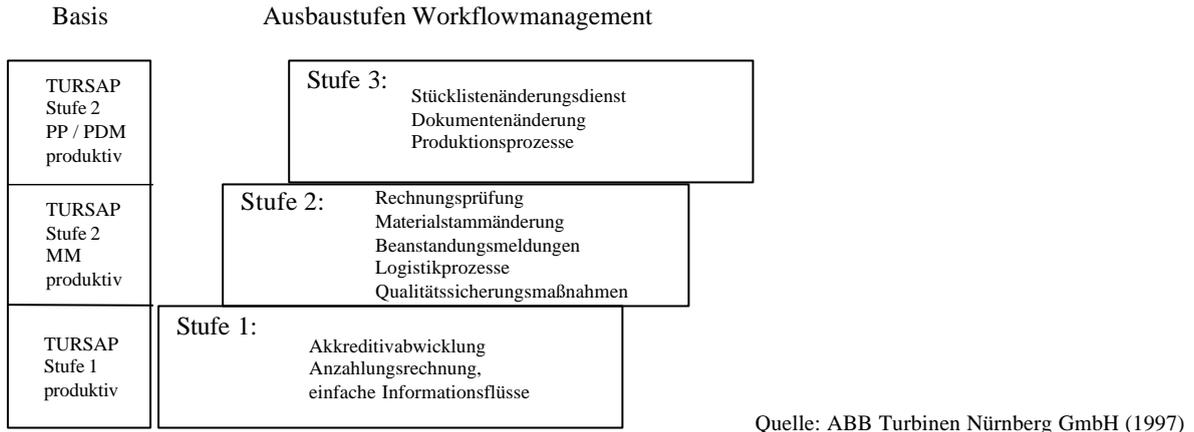
Über die genannten Aufgaben der Produktionsplanung hinaus lassen sich Aufgaben identifizieren, die i. d. R. nicht durch die PPS-Systeme wahrgenommen werden, jedoch aufgrund ihrer repetitiven Prozeßstrukturen gut durch Workflowmanagement unterstützbar sind. Beispiele hierfür sind die Angebotsabwicklung, Beschaffungsprozesse von Fertigungsmitteln oder Arbeitsplan- und Stücklistenänderungen (s. auch Abbildung 1.3).<sup>18</sup> Im Vergleich zu anderen Betriebsformen, wie dem Handel, bei denen ähnliche Prozesse auftreten, sind dabei jedoch aufgrund der höheren Komplexität der Produktdaten die besonderen Anforderungen an das Daten- und Dokumentenmanagement zu beachten.<sup>19</sup> Insgesamt könnte damit eine verstärkte prozeßorientierte Integration vor- und nachgelagerter administrativer Bereiche (z. B. Außendienst, Finanzbuchhaltung, Kostenrechnung, Personalwirtschaft) mit Bereichen, die sich auf angestammte PPS-Aufgaben beziehen, erreicht werden (s.o.).

---

<sup>17</sup> Vgl. hierzu auch Loos (1996), S. 5f; v. Uthmann (1996), S. 9ff.

<sup>18</sup> Vgl. z. B. Morschheuser, Raufer, Wargitsch (1996); v. Uthmann, Stolp, Meyer (1997).

<sup>19</sup> Vgl. Mertens, Morschheuser (1994).



**Abb. 1.3:** Ausbaustufen der Workflowmanagement-Einführung bei der ABB Turbinen GmbH Nürnberg

### 1.3.2 Produktionssteuerung

Fertigungs-, Prozeß-, Maschinen- sowie Materialflußleitsysteme können als speziell auf die Charakteristika von Produktionssystemen zugeschnittene Prozeßsteuerungssysteme gesehen werden. Überlegenswert erscheint, ob sich die Vorteile der graphischen Workflowmodellierung und der Ressourcenkoordination zur Laufzeit auf diese Systeme übertragen lassen. Außerdem könnten auch hier die oben skizzierten Vorteile einer stärkeren Systemmodularisierung umgesetzt werden.

Aus den im Abschnitt 2 beschriebenen Analogien ergibt sich das Potential eines administrations- und werkstattbereichsintegrierenden Workflowmanagement, in dem Leitstände als untergeordnete Workflowmanagementsysteme in übergeordnete workflowkoordinierte Produktionsprozesse eingegliedert sind. Damit können die bisherigen Grenzen zwischen dem Management von Verwaltungs- und Fertigungsprozessen aufgelöst und eine höhere Durchgängigkeit des Prozeßmanagement erreicht werden.

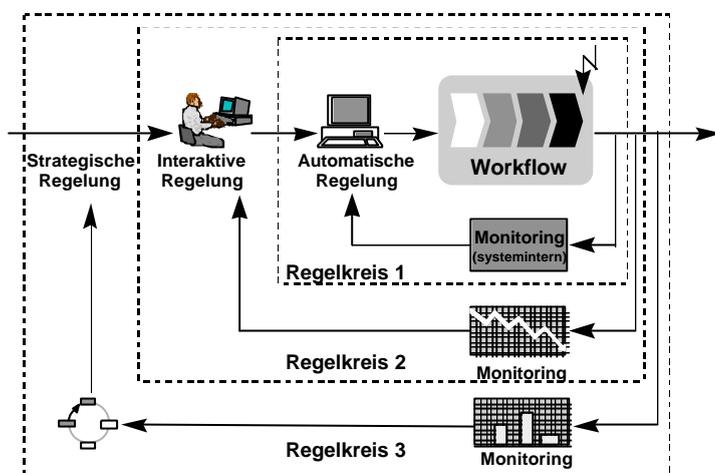
### 1.3.3 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement stellt eine wichtige Querschnittsaufgabe innerhalb industrieller Produktionsprozesse dar. Der Grundsatz heutigen Qualitätsmanagements, die Qualität nicht durch einen separierten Prüfvorgang sondern durch Beherrschung der Prozesse zu sichern, ist eng verbunden mit der Einführung von Prozeßregelkreisen.<sup>20</sup> Die Rolle des Workflowmanagement in diesem Zusammenhang wird in dem *Grundmodell der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung* dargestellt,

---

<sup>20</sup> Vgl. Westkämper, Hoffmeister, Lange (1995).

das die Struktur einer dreischleifigen Kaskadenregelung beschreibt, bei der Workflowmanagement einen Bestandteil der Istwerterfassung und Regeleinrichtung bildet (Abbildung 1.4).<sup>21</sup>



Quelle: v. Uthmann, Turowski (1996), S. 15.

**Abb. 1.4:** Grundmodell der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung

Workflowmanagement kann dabei insbesondere erheblich zur Aufwandsreduzierung der Erfüllung internationalen Qualitätsnorm ISO 900x beitragen.<sup>22</sup> Die erstellten Workflowmodelle können hierfür die notwendige Dokumentation der festzulegenden Mechanismen zur Qualitätssicherung liefern (Qualitätshandbuch). Neben der Definition läßt sich auch die Umsetzung des Qualitätsmanagement durch Workflowmanagement verbessern. So optimiert die Automatisierung der Funktionsübergänge die Prozeßbeherrschung, indem auf manuelle Einflüsse zurückgehende Fehler minimiert wird. Dies bezieht sich insbesondere auf die geforderte „Lenkung von Dokumenten“ und Prozessen. Zugleich lassen sich durch die Implementierung Workflow-basierter Regelkreissystemen unter intensiven Mitarbeiterbezug Qualitätsstörungen prozeßnah identifizieren und kompensieren (Korrekturmaßnahmen).

Begleitend zur Workflowausführung können automatisch Protokolldateien, sog. Audit Trails, erzeugt werden, welche die Prozeßausführung dokumentieren und ein wesentliches Instrument innerhalb eines umfassenden Prozeß-Audits<sup>23</sup> darstellen. Diese Daten lassen sich durch Führungsinformationssysteme verdichten und grafisch aufbereiten. Darüber hinaus unterstützt die Workflowprotokollierung die Nachvollziehbarkeit bereits abgeschlossener Prozesse und verbessert somit die Identifikation und Rückverfolgbarkeit von Fehlern. In diesem Zusammenhang können Workflowprotokolle darüber Auskunft geben, inwieweit qualitätssichernde definierte QS-Prüfungen auch tatsächlich stattgefunden haben (Qualitätsaufzeichnung). Dies ist u. a. bei kundenseitigen Ersatzansprüchen relevant.

<sup>21</sup> Vgl. v. Uthmann (1996), S. 14ff.

<sup>22</sup> Vgl. Grillhofer (1995).

<sup>23</sup> Vgl. Klatter, Daetz (1996)

So können z.B. Aktivitäten mit signifikanten Fehlerraten bestimmt werden. Ebenso bilden diese Daten die notwendige Grundlage für die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen. Damit wird die für ein effizientes Qualitätsmanagement notwendige Prozeßtransparenz konsequent auch für die PPS-begleitenden Prozesse herbeigeführt.

#### **1.3.4 Produktionsnetzwerke**

Der PPS stehen durch die zunehmende Notwendigkeit der sich globalisierenden Verzahnung von Entwicklung, Fertigung und Vertrieb wachsende Anforderungen gegenüber. Voraussetzung zur Erfüllung dieser Anforderungen sind effiziente Produktionsnetzwerke, innerhalb derer jeder Abnehmer von Gütern und Dienstleistungen Teil einer dynamischen Zuliefererstruktur ist, bei der die jeweiligen Lieferanten in die Geschäftsprozesse zu integrieren sind.<sup>24</sup> Werden Produktionsnetzwerke als virtuelle Fabriken angesehen, so wird deutlich, daß die hier auftretenden überbetrieblich verflochtenen Prozesse in gleicher Weise wie innerbetriebliche Prozesse durch Workflowmanagement unterstützt werden können. Eine besondere Anforderung stellt hierbei neben der Kooperationsproblematik die notwendige Kopplung gleich- und verschiedenartiger Workflowmanagementsysteme über Kommunikationssysteme wie Electronic Data Interchange (EDI), Wide Area Networks (WAN) und Internet dar, wobei in letzterem aufgrund seiner Offenheit und seiner Dienste ein besonders hohes Potential zur Überwindung der bestehenden Kommunikationsbarrieren zu sehen ist.

#### **1.4 Ansätze der PPS zur Verbesserung des Workflowmanagement**

Die skizzierten Analogien zwischen PPS und Workflowmanagement legen nahe zu untersuchen, inwiefern die aus der jahrzehntelangen Auseinandersetzung mit der PPS gewonnenen Erkenntnisse zur Weiterentwicklung der noch relativ jungen Workflowkonzepte beitragen können.

Das wesentliche Entwicklungspotential resultiert aus der Tatsache, daß einerseits die PPS - im Gegensatz zum Workflowmanagement - nicht durch eine Dominanz der Prozeßeffizienz charakterisiert ist, sondern insbesondere durch die Aufgabe der Material- und Kapazitätswirtschaft *auch* die *Ressourceneffizienz* verfolgt (vgl. hierzu und zum folgenden Abschnitt 1.2.1).<sup>25</sup> Andererseits konzentriert sich die PPS-Aufgabe nicht nur auf die Ausführung von Prozessen, sondern auch auf deren zielkonforme *Planung*, d. h. - im Rahmen gegebener Restriktionen (s. z.B. Dilemma der Ablaufplanung) - besteht ein *Optimierungsanspruch* hinsichtlich verschiedener Prozeßzielgrößen. Diesem wird innerhalb der PPS im Rahmen eines mehrstufigen Planungsprozesses mit abnehmendem Planungshorizont (MRP II-Ansatz) iterativ versucht nachzukommen.

---

<sup>24</sup> Vgl. Becker, Rosemann (1993).

<sup>25</sup> Vgl. Rosemann (1996) (Prozeßeffizienz). Vgl. hierzu auch Abschnitt 1.3.

In Workflowmanagementsystemen dominiert demgegenüber die *Ausführung* der Prozesse. Selbst beispielsweise die Pflege von Sollzeiten als Prozeßleistungsgrößen ist in diesen Systemen derzeit kaum möglich. Die Planungsaktivitäten beschränken sich hier weitgehend auf die Definition von Workflowmodellen, welche lediglich implizit Ressourcenmerkmale einbezieht. Die Tatsache, daß dem Ziel der Ressourceneffizienz in der theoretischen Diskussion und in der praktischen Realisierung des Workflowmanagement bislang nur unzureichend Rechnung getragen wird, kommt vor allem bei den vorherrschenden „Algorithmen“ der Rollenauflösung zum Ausdruck. Vor diesem Hintergrund erscheint eine genauere Betrachtung ressourcenorientierter PPS-Funktionen sinnvoll.

Im Rahmen der Workflowmodellierung werden je Aktivität die benötigten Ressourcen beschrieben. Während im Workflowmanagement jedoch diese Modelle unmittelbar die Grundlage für die Instanzierung und Ausführung einzelner Workflows bilden, sind im klassischen stufenweisen PPS-Konzept die Aufgaben der Zeit- und Kapazitätswirtschaft zwischengeschaltet. Aus der Perspektive der involvierten Ressourcen wird hierbei auf der Basis eines im Rahmen der *Kapazitätsterminierung* ermittelten *Zeitgerüsts* ein *Kapazitätsabgleich* vorgenommen, durch den sichergestellt werden soll, daß die zu beanspruchenden Kapazitäten bei der Ausführung der definierten Prozesse (Fertigungsaufträge) keinen Engpaß darstellen. Das *Zeitgerüst* ergibt sich hierbei durch Vorwärts- und Rückwärtsterminierung, gelegentlich kommt – bei Vorliegen typischer Engpaßaggregate - auch die *Mittelpunktsterminierung* (s. auch OPT) zum Einsatz. Wesentliche Ergebnisse dieser Aufgabe sind die frühest/spätest-möglichen Start- bzw. Endtermine, die etwaigen Handlungsbedarf aufzeigen (z. B. Erhöhung der Transportintensität) sowie die Feststellung des kritischen Pfads und der verfügbaren Pufferzeiten. Ferner wird die Auslastung der Kapazitäten innerhalb der Kapazitätswirtschaft gleichmäßig verteilt, wozu aggregierte Ressourcenangaben (z. B. Drehbänke) konkretisiert werden (z. B. Drehbank 471x). Dabei bestehen die Möglichkeiten der Anpassung der Kapazitätsnachfrage und der des Kapazitätsangebots. Hierfür sind in der produktionswirtschaftlichen Forschung diverse Algorithmen (z. B. Brankamp-Algorithmus) und eine Vielzahl an Heuristiken entwickelt worden.

Die skizzierten zwischengeschalteten Planungen erhöhen die Ressourceneffizienz und steigern zugleich die Prozeßeffizienz dergestalt, daß Zeitverluste, die aus der Nichtverfügbarkeit (adäquater) Ressourcen resultieren, reduziert werden. Hierzu zählt auch die Aufgabe der *Auftragsfreigabe*, die durch die ihr zugewiesene Verfügbarkeitsprüfung ebenfalls zur termingerechten Durchführbarkeit der Fertigungsprozesse beiträgt.

Prinzipiell und von der zugrundeliegenden grundsätzlichen Steuerungsaufgabe her ist die Erweiterung des Workflowmanagement um die Ermittlung eines den Ergebnissen der Durchlaufterminierung vergleichbaren *Zeitgerüsts* sowie um kapazitätsorientierte Planungsfunktionalitäten denkbar. Damit würde sich der Schwerpunkt des im wesentlichen auf die Ausführung der Prozesse ausgerichteten Workflowmanagement stärker auch auf die planerische Durchdringung und Optimierung im Vorfeld der Workflowinstanzierung erstrecken. So könnte beispielsweise der kritische Pfad eines Workflows im Rahmen eines Workflow-basierten Prozeßcontrolling ermittelt werden, oder der Verbrauch der

verfügbaren Pufferzeiten auf nicht-kritischen Workflowpfaden visualisiert werden. Hierdurch ergäbe sich eine Erhöhung der Qualität der Informationsaufarbeitung für den Prozeßmanager.

Kritischer als die Adaption dieser zeitwirtschaftlichen PPS-Funktionen für die Zwecke des Workflowmanagement ist die Übernahme der erörterten kapazitätswirtschaftlichen Funktionen. In der Domäne der PPS überwiegen Fertigungsmittel als Planungsgegenstand der Kapazitätswirtschaft, eine Ausdehnung dieser Funktionen auf personelle Ressourcen findet sich auch in der PPS erst in Ansätzen und mit großen Vorbehalten.

In der vorherrschenden Domäne des Workflowmanagement sind demgegenüber vor allem gerade Humanressourcen und Anwendungssysteme relevant. Während letztere oftmals keinerlei relevanten Kapazitätsrestriktionen unterliegen, ist die stärkere kapazitative Durchdringung der Humanressourcen insbesondere in administrativen Bereichen zum einen personalpolitisch schwierig und zum anderen aufgrund der größeren Varianz menschlicher Arbeitsleistungen im Vergleich zu maschinellen mit größeren Ungenauigkeiten betroffen. Entsprechend wäre eine im Rahmen der Workfloweinführung angestrebte Kapazitätsplanung für (administratives) Personal unternehmensindividuell abzustimmen und ein beiderseits als angemessen empfundener Grad an Anonymität festzulegen. Aus Sicht der Workflowcharakteristika sollte dabei die Planungssicherheit hinreichend hoch, d. h. das Zeitverhalten hinreichend homogen, sein und der aus dem Planungsaufwand, der sich insbesondere aus der Anzahl an Prozeßinstanzen je Periode sowie der Anzahl der zu planenden Ressourcen ergibt, den damit verbundenen Aufwand nicht übersteigen. Gleichwohl kann die Übernahme grundsätzlicher Funktionalitäten der Kapazitätswirtschaft beispielsweise die bislang ausschließlich prozeß- bzw. funktionsorientiert („Welche Ressource ist für die anstehende Aktivität qualifiziert?“) erfolgende Rollenauflösung um Kapazitätskriterien anreichern („Welche Ressource ist für die anstehende Aktivität qualifiziert und innerhalb des vorgegebenen Zeitfensters verfügbar?“). Dies wird als *lastbasierte Rollenauflösung* bezeichnet.

Schließlich ist auch im Workflowmanagement die Einführung einer der Auftragsfreigabe vergleichbaren Aufgabe denkbar, welche sicherstellt, daß beispielsweise Problemsituationen wie das Durchlaufzeitensyndrom, die immer früherere Einsteuerung von Workflows mit der Konsequenz einer sich stetig verschlechternden Termintreue, vermieden werden. Die Verantwortung für diese Aufgabe, die koordinierte Überführung eines Workflows aus der Planungsphase (Workflowterminologie: Buildtime) in die Steuerungsphase (Runtime) sollte beim Prozeßmanager liegen. Noch weitgehender wäre die Einführung von elaborierten Ansätzen wie der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe (BoA). Diese könnten in der skizzierten lastbasierten Rollenauflösung zwar ihren Niederschlag finden, lassen sich aber, wie auch andere alternative PPS-Konzepte (z. B. retrograde Terminierung, OPT), aufgrund der skizzierten Spezifika klassischer Workflowdomänen nicht vollständig übernehmen.

Neben der hier fokussierten Ressourcenplanung bietet die langjährige Praxis der Leittechnik Lösungsansätze für die verschiedensten Probleme der Workflow-basierten Steuerung. Beispielsweise ließen sich verschiedene ausgereifte Konzepte zum Prozeßmonitoring und zur dezentralen Steuerungen auf das Workflowmanagement übertragen. Darüber hinaus finden sich in der PPS zahlreiche Ausarbeitungen zu organisatorischen Aspekten der Einführung und des Betriebs automatisierter Steuerungssysteme.

## **1.5 Zusammenfassung und Diskussionspunkte**

Derzeitige PPS-Systeme erreichen oftmals nicht das Ziel einer flexibel anpaßbaren Integration aller zum Produktionsbetrieb gehörenden Bereiche auf organisatorischer und informationstechnischer Ebene. Workflowmanagement bietet hier einen vielversprechenden Lösungsansatz. Derzeit werden die Einsatzmöglichkeiten dieser Systeme vorrangig in Dienstleistungsbranchen diskutiert. Wie die vorangegangenen Ausführungen gezeigt haben, lassen sich aber auch für industrielle Auftragsabwicklungsprozesse Ansatzpunkte für einen effizienten Einsatz von Workflowmanagementsystemen identifizieren. Dabei kann Workflowmanagement als allgemeines, über die Grenzen von Administrations- und Fertigungsprozessen reichendes Steuerungskonzept von Prozessen gesehen werden. Im Gegenzug können diverse Konzepte der Produktionsplanung und –steuerung für die Zwecke des Workflowmanagement adaptiert und insbesondere für die Zwecke einer verbesserten Kapazitätsplanung genutzt werden.

Anzeichen für eine erste Realisierung diese Potentials zeigen sich u. a. im BMBF-geförderten Projekt „Integration von Produkt- und Prozeßmodellen (GiPP)“ und in der zunehmenden Orientierung von EDM-Systemen an der technischen Ablauforganisation mit der Einbindung von Workflowmanagementfunktionalität.

Der weiteren Forschungsarbeit sowie anstehenden praktischen Realisierungen bleibt die Auseinandersetzung u.a. mit folgenden Fragestellungen vorbehalten:

- Wo liegen weitere Synergiebereiche von PPS und Workflowmanagement?
- Welche Prozesse der Auftragsabwicklung bei welchen Fertigungstypen besitzen Workflow-Potential?
- Welchen Nutzen hätte hier der Einsatz von Workflowmanagement gegenüber bisherigen Lösungen?
- Welche Granularität sollten PPS-Funktionen innerhalb einer Workflow-basierten Systemarchitektur besitzen?
- Wie müßten hierzu derzeitige PPS-Systeme informationstechnisch durch Workflowmanagement verbessert werden?
- Läßt sich durch die dem Workflowmanagement inhärente Prozeßorientierung und die Möglichkeit der Kopplung ggf. kleiner Applikationsmodule sogar eine neue, bessere PPS-Philosophie entwickeln? Ist hierzu eine neue PPS-Systemarchitektur erforderlich?

- Welche besonderen Anforderungen muß Workflowmanagement in der industriellen Auftragsabwicklung erfüllen?
- Was können Leitsysteme der PPS- bzw. Workflowmanagementsysteme voneinander lernen?
- Welchen Beitrag könnte Engineering Data Management (EDM) zur Thematik leisten?

## 1.6 Literatur

- AWF, Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung: Integrierter EDV-Einsatz in der Produktion – Begriffe, Definitionen, Funktionszuordnungen. Eschborn 1985.
- Becker, J.: CIM-Integrationsmodell – Die EDV-gestützte Verbindung betrieblicher Bereiche. Berlin et al. 1991.
- Becker, J.; Rosemann, M.: Logistik und CIM. Die effiziente Material- und Informationsflußgestaltung im Industriebetrieb. Berlin et al. 1993.
- Becker, J., Vossen, G.: Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management: Eine Einführung. In: Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management. Hrsg.: G. Vossen, J. Becker. Bonn et al. 1996, S. 17-26.
- Ellis, C. A.; Naffah, N.: Design of Office Automation Systems. Berlin et al. 1987.
- Georgakopoulos, D.; Hornick, M., Sheth, A.: An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure. Distributed and Parallel Databases, 3 (1995) 2, S. 119-153.
- Glaser, H.; Geiger, W.; Rohde, V.: PPS. Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen - Konzepte - Anwendungen. Gabler Verlag, 2. Aufl., Wiesbaden 1992.
- Grillhofer, D.: Workflow-Systeme helfen bei der ISO-Zertifizierung. PC Magazin. o.J (1995) 38, S. 35-36.
- Jablonski, S.; Böhm, M.; Schulze, W.: Workflow-Management. Entwicklung von Anwendungen und Systemen - Facetten einer neuen Technologie. Heidelberg 1997.
- Klatte, T.; Daetz, W.: Prozeß-Audit aus Verbesserungsinstrument für betriebliche Herstellungsprozesse. FB/IE 45(1996) 2, S. 83-90.
- Kurbel, K.: Produktionsplanung und -steuerung. Methodische Grundlagen von PPS-Systemen und Erweiterungen. 2. Aufl., München, Wien 1995.
- Loos, P.: Workflow und industrielle Produktionsprozesse - Ansätze zur Integration. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik Nr. 123. Saarbrücken, 1996.
- Luczak, H.; Eversheim, W.; Schotten, M.: Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. Berlin et al. 1998.
- Mertens, P.; Morschheuser, S.: Stufen der Integration von Daten- und Dokumentenverarbeitung - dargestellt am Beispiel eines Maschinenbauunternehmens. Wirtschaftsinformatik, 36 (1994) 5, S. 444-454.
- Morschheuser, S., Raufer, H., Wargitsch, C.: Challenges and Solutions of Document and Workflow Management in a Manufacturing Enterprise: A Case Study. In: Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '96) 1996.
- Nedeß, Ch. (Hrsg.): Von PPS zu CIM. Berlin et al. 1991.
- REFA, Verb. für Arbeitsstudien u. Betriebsorganisation e.V.: Methodenlehre der Planung und Steuerung. 4. Aufl., München 1985.

- Rosemann, M. (Komplexitätsmanagement): Komplexitätsmanagement in Prozeßmodellen. Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Informationsmodellierung. Wiesbaden 1996.
- Rosemann, M. (Prozeßeﬃzienz): Prozeß- versus Ressourceneﬃzienz. Wirtschaftsinformatik, 38 (1996) 6, S. 663-664.
- Rosemann, M.; v. Uthmann, C.: Workflowmanagement in der industriellen Produktion. ZwF, 92 (1997) 7/8, S. 351-354.
- Scheer, A.-W.: CIM. Der computergesteuerte Industriebetrieb. 4. Aufl., Berlin et al. 1990.
- Schmidt, G.: Scheduling Models for Workflow Management. In: Scholz-Reiter, B.; Stickel E. (Hrsg): Business Process Modelling. Berlin et al. 1996, S. 67-80.
- Theuvsen, L.: Business Reengineering. zfbf, 48 (1996) 1, S. 65-82.
- v. Uthmann, C.; Stolp, P; Meyer, G.: Workflowmanagement in integrierten Anwendungssystemen. Ein Bericht über das Workflow-Projekt der ABB Turbinen Nürnberg GmbH. Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik (HMD), 34 (1997) 198, S. 107-114.
- v. Uthmann, C.: Nutzenpotentiale der Petrinetztheorie für die Erweiterung der Anwendbarkeit Ereignisgesteuerter Prozeßketten. In: Proceedings zum Workshop "Formalisierung und Analyse Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)" an der Carl v. Ossietzky Universität Oldenburg, FB Informatik, 14. Juli 1997. Hrsg.: N. Nüttgens, A. Oberweis, F. Rump. Oldenburg 1997, <http://www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~epk/agdokumente.html>.
- v. Uthmann, C.; Turowski, K.: Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung als Konzept für das Management industrieller Produktentwicklungsprozesse. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik Nr. 50. Münster 1996.
- Westkämper, E.; Hoffmeister, H.-W.; Lange, D.: Prozeßnahe Qualitätsprüfung. QZ-Zertifizierung, o. Jg. (1995) 5, S. 37-40.
- Workflow Management Coalition: Glossary. A Workflow Management Coalition Specification. Brussels 1996.

## **2 Workflow-Tauglichkeit von PPS-Funktionen – Typologien und Einsatzszenarien**

*Peter Loos*

### **2.1 Einführung**

Workflow-Management gilt als erfolgversprechender Ansatz, Geschäftsprozesse mit Hilfe der Informationstechnik wirksam zu unterstützen. Allerdings werden bisher in erster Linie Büroabläufe betrachtet. Workflow-Management ist jedoch nicht beschränkt auf die indirekten Bereiche, sondern ist als ein allgemeines Konzept für die flexible Gestaltung und Umsetzung von Abläufen zu verstehen. Es stellt sich die Frage, wie Workflow-Management fertigungsbezogene Aufgaben in der industriellen Produktion unterstützen [Lamb 94, Friedrich 94, Rosemann/Uthmann 97] und neue Impulse für die Ablaufgestaltung von produktionsbegleitenden Informationsverarbeitungsvorgängen und Implementierung von Anwendungssystemen setzen kann.

Nach einer kurzen Charakterisierung des Workflow-Managements wird gezeigt, welche Analogien zwischen industriellen Produktions- und Workflow-Beschreibungen bestehen. Anschließend wird die Eignung von Workflow-Management für einzelne Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) aufgezeigt und anhand einiger betriebstypologischer Merkmale die Anwendbarkeit auf unterschiedliche Produktionstypen diskutiert. Der Entwurf einer Systemarchitektur, bei der Workflow-Management für PPS adaptiert wird, schließt den Beitrag.

### **2.2 Charakterisierung von Workflow-Management**

Unter Workflow-Management wird die Unterstützung der Bearbeitung und Steuerung von Geschäftsvorgängen verstanden. Ein Workflow oder Geschäftsprozeß besteht aus einer Reihe von Aktivitäten zur Erreichung eines Prozeßziels (z. B. Erstellung einer Dienstleistung), die von Aufgabenträgern durchzuführen sind. Für die informationstechnische Umsetzung können Workflow-Management-Systeme (WFMS) eingesetzt werden [Jablonski/Böhm/Schulze 97].

Workflow-Management-Systeme stellen ein Forschungsgebiet innerhalb des Computer Supported Cooperative Work (CSCW) dar, das sich mit der Unterstützung von Gruppenarbeit durch Informationstechnik beschäftigt. Workflow-Management-Systeme sind geeignet für Anwendungen bei strukturierten, zeitlich versetzten Abläufen. Deren Lösungsweg ist im allgemeinen bekannt, und die Abläufe weisen eine gewisse Wiederholungsrate auf, so daß die Steuerung von Routineaufgaben größtenteils einem System übertragen werden kann. Jedoch soll hier nicht der strengen Trennung zwischen Workflow-Anwendungen für strukturierte Prozesse einerseits und Groupware-Anwendungen für nicht-strukturierte Gruppenarbeit andererseits gefolgt werden. Vielmehr wird davon

ausgegangen, daß zwischen den Anwendungen ein fließender Übergang besteht und Workflow-Management-Systeme auch nicht-strukturierte Abläufe unterstützen sollen.

Für die operative Durchführung der Vorgangssteuerung können verschiedene Funktionsgruppen unterschieden werden, die ein Workflow-Management-System unterstützen sollte:

1. Ablaufsteuerung der Prozesse

Die Ablaufsteuerung, d. h. die Koordination der einzelnen Aktivitäten eines Prozesses, ist die primäre Aufgabe des Workflow-Management-Systems. Hierzu müssen die Aufgaben an die Aufgabenträger entsprechend dem Zustand der Prozeßbearbeitung und der Möglichkeiten der Aufgabenträger verteilt werden, die notwendigen Informationen und Dokumente müssen bereitgestellt werden, die Parallel- und Simultanbearbeitung von Vorgängen sollte unterstützt werden, Warteschlangen müssen gemanagt werden, etc.

2. Erweiterte Koordinationsaufgaben

Da ein Prozeßablauf nicht vollständig vorhersehbar ist und ein fließender Übergang zur Gruppenbearbeitung nicht-strukturierter Prozesse gegeben sein soll, sind z. B. Funktionen wie die Anlage von Notizen und Querverweisen, die Änderung der vorgegebenen Ablauffolge der einzelnen Vorgänge, die Aufnahme oder das Löschen von Bearbeitungsschritten in einem Prozeß, die Bearbeitung von Aktivitäten ohne vorherige Prozeßbeschreibung und die ad-hoc-Kommunikation der Bearbeiter untereinander notwendig. Auch strukturierte Abläufe können durch erweiterte Funktionen unterstützt werden, z. B. für die Behandlung von Ausnahmefällen, für die Prozeßplanung und -terminierung, für die Handhabung von Vertretungs- und Ausweichstrategien, etc.

3. Bearbeitung der einzelnen Aktivitäten

Die eigentliche Bearbeitung der einzelnen Aktivitäten im Prozeß wird nicht direkt durch ein Workflow-Management-System durchgeführt. Die Durchführung erfolgt z. B. durch Fremdsysteme oder manuell. Das Workflow-Management-System muß jedoch die Bearbeitungsdurchführung durch eine Reihe von Funktionen unterstützen. So muß das Workflow-Management-System eine Schnittstelle für den Bearbeiter der Aktivität zur Verfügung stellen, die ihn mit den notwendigen Informationen für die Durchführung versorgt. Weiterhin muß es möglich sein, Fremdsysteme (wie z. B. Office-Anwendungen), die zur Durchführung notwendig sind, direkt einzubinden, um Datenintegration zwischen dem Workflow-Management-System und den Fremdsystemen zu gewährleisten.

Ein wesentlicher Vorteil von Workflow-Management-Systemen liegt in der flexiblen Anpassung an unternehmensspezifische Abläufe. Bei Workflow-Management-Systemen werden, im Gegensatz zu klassischen Anwendungssystemen, die Ablaufbeschreibungen nicht im System hart kodiert, sondern in separate Ablaufmodelle überführt. Dadurch kann die informationstechnische Unterstützung durch die Modifizierung der Ablaufmodelle relativ schnell an geänderte Geschäftsprozesse angepaßt werden.

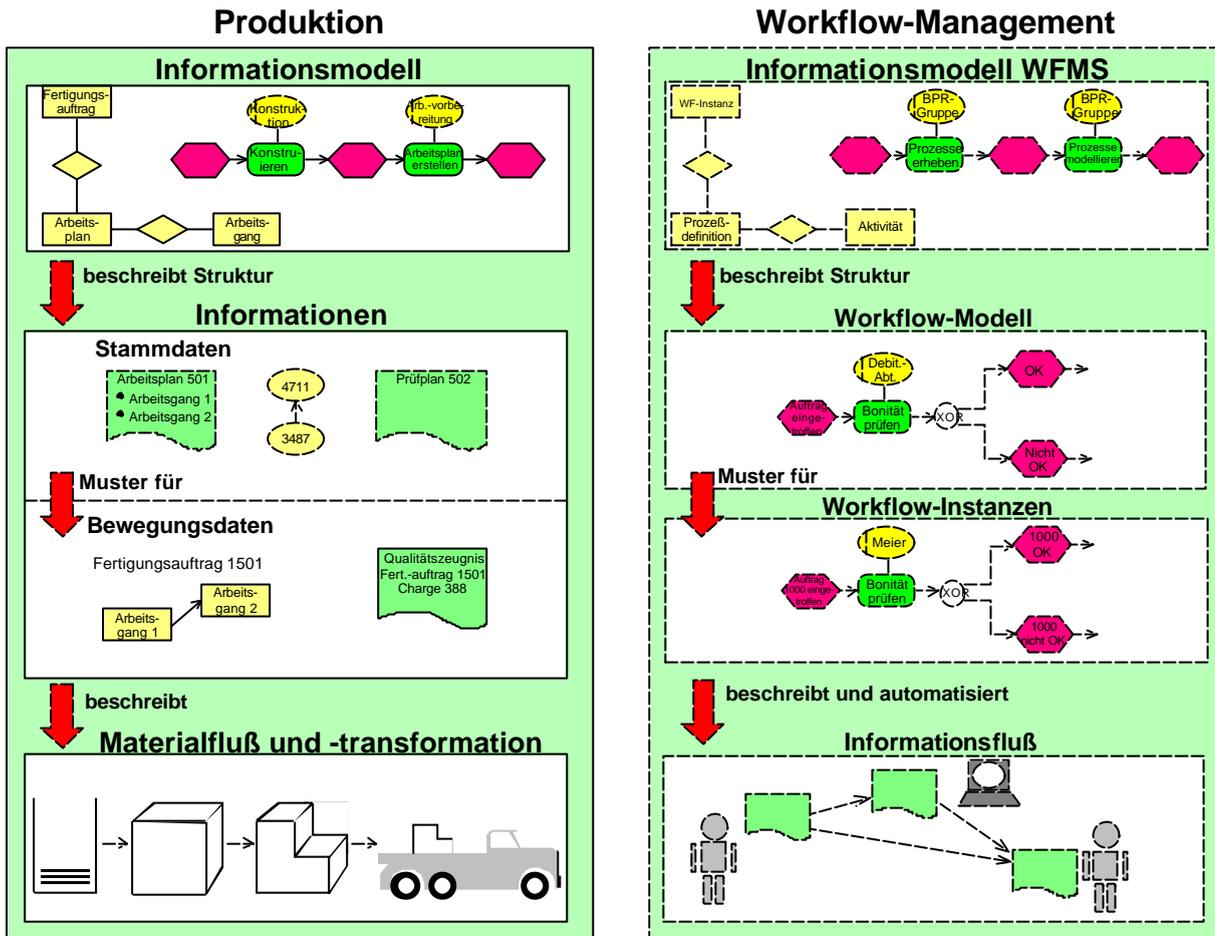
Die WFMS müssen neben der Runtime-Komponente für die Prozeßausführung auch eine Modellierungskomponente besitzen, die das Design der Abläufe gestattet. Die Ablaufmodelle stellen verfeinerte Geschäftsprozeßmodelle dar. Die Geschäftsprozeßmodelle dienen damit als Grundlage für die Workflow-Beschreibung.

Bedingt durch den Entwicklungshintergrund ist das Haupteinsatzgebiet von WFMS der Büro- und Verwaltungsbereich. Es gibt bisher erst einige Beispiele für den Einsatz in der Industrie. So beschreiben [Mertens/Morschheuser 94], [Kaczmarek 95] und [Ernst/Wolf/Viergutz 95] den WFMS-Einsatz für die Angebots- und Auftragsbearbeitung im Maschinenbau und einer Gießerei, [Uthmann/Turowski 96] den Einsatz für industrielle Produktentwicklungsprozesse, [Borowsky et al. 97] den Einsatz für Prüfprozesse in der industriellen Qualitätssicherung, und [Hluchy/Höflinghoff 98] den Groupware-Einsatz in der Produktionssteuerung. Die Beispiele beziehen sich jedoch vorwiegend auf indirekte, also die der Fertigung vor- oder nachgelagerten Bereiche.

### **2.3 Produktionsprozessen und Workflow**

Arbeitspläne sind seit langem das Hilfsmittel, um Fertigungsprozesse der industriellen Produktion zu beschreiben. Zusammen mit den Stücklisten definieren sie die notwendigen Produktionsschritte von den Rohmaterialien bis zu den Endprodukten und stellen die wichtigsten Grunddaten der Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme (PPS-Systeme) dar. Dabei können verschiedene Abstraktionsebenen unterschieden werden (Abbildung 2.1, linker Teil).

Die Produktionsdurchführung findet auf der Ebene des Materialflusses und der Materialtransformation statt. Diese Ebene stellt zwar den Gegenstand unseres Interesses dar, aus Sicht der Informationsverarbeitung ist allerdings erst die zweite Ebene, die Ebene der Information und Informationsflüsse, relevant. Diese Abstraktionsebene beschreibt die Ebene des Materialflusses und der Materialtransformation, insbesondere in Form von Stücklisten und Arbeitsplänen. Die Informationsebene wird einerseits unterteilt in Informationen, die Gegenstände oder Abläufe prinzipiell beschreiben, z. B. Materialart 4711, Arbeitsplan 501, und andererseits in Informationen über konkrete Ausprägungen der allgemeinen Beschreibung, z. B. Charge 388 des Materials 4711, Fertigungsauftrag 1501 zum Arbeitsplan 501, der die Charge 388 hergestellt hat. Erstere sind meist Stammdaten, letztere Bewegungsdaten. Man kann die konkreten Ausprägungen auch als Instanzen der allgemeinen Stammdaten verstehen. Die Ebene der Informationsmodelle wiederum beschreibt die Strukturen der Informationsebene, z. B. wie die Struktur der Arbeitspläne aussieht und welche Funktionen zum Geschäftsprozeß Arbeitsplanerstellung gehören. Zur Beschreibung dieser Ebene werden verschiedene Modellierungsmethoden angeboten. Sie dient üblicherweise als Grundlage zur Implementierung von Anwendungssystemen [Loos/Scheer 95]. Wie bereits vorne beschrieben, dienen solche Modelle auch als Grundlage für Workflow-Beschreibungen (Abb. 2.1, rechter Teil).



**Abb. 2.1:** Abstraktionsebenen der Fertigungs- und der Workflow-Modellierung

Vergleicht man die Methoden für die Modellierung von Arbeitsplänen und Stücklisten einerseits und für die Workflow-Modellierung andererseits, so zeigt sich, daß in beiden Bereichen auf gleiche Konstrukte zurückgegriffen wird, wobei allerdings das Material als Produktionsinput und -output durch Informationen als Workflow-Input und -Output ersetzt ist. Auch die Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung bzw. des Workflow-Managements, die diese Informationen verarbeiten, zeigen entsprechende Analogien. Tabelle 2.1 verdeutlicht dies anhand einer Gegenüberstellung der zentralen Objekte und Funktionen, die typisch sind für die jeweiligen Anwendungen. Auf der linken Seite sind Begriffe der Produktion bzw. aus dem Fertigungsbereich abgebildet, denen die entsprechenden Termini des Workflow-Managements auf der rechten Seite zugeordnet sind.

Die aufgezeigten Analogien legen nahe, daß sich Methoden und Verfahren des Produktionsmanagements und des Workflow-Managements gegenseitig befruchten können und bei der Implementierung der jeweiligen Informationssysteme Synergien genutzt werden sollten. So kann das Workflow-Management sicherlich gewinnbringend auf die lange Erfahrung des Produktionsmanagements zur Beschreibung von Produktionsprozessen, z. B. auf bewährte Methoden zur Erfassung zeitlicher Vorgangsdauern wie MTM und REFA bei der Arbeitsplanerstellung und auf

arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu Gestaltung von Abläufen [Scherer/Zölch 95] zurückgreifen. Aber auch die Fertigung kann das Konzept zur Steuerung von Geschäftsprozessen auf die Produktionsprozesse übertragen. Damit wird die Flexibilität gewonnen, Produktionsprozesse umzugestalten und beispielsweise bisher indirekt durchgeführte Tätigkeiten in den Produktionsprozeß zu integrieren, wie dies z. B. für kundenauftragsbezogene Fertigung sinnvoll ist.

<b>Produktion</b>	<b>Workflow</b>
Betriebsmittel, Arbeiter	Stelle, Workflow-Teilnehmer
Arbeitsgang	Funktion, Aktivität
manueller Arbeitsgang	manuelle Aktivität
CNC-Arbeitsgang	automatisierte Aktivität
Arbeitsplan	Prozeßdefinition
Arbeitsplanerstellung	Prozeßdefinitionsmodus
Arbeitsplanpflege	Prozeßdefinitionsänderung
Fertigungsauftrag	Workflow-Instanz
Betriebsmittelbelegung	Kontrollflußsteuerung
Arbeitsvorrat	ToDo-Liste,
Auftrags- und Terminverfolgung	Überwachung, Monitoring
Betriebsdaten	Workflow-Kontrolldaten
Chargen-, Qualitätsdokumentation	Audit-Daten

**Tab. 2.1:** Vergleich produktions- versus workflow-spezifische Begriffe

Abbildung 2.1 verdeutlicht anhand der Abstraktionsebenen der Beschreibung die Zusammenhänge zwischen Workflow und Produktionsprozessen. Wie bei den Informationssystemen der Fertigung können beim Workflow-Management mehrere Abstraktionsebenen unterschieden werden. Die Prozeßbeschreibungen der Geschäftsvorfälle sind (z. B. mit der Methode der ereignisgesteuerten Prozeßkette) auf der Ebene der Workflow-Modelle beschrieben. Zur informationstechnischen Unterstützung der Ablaufsteuerung müssen die Geschäftsprozesse hinreichend präzisiert werden. Die Struktur der Workflow-Modelle ist im Informationsmodell des Workflow-Management-Systems festgelegt. Auf der unteren Ebene befinden sich die Workflow-Instanzen, die die konkreten durchzuführenden Prozesse darstellen. Ihnen dienen die Workflow-Modelle als Vorlage. Die Anordnungen der Ebenen verdeutlicht, daß die Workflow-Instanzen mit den Bewegungsdaten der Fertigungsinformationssysteme (z. B. Fertigungsaufträge) und die Workflow-Modelle mit den Stammdaten (Arbeitspläne) vergleichbar sind (vgl. auch Tabelle 2.1). Gleichzeitig ist aber auch erkennbar,

daß die Geschäftsprozeßmodelle der Informationsmodellebene der Fertigungsinformationssysteme mit den gleichen Methoden dargestellt werden können, so daß eine gemeinsame Beschreibungssprache nahelegt. Abbildung 2.2 veranschaulicht den Zusammenhang der Prozeßbeschreibungen. Ein vereinfachter Geschäftsprozeß beschreibt auf grober Ebene den Ablauf eines Kundenauftrags über alle Bereiche hinweg mit Änderungskonstruktion, Arbeitsplananpassung, Fertigung und Auslieferung. Für die indirekten Bereiche sind die Abläufe durch Workflows weiter spezifiziert. Die Prozeßbeschreibungen der Aufträge im Fertigungsbereich stellen das Pendant zu den Workflow-Beschreibungen der indirekten Bereiche dar. Gemeinsam bilden sie die detaillierte Prozeßspezifikation des gesamten Ablaufs.

Für eine durchgängige Prozeßbetrachtung aller Bereiche ist es sinnvoll, eine einheitliche Prozeßdefinition zu verwenden und alle Prozesse mit gemeinsamen Mechanismen zu steuern. Da, wie in Abbildung 2.1 gezeigt, von der Material- und Papierebene abstrahiert wird bzw. diese automatisiert werden, ist es für die Geschäftsprozeßsteuerung unerheblich, ob sie sich auf Tätigkeiten der indirekten Bereiche oder auf Aufgaben der Fertigung bezieht. Die konkrete Art der Aktivitätenbeschreibung kann zwar je nach Bereich variieren, z. B. für Büroaktivität, manueller Arbeitsgang oder CNC-Arbeitsgang. Sie unterliegen jedoch einem gemeinsamen Schema, so daß bsw. für jede Art von Aktivität eine Bearbeitungszeit und die ausführenden Ressourcen angegeben werden können.

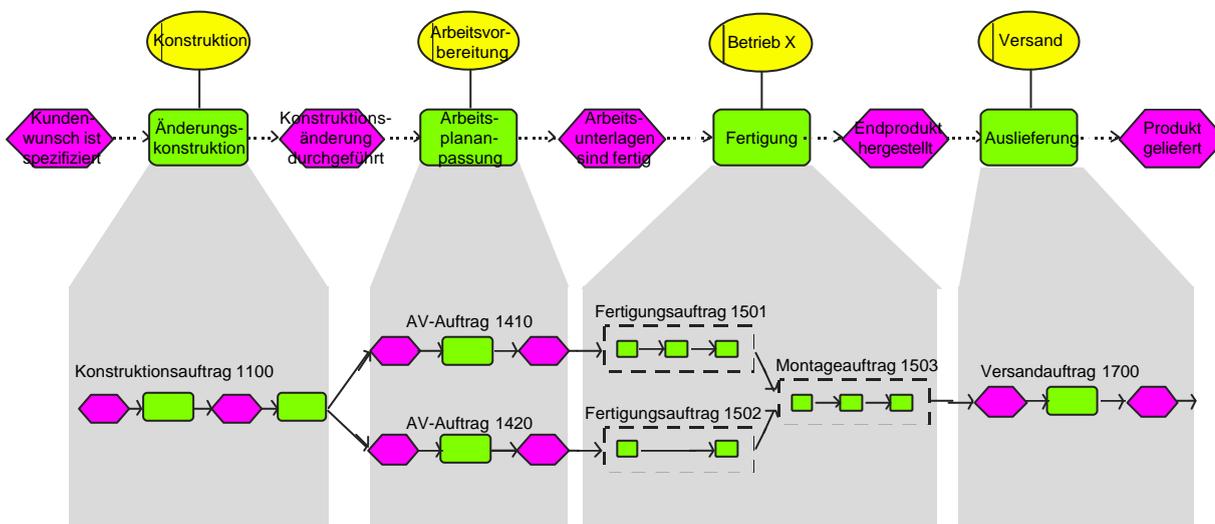


Abb. 2.2: Hierarchisierung der Prozeßbeschreibung

## 2.4 Eignung von Workflow-Management für die Produktion

Nachdem die Analogien zwischen Workflow und Produktion aufgezeigt wurde, soll im folgenden diskutiert werden, wie PPS-Funktionen und sonstige fertigungsnahe Aufgaben durch Workflow unterstützt werden können und welche Art von Produktionsbetrieben hierfür besonders geeignet sind. Hierzu werden die Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung dahingehend untersucht, wie sie

entsprechend der in Abschnitt 2.2 vorgenommenen Differenzierung in Funktionsgruppen einzuordnen sind.

### 1. Ablaufsteuerung

Die Ablaufsteuerung ist dadurch charakterisiert, daß einzelne Aktivitäten den Aufgabenträgern zur Bearbeitung zugeführt werden. In der Fertigung werden derartige Aufgaben im Rahmen der Fertigungs- oder Werkstattsteuerung vorgenommen, wo Fertigungsaufträge bzw. einzelne Arbeitsgänge den Mitarbeitern zugeführt werden. Auch ein DNC-Betrieb hat derartige Aufgabe mit der Verteilung von NC-Programmen zu den einzelnen CNC-Maschinen zu übernehmen. Die Ablaufsteuerung benötigt Informationen über die jeweils aktuell laufenden Prozesse, weshalb die Betriebsdatenerfassung (BDE) ebenfalls in diese Funktionsgruppe einzuordnen ist.

### 2. Erweiterte Koordinationsaufgaben

Die in der Zeit- und Kapazitätswirtschaft durchgeführten Funktionen stellen erweiterte Koordinationsaufgaben dar, da sie eine Planung der Prozeßabläufe vornehmen. Diese Funktionen gehen über die übliche Koordinationsunterstützung von Workflow-Management-Systemen hinaus, stellen aber eine konsequente Weiterentwicklung der Ablaufsteuerung dar.

### 3. Einzelne Aktivitäten

Bei der Übertragung des Workflow-Managements auf die Fertigung stellen die Fertigungs- und Montagearbeitsgänge die einzelnen im Prozeß durchzuführenden Aktivitäten dar. Betrachtet man die Geschäftsprozesse eines Industrieunternehmens einschließlich der vor- und nachgelagerten Aufgaben der indirekten Bereiche, so sind auch einige PPS-Funktionen Aktivitäten im Sinne von Workflow, z. B. die Materialbedarfsplanung und die Losgrößenplanung. Derartige Funktionen sind daten- oder algorithmenintensiv und werden in der Regel durch einen Aufgabenträger (bzw. durch entsprechende Programmodule) erledigt, so daß innerhalb der Aktivität kein Koordinationsbedarf besteht.

Anhand einiger ausgewählter betriebstypologischer Merkmale [Schäfer 69, Loos 97] soll die Eignung der Workflow-Unterstützung für unterschiedliche Produktionstypen aufgezeigt werden:

- Organisationsform der Fertigung

Die Organisationsform bestimmt die Fertigungsablaufart in der Produktion. Aufgrund des hohen Koordinationsaufwandes ist die Werkstattfertigung besonders gut geeignet. Auch bei der Gruppenfertigung existiert Koordinierungsaufwand für die Abstimmung der Gruppen untereinander. Bei Fließfertigung ist der Koordinationsaufwand hingegen eher gering.

- Produktionstiefe und -verflechtung

Mit zunehmender Produktionstiefe (Anzahl der Stücklistenstufen und Anzahl der Arbeitsgänge) und zunehmender Produktionsverflechtung (Verbindungen und Abhängigkeiten zwischen den Produktionsstufen) nimmt der Koordinationsaufwand zu, so daß die Workflow-Konzeption besonders für tiefe und stark verflochtene Fertigung geeignet ist.

- Auftragsauslösung und Wiederholung/Produkttypisierung

Die Auftragsauslösung bezieht sich auf die Entstehungsart der Aufträge, z. B. ob sie als Lageraufträge erzeugt werden oder aufgrund konkreter Kundenaufträge aufgelegt werden. Bei der Wiederholung bzw. Produkttypisierung wird danach unterschieden, wie stark die einzelnen Produkte voneinander abweichen und wie häufig die Produktion der einzelnen Produkte wiederholt wird, z. B. Einzel-, Serien- und Massenfertigung. Für die Workflow-Eignung sind diese Merkmale relevant, da sie bestimmen, ob einzelne Prozesse untereinander zugeordnet werden können. Bei Einzelfertigung mit kundenbezogenen Fertigungsaufträgen besteht die Möglichkeit, die Prozesse der indirekten Bereiche unmittelbar den Produktionsprozessen zuzuordnen. Damit wird die Ablaufsteuerung über alle Bereiche hinweg vereinfacht. Bei lagerorientierter Fertigung und größeren Stückzahlen sind die Zusammenhänge der Prozesse zwischen den indirekten und den direkten Bereichen sowie zwischen den Produktionsprozessen innerhalb der direkten Bereiche nicht unmittelbar gegeben. Ursache hierfür sind beispielsweise die Losgrößenbildung in der Materialbedarfsplanung und die Pufferung der Materialien zwischen den einzelnen Produktionsstufen über die Lager. Dies erschwert eine unternehmensweite Workflow-Steuerung.

- Betriebsmittel-/Prozeßsubstitution und Ablaufvariabilität:

Durch die Substitutionsmöglichkeit von Betriebsmitteln (Austausch von Maschinen) und Prozeßschritten (Austausch von Arbeitsgängen, andere Technologien) sowie die Ablaufvariabilität (Vertauschen der Bearbeitungsreihenfolge von Arbeitsgängen) wird die Anzahl der Alternativen für die Fertigungsdurchführung erhöht. Damit steigt einerseits die Komplexität der Planung, andererseits erhöht sich aber auch die Flexibilität, kurzfristig auf Störungen in der Fertigung reagieren zu können. Workflow-Management eignet sich gut für die Steuerung von Abläufen mit derartigen Alternativen.

Tabelle 2.2 faßt die Workflow-Eignung der betriebstypologischen Merkmale und ihrer Ausprägungen zusammen.

Merkmal	Workflow-Eignung der Ausprägungen			
	weniger	neutral		besser
Organisationsform		Fließf.	Gruppenf.	Werkstattf.
Produktionstiefe			flach	tief
Produktionsverflechtung			wenig	stark
Auftragsauslösung		Lager		Kunde
Wiederholung/Typisierung		Massen	Serie	Kleinserie Einzel
Betriebsmittelsubstitution			wenig	stark
Prozeßsubstitution			wenig	stark
Ablaufvariabilität			nicht- variabel	variabel

**Tab. 2.2:** Workflow-Eignung betriebstypologischer Merkmale

## 2.5 Systemarchitektur einer Workflow-Integration

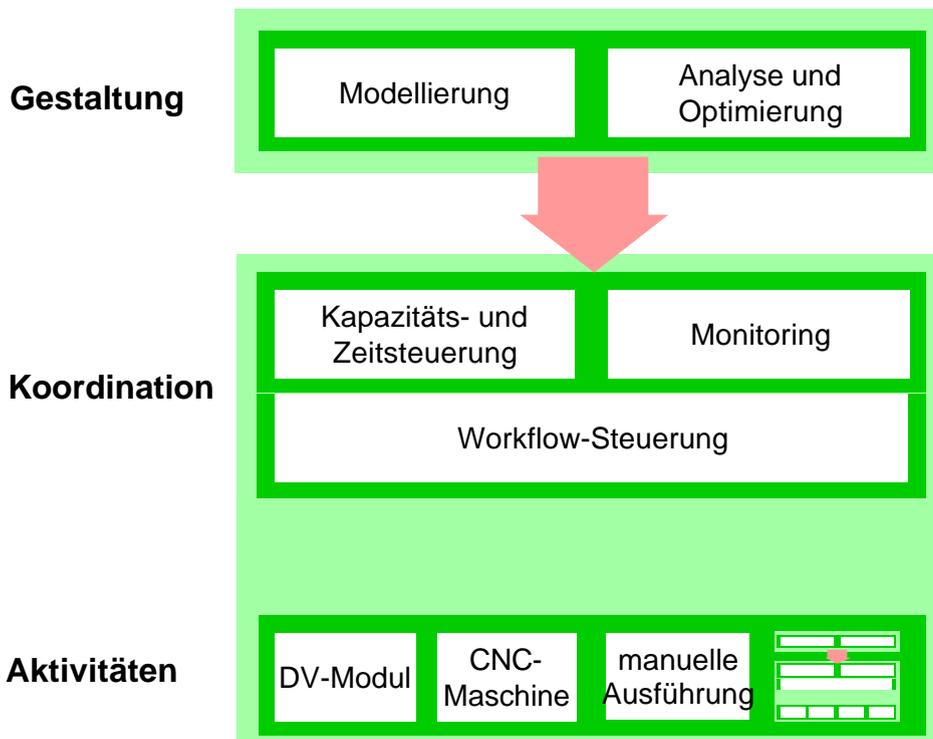
Nachdem die Eignung von Workflow-Management zur Durchführung von PPS-Funktionen diskutiert wurde, soll abschließend eine Systemarchitektur vorgestellt werden, in der Workflow-Management zur Produktionsplanung und -steuerung eingesetzt wird. Neben der Ausführung der einzelnen Aktivitäten und der Abstimmung der Prozesse werden auch die Aktivitäten des Prozeßentwurfs unterstützt. Eine entsprechende Systemarchitektur, die ein integriertes Geschäftsprozeßmanagement sowohl von indirekten Prozessen als auch von Produktionsprozessen erlaubt, ist in Abbildung 2.3 dargestellt [Scheer et al. 94, Galler 95, Loos 96].

Die Ebene der **Gestaltung** legt die Prozeßdefinitionen fest. Da diese Definitionen Prozeßtypen betreffen, entsprechen sie den Abstraktionsebenen Informationsmodelle und Informationen/Stammdaten bzw. Workflow-Modelle in Abbildung 2.1. Für die direkten Bereiche sind die Prozeßdefinitionen die Informationen, die normalerweise in Arbeitsplänen hinterlegt werden. Die Definitionsaufgaben werden üblicherweise durch die Abteilung der Arbeitsvorbereitung wahrgenommen. Eine derartige Institutionalisierung ist auch auf die Prozeßgestaltung der indirekten Bereiche auszuweiten. Damit kann sichergestellt werden, daß nicht nur die Abläufe der Fertigung, sondern die der gesamten Geschäftsprozesse an die Erfordernisse neuer Produkte oder kundenindividueller Auftragsabwicklungen angepaßt werden können.

Die **Koordination** der Prozesse hat die Aufgabe, die instantiierten Prozesse zu planen und zu terminieren. Die Instantiierung erfolgt z. B. durch Generierung von Fertigungsaufträgen mit Hilfe von Arbeitsplandaten (Zeit- und Kapazitätswirtschaft). Weiterhin sind durch Soll-Ist-Vergleiche ein Monitoring sicherzustellen und laufende oder abgeschlossene Prozesse zu bewerten, z. B. monetäre Bewertung durch Kalkulationsverfahren. Auch wenn aufgrund der schlecht determinierbaren

Bearbeitungszeiten für Aktivitäten der indirekten Bereiche nur eine weniger exakte Planung als von Fertigungsabläufen möglich ist, kann die Funktionalität des Leitstands auch auf die indirekten Bereiche ausgedehnt werden [Scheer/Loos 95]. Des weiteren übernimmt die Koordination die Zuteilung der Tätigkeiten zu den durchführenden Stellen. Diese Steuerungsaufgaben werden in der konventionellen Fertigung durch die Arbeitsvorbereitung oder durch Leitstände wahrgenommen, bei DV-technischer Umsetzung mit Workflow-Management-Systemen wird die Steuerung durch eine Workflow-Engine ausgeführt. Die Workflow-Steuerung übernimmt auch Aufgaben des DNC-Betriebs, da sie mit der Ansteuerung der Aktivitäten die NC-Programme übertragen kann.

Die durchführenden Stellen zur Realisierung der einzelnen **Aktivitäten** sind im Produktionsbereich z. B. Maschinen und Handarbeitsplätze, es können allgemein aber auch Anwendungssysteme, Office-Programme oder manuelle Vorgänge sein. Weiterhin ist in Abbildung 2.3 das Architekturmodell selbst als potentieller Aktivitätenbaustein dargestellt. Damit wird ausgedrückt, daß entsprechend implementierte Informationssysteme hierarchisch aufeinander aufbauen können.



**Abb. 2.3:** Systemarchitektur für integriertes Geschäftsprozeßmanagement

Die Vorteile einer solchen mehrstufigen Systemarchitektur für Informationssysteme sind u.a.:

- Durchgängige Steuerung von Geschäftsprozessen

Bei der Planung und operativen Steuerung von Geschäftsprozessen wird die Trennung zwischen direkten und indirekten Bereichen aufgehoben. So wird die Verfolgung von Aufträgen vom Auftragseingang bis zum Versand erleichtert, was insbesondere bei kundenbezogener Fertigung

notwendig ist. Auch die Aufnahme von indirekten Aktivitäten in den Fertigungsablauf wird erleichtert, z. B. Konstruktions- und Arbeitsvorbereitungsaktivitäten bei laufendem Kundenauftrag.

- Einfache Übertragung von Verfahren und Methoden

Bei einheitlichem Aufbau können einmal implementierte Verfahren und Methoden bei Bedarf in anderen Anwendungsbereichen angewandt werden. So können bsw. Terminierungsverfahren in indirekten Bereichen genutzt und organisatorische Rollenkonzepte von Workflow-Management auf die Fertigungstechnologien der direkten Bereiche übertragen werden. Auch wird eine Mehrfachverwendung von informationstechnischen Anwendungsfunktionalität erleichtert.

- Flexibilität bezüglich Geschäftsprozeßänderungen

Durch die Workflow-Integration ist die Architektur flexibel gegenüber Geschäftsprozeßänderungen. So wie heute durch die Modifikation von Arbeitsplänen die Prozesse der direkten Bereiche geändert werden können, können auch die Abläufe der indirekten Bereiche durch Änderungen der Workflow-Beschreibungen variiert werden, ohne daß die zugrundeliegenden Informationssysteme angepaßt werden müssen. Mit der Flexibilität der Informationssysteme bezüglich der Ablaufgestaltung und der Institutionalisierung der Änderungsaufgaben wird ein Instrumentarium zur Implementierung kontinuierlicher Verbesserungsprozesses gegeben, die über singuläre Business-Process-Reengineering-Projekte hinaus gehen [Allweyer 98].

- Fraktaler Aufbau der Informationssysteme

Durch die Systemarchitektur wird die Implementierung kleiner Anwendungsbausteine, auch als Componentware bezeichnet, unterstützt. Dadurch kann einerseits die für eine spezielle Anwendung adäquate Funktionalität individuell zusammengesetzt werden, was zu schlankeren Informationssystemen führt. Andererseits können die Bausteine fraktal geschachtelt werden (vgl. Abbildung 2.3), was den Aufbau vernetzter, dezentraler Strukturen erleichtert. So können in dezentrale Organisationseinheiten wie z. B. Produktbereiche, Planungs- und Fertigungsinseln mit Hilfe der Systemarchitektur neben einer Ausführungs- auch eine Koordinations- und eine Gestaltungsautonomie implementiert werden [Loos/Allweyer 97].

- Überbetriebliche Prozesse und virtuelle Organisationen

Das Workflow-Management-Konzept läßt sich nicht nur auf die innerbetriebliche Koordination verteilter Aufgaben, sondern auch auf überbetriebliche Prozesse anwenden. Für die Fertigung ist dies z. B. im Rahmen einer Fremdvergabe bzw. eines Werksvertrages, bei dem einzelne Arbeitsgänge extern durchgeführt werden, von Bedeutung. In diesem Fall stellt ein Arbeitsplan gleichzeitig einen überbetrieblichen Geschäftsprozeß dar. Besonders deutlich wird die Notwendigkeit einer effizienten Prozeßdurchführung über Unternehmensgrenzen hinweg bei verteilter Produktion in virtuellen Unternehmen [Picot/Reichwald/Wigand 96]. Da virtuelle Unternehmen ohne langfristige, feste Zusammenarbeit agieren und deshalb die informationstechnische Infrastruktur der beteiligten Firmen nur schwer zu harmonisieren ist, ergibt sich die Forderung, daß heterogene Workflow-Management-Systeme zusammenwirken können.

## 2.6 Literatur

- Allweyer, Th.: Adaptive Geschäftsprozesse, Gabler, Wiesbaden 1998.
- Borowsky, R; Busch, H.; Falter, T.; Heimig, I.; Kodweiß, A.: Einführung von Workflow-Management für produktionsnahe Prozesse, in: IM - Information Management & Consulting, 12(1997), Sonderausgabe GiPP.
- Ernst, W.; Wolf, M.; Viergutz, B.: 'Time-to-market' erfordert die Automatisierung komplexer Geschäftsprozesse, in: VDI-Z 137(1995)1-2, S. 39-41.
- Friedrich, J.: CSCW in der Produktion, in: Hasenkamp, U. (Hrsg.): Einführung von CSCW-Systemen in Organisationen, Vieweg, Braunschweig-Wiesbaden, 1994 S. 235-243.
- Galler, J.: Metamodelle des Workflow-Managements, in: Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 121, Saarbrücken 1995.
- Hluchy, R.; Höflinghoff, J.: Einsatz von Groupware in der Produktionssteuerung einer mittelständigen Gießerei, in: Wirtschaftsinformatik 40(1998)3, S. 252-254.
- Jablonski, S., Böhm, M., Schulze, W.: Workflow-Management: Entwicklung von Anwendungen und Systemen, dpunkt, Heidelberg 1997.
- Kaczmarek, H.: Beumer Maschinenfabrik: Projektverwaltung für die Auftragsfertigung, in: Götzer, K. (Hrsg.): Workflow: Unternehmenserfolg durch effizientere Arbeitsabläufe, CW-Edition, München 1995, S. 171-174.
- Lamb, P.: The Role of Workflow - Lessons from Manufacturing, in: Biermann, B. (ed.): Proceedings of the Workflow '94 Conference (August 10-12, 1994) San Jose 1994, S. 47-49.
- Loos, P.: Produktionslogistik in der chemischen Industrie – Betriebstypologische Merkmale und Informationsstrukturen, Gabler, Wiesbaden 1997.
- Loos, P.: Workflow-Management in der dezentralen Produktion. in: Scherer, E.; Schönsleben, P.; Ulich, E. (Hrsg.): Werkstattmanagement, VDF Verlag, Zürich 1996, S. 291-309.
- Loos, P.; Allweyer, Th.: Dezentrale Planung und Steuerung in der Fertigung - quo vadis?, in: Scheer, A.-W. (Hrsg.): Organisationsstrukturen und Informationssysteme auf dem Prüfstand, Physica, Heidelberg 1997, S. 83-99.
- Mertens, P., Morschheuser, S.: Stufen der Integration von Daten- und Dokumentenverarbeitung - dargestellt am Beispiel eines Maschinenbauunternehmens, in: Wirtschaftsinformatik 36(1994)5, S. 444-454.

- Picot, A., Reichwald, R., Wigand, R. T.: Die grenzenlose Unternehmung - Information, Organisation und Management, Gabler, Wiesbaden 1996.
- Rosemann, M.; Uthmann, Ch. v.: Workflowmanagement in der industriellen Produktion, in: ZWF 92(1997)7-8, S. 351-354.
- Schäfer, E.: Der Industriebetrieb: Betriebswirtschaftslehre der Industrie auf typologischer Grundlage, Westdeutscher Verlag, Köln-Opladen 1969 (Band 1) und 1971 (Band 2).
- Scheer, A.-W., Loos, P., Allweyer, Th., Klabunde, S., Kraus, M., Zimmermann, V.: Modellbasiertes Geschäftsprozeßmanagement, in: m&c-Management & Computer 2(1994)4, S. 287-292.
- Scheer, A.-W., Loos, P.: Fertigungsleitstände - Vorhut eines generellen Organisationstrends, in: VDI-Z 137(1995)5, S. 62-68.
- Scherer, E., Zölch, M.: Nutzung humanorientierter Potentiale bei der Gestaltung von Geschäftsprozessen, in: m&c-Management & Computer 3(1995)1, S. 35-42.
- Uthmann, Ch. v.; Turowski, K.: Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung als Konzept für das Management industrieller Produktionsentwicklungsprozesse, Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Nr. 50, Münster, Oktober 1996.



### **3 Anforderungen an Workflowmanagementsysteme aus der Sicht von Geschäftsprozessen in der Einzel- und Kleinserienfertigung**

*Joachim Schmitz-Lenders*

#### **Zusammenfassung**

*Der praktische Einsatz von Workflowmanagementsystemen zielt i.d.R. vorrangig auf die Verbesserung von Arbeitsabläufen der Administration ab. Die auftragsbezogene Einzel- und Kleinserienfertigung 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 vorliegenden Beitrag werden Anforderungen aufgestellt, die Workflowmanagementsysteme erfüllen müssen, um im Bereich der Geschäftsprozeßsteuerung in der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung eingesetzt werden zu können. Darüber hinaus wird aufgezeigt, wie Ansätze heutiger Workflowmanagementsysteme erweitert werden können, so daß sie diesen Anforderungen gerecht werden.*

#### **3.1 Einleitung**

Die intensive Entwicklung auf dem Gebiet der Workflow-Management-Systeme (WFMS) in den letzten Jahren hat nicht nur zu einer Verbreiterung des Einsatzes in vielen administrativen Bereichen [Jabl95, JBS97, WfMC97] geführt, sondern auch Interesse im Bereich der industriellen Produktionprozesse hervorgerufen.

Während in der Serien- und Massenproduktion der Produktionsprozeß leicht steuerbar ist, da er einmal bzw. nur in langen Abständen strukturell geplant und aufgesetzt wird, kämpfen viele kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit der Komplexität, die sich durch die stark auftragsbezogene Einzel- und Kleinserienfertigung ergibt: Jeder Auftrag erfordert andere Aktivitäten bzw. Abfolgen von Aktivitäten.

Das Spektrum reicht dabei von Fertigern mit geringer Fertigungstiefe, die aber mit einer sehr großen Menge von verschiedenen Aufträgen konfrontiert sind (z.B. Zuschnittbetriebe im Stahlbereich), bis zu Fertigern mit großer Fertigungstiefe, bei denen jeder Auftrag einem komplexen Projekt und damit einem komplexen Fertigungsprozeß entspricht (z.B. Behälter- und Apparatebauer).

Traditionell kommen in derartig strukturierten KMU zur Unterstützung der Fertigung entweder gar keine oder Projekt-orientierte PPS-Systeme zum Einsatz. WFMS werden nur in wenigen Bereichen

— etwa dem Qualitätsmanagement — eingesetzt, obwohl Anwender in vielen Bereichen der industriellen Produktion eine bessere Unterstützung ihrer Arbeitsabläufe erwarten [KPJ97].

Im folgenden soll verdeutlicht werden, warum gerade in der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung der Einsatz von WFMS lohnend sein kann und welchen Anforderungen WFMS genügen müssen. In Abschnitt 2 werden Geschäftsprozesse in der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung, deren Problemstellungen und die Anwendungsmöglichkeiten von WFMS in diesem Bereich dargestellt. In Abschnitt 3 werden Anforderungen an WFMS bezogen auf den Einsatz in der Einzel- und Kleinserienfertigung aufgestellt und diskutiert. Es werden Ansätze vorgestellt, wie WFMS gestaltet werden können, um in dem genannten Anwendungsbereich einsetzbar zu sein.

### **3.2 WFMS und Geschäftsprozesse in der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung**

Geschäftsprozesse in der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung unterscheiden sich von denen bei Programmfertigern durch ein anderes Zielsystem. Während letztere eine möglichst kostengünstige Produktionsdisposition durch hohe Kapazitätsauslastung, wirtschaftliche Losgrößen und niedrige Lagerbestände erreichen wollen, steht beim Auftragsfertiger die termin- und qualitätsgerechte Abwicklung jedes einzelnen Auftrages zur Sicherstellung der Kundenzufriedenheit im Vordergrund [Kurb98].

Prozesse in der auftragsbezogenen Fertigung orientieren sich daher an der durchgängigen Prozeßkette der Bearbeitung eines einzelnen Auftrages. Auf abstrakter Ebene ist diese Prozeßkette einfach strukturiert und immer dieselbe: Angebot - Bestellung - Produktion - Lieferung - Abrechnung. Beschaffung und Lagerhaltung können als Zulieferprozesse zu dieser Prozeßkette aufgefaßt werden, wobei Beschaffungsprozesse entweder entkoppelt sind (und somit zu Lagerbeständen führen) oder durch einzelne Aufträge angestoßen werden können. Die Produktion findet in der Form der Werkstattfertigung („Job Shop“) statt: Die Fertigungsaktivitäten eines Auftrages werden in einer beliebigen, aber vorgegebenen Reihenfolge auf einer Menge von Maschinen bearbeitet [DSV93].

Typische Probleme, die sich bei Auftragsfertigern finden, sind eine schlechte Termintreue aufgrund langer Durchlaufzeiten und aufgrund von Fehlern in der Bearbeitung. Neben falschen Spezifikationen treten vor allem Probleme bei der Koordination von Aufgaben auf, insbesondere dann, wenn mehrere Abteilungen betroffen sind. Ein Beispiel dafür ist die *verlängerte Werkbank*, das Bearbeiten von Teilen in externen Unternehmen als Teil des Gesamtprozesses der Auftragsbearbeitung. Nicht selten entstehen Verzögerungen dadurch, daß nach Rückkehr des bearbeiteten Teiles keine Nachricht an die Fertigung erfolgt, daß mit der internen Bearbeitung fortgefahren werden kann.

Die Ursache liegt oft darin begründet, daß die Übersicht über die einzelnen Aufträge verloren geht. Nicht zu jedem Zeitpunkt sind alle Informationen über den Stand der Auftragsbearbeitung verfügbar, so daß beim Auftreten von Störungen nicht schnell genug reagiert werden kann. Darüber hinaus ist es nur schwer möglich, aufgrund der sich kontinuierlich ändernden Rahmenbedingungen (neue und geänderte Aufträge) Aktivitäten vor auszuplanen, so daß Terminabschätzungen schwierig sind.

Ein Softwaresystem, das alle zu einem Auftrag gehörenden Aktivitäten gemeinsam verwaltet und darüber hinaus aktiv bei der Auftragsbearbeitung unterstützt, indem es z.B. anstehende Aktivitäten automatisch auf Ressourcen verteilt (im Idealfall unter Berücksichtigung von Planungsinformationen) oder auf durchzuführende Aktivitäten hinweist, könnte zur Verbesserung der Auftragsbearbeitung wesentlich beitragen.

Diese Zielsetzungen weisen große Ähnlichkeit mit denen von WFMS auf. Ein Vergleich zwischen den Fähigkeiten heutiger WFMS und den Anforderungen der Auftragsbearbeitung in der Einzel- und Kleinserienfertigung zeigt, daß es eine Reihe von Gemeinsamkeiten gibt, aber auch viele Unterschiede. Ein solcher detaillierter Vergleich ist in [SSG97] zu finden. Es zeigt sich, daß Unterschiede in der verwendeten Terminologie, im Grad der Flexibilität der Prozeßdefinition, bei der Definition der ausführenden Ressourcen und in der Art und Weise der Prozeßausführung liegen. Welche Anforderungen sich für die (Weiter-)Entwicklung von WFMS ergeben, damit sie auch für Geschäftsprozesse in der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung eingesetzt werden können, wird im folgenden dargestellt.

### **3.3 Anforderungen an WFMS bei auftragsbezogener Einzel- und Kleinserienfertigung**

#### **3.3.1 Anpaßbarkeit von Workflows**

Während WFMS oft nur statische Prozeßdefinitionen ermöglichen, sind Prozesse in der auftragsbezogenen Fertigung variabel, indem sie sich erst durch den Auftrag selbst bzw. während der Durchführung eines Auftrages definieren. Siebert [Sieb97] spricht davon, daß generell auch unstrukturierte und nicht vollständig determinierbare Teile von Workflows in WFMS unterstützt werden sollten. Im Anwendungsgebiet der Geschäftsprozesse in der auftragsbezogenen Fertigung mischen sich unstrukturierte und strukturierte Elemente, die beide unterstützt werden sollten.

Beispielsweise ist der Auftragsbearbeitungsprozeß auf grobgranularer Ebene (Angebot, Bestellung, Auftragsbearbeitung, Lieferung, Rechnung, Zahlung) sehr wohl strukturiert, wobei aber die Struktur der einzelnen Teile des Prozesses noch nicht bekannt ist. Es gibt also Elemente, die auf einer abstrakten Ebene strukturiert sind und erst im Verlauf der Durchführung konkretisiert werden können.

Strukturierte, aber bei der ersten Definition des Prozesses noch nicht determinierte Elemente treten außerdem in der Form von Subprozessen auf, deren Struktur bereits unabhängig von einem konkreten

Auftrag definiert und dann in einem konkreten Auftrag verwendet werden kann. Beispielsweise kann erst während der Ausführung eines Auftrages entschieden werden, ob eine Baugruppe selbst produziert oder beschafft wird. Unabhängig davon, welcher Teilprozeß tatsächlich ausgeführt werden soll, kann auf eine bereits vorhandene Prozeßdefinition zurückgegriffen werden, da für beide Vorgänge bereits eine strukturierte Beschreibung vorliegen kann.

Daher ist ein Ansatz notwendig, der strukturierte Elemente flexibel — auch während der Ausführung eines Prozesses — zur Definition von Workflows benutzt, unter Berücksichtigung von Mechanismen wie Verfeinerung (Konkretisierung abstrakter Strukturen), Komposition (Verwendung fertiger Teilstrukturen) und Änderungen (Einfügen, Entfernen).

Inzwischen gibt es einige Ansätze, um eine flexiblere Definition von Prozessen und Manipulation von Instanzen zu ermöglichen. Diese sollen im folgenden charakterisiert werden.

### **3.3.1.1 Statisches Modell**

Sieht ein WFMS keine Veränderbarkeit von Workflow-Schemata oder Manipulation von Workflow-Instanzen vor, können Anpassungen nur durch das Anlegen neuer Schemata und das Stoppen und Neustarten von bereits laufenden Instanzen durchgeführt werden. Es ist offensichtlich, daß dieses Vorgehen nicht praktikabel ist.

### **3.3.1.2 Versionierung**

Workflow-Schemata bilden Geschäftsprozesse ab und müssen daher angepaßt werden, wenn sich der zugrundeliegende Geschäftsprozeß ändert. Auf diese Weise können Versionen von Workflow-Schemata entstehen. Versionierung von Workflow-Schemata ist jedoch problematisch, wenn noch Instanzen einer Version laufen, obwohl bereits auf das neue Schema umgestellt werden soll. Instanzen müssen entweder die neueste Version berücksichtigen, falls sie die darin enthaltenen Änderungen noch berücksichtigen können [BBMP97], oder sie müssen entsprechend ihrer Schema-Version zu Ende geführt werden. Beispiele für Operationen, die bei dem Vorgang der Versionierung auf ein Schema angewendet werden dürfen, sind Auslassung und Einfügen von Aktivitäten oder das Ziehen neuer Steuerungskanten [Sieb98].

Versionierung löst jedoch nicht das Problem eines Auftragsfertigers, da normalerweise jeder Auftrag zu einer eigenen Prozeßdefinition führt.

### **3.3.1.3 Manipulation einzelner Instanzen**

Um der Tatsache Rechnung zu tragen, daß nicht jedes unterschiedliche Verhalten einer einzelnen Instanz zu einer neuen Schema-Version führen sollte, gibt es Ansätze, welche die Manipulation

einzelner Instanzen erlauben sollen. Siebert [Sieb98] benutzt etwa den Begriff der Ad-hoc-Verfeinerung, der auf die in 3.3.1 genannte Anforderung der Konkretisierbarkeit abstrakter Prozeßelemente abzielt.

Weske [Weske97] benutzt als Beispiel eine Auftragsbearbeitung, wie sie in der auftragsbezogenen Fertigung vorkommt. Auch wenn das Beispiel gerade im Produktionsteil der Auftragsbearbeitung stark vereinfacht (rein linearer Ablauf der Produktion, ohne Berücksichtigung einer strukturierten Produktion basierend auf hierarchischer Produktionsstruktur mit Stücklisten und Arbeitsplänen), stellt er richtigerweise fest: „Eine Modellierung aller möglichen Ausnahmesituationen ist oft nicht möglich und in den meisten Fällen auch nicht sinnvoll. Aus diesem Grund sollten dem Benutzer Operationen zur Verfügung gestellt werden, mit denen er in den vordefinierten Ablauf eingreifen kann [...].“ Dazu definiert er die Operationen *StopInstance*, *SkipInstance* und *RepeatInstance* zum Anhalten, Überspringen und Wiederholen von Aktivitäten (oder Sub-Workflows). Diese Operationen können vom Benutzer zur Laufzeit durchgeführt werden, und zwar auf einer einzelnen Instanz.

Ein solcher Ansatz bietet Flexibilität bei der Ausführung, aber nur im Rahmen des vorgegebenen Schemas. Für den angestrebten Anwendungsbereich sollte es darüber hinaus möglich sein, auch strukturelle Änderungen wie z.B. Konkretisierung oder Einfügen und Entfernen von Elementen zu ermöglichen. Darauf zielt der folgende neue Ansatz ab.

### 3.3.1.4 Prototypen-basierte Workflows

Da in Geschäftsprozessen bei auftragsbezogener Einzel- und Kleinserienfertigung jeder Prozeß letztlich einer eigenen Spezifikation gehorcht, es aber dennoch Ähnlichkeiten zwischen tatsächlich ausgeführten Prozessen gibt, entstehen im *Prototyp-basierten Ansatz* Workflow-Schemata immer durch Kopieren von anderen Workflow-Schemata.<sup>26</sup> Ausgangsbasis ist also eine Menge von Workflow-Schemata mit abstrakten Elementen. Der Benutzer — sei es ein menschlicher Bediener oder ein Programm — erstellt beim Anlegen eines neuen Auftrages eine Kopie eines dieser Start-Schemata. Bereits bei der Auftragserfassung können Teile dieser Kopie näher bestimmt werden, etwa welche einzelnen Bearbeitungsschritte bei der Produktion vorgenommen werden sollen.

Jede Schema-Kopie kann vor oder auch während der Laufzeit verändert werden, ohne das Ausgangsschema zu verändern. Jede Kopie stellt somit eine eigene Prozeßspezifikation dar, für die genau eine Instanz gestartet wird. Beim Kopieren wird immer ein Verweis der Kopie auf die Vorlage gesetzt, so daß nachverfolgt werden kann, wie eine konkrete Workflow-Instanz bzw. ihr Schema

---

26 Der Begriff Prototyp-basiert entstammt dem vergleichbaren Ansatz im Bereich der objektorientierten Programmiersprachen, in dem die Unterscheidung zwischen Instanz und Klasse dadurch aufgehoben wird, daß jedes Objekt als Vorlage für neue Objekte dienen kann, siehe z.B. [US87].

entstanden ist. Der Verweis auf die Vorlage ermöglicht Auswertungen bzgl. der Häufigkeit von Instanziierungen, genauso wie im statischen und im versionierten Schema-Definitionsmodell.

Änderungsoperationen können beispielsweise das Einfügen und Entfernen von Elementen und die Konkretisierung von abstrakten Elementen sein. Bei allen Änderungsoperationen kann wiederum auf Vorlagen zurückgegriffen werden. Beispielsweise kann ein vordefinierter Qualitätssicherungs-Workflow eingefügt werden (Komposition), oder es wird eine Entscheidung zwischen Eigenproduktion und Einkauf getroffen, so daß die entsprechende bereits vorhandene Spezifikation für die auszuführenden Schritte in das Workflow-Schema eingebettet wird (Konkretisierung eines abstrakten Elementes unter Benutzung von Komposition).

Vorteil eines solchen Vorgehens ist, daß es nicht mehr das Problem der Anpaßbarkeit zur Laufzeit gibt, da Anpassungen sich nur auf die einzelne — der Instanz entsprechenden — Schema-Definition auswirken. Der Ausführungszustand der Instanz regelt, welche Änderungen zur Laufzeit an der Schema-Definition möglich sind, nämlich nur solche, welche die Instanz nicht in einen undefinierten Ausführungszustand versetzen. Beispielsweise kann es nicht möglich sein, eine Aktivität zu löschen, die gerade in Bearbeitung ist. Ebenso ist es nicht sinnvoll, Teile der Prozeßdefinition zu verändern, die nicht mehr von der Instanz betreten werden können, beispielsweise das Einfügen von Steuereckanten, die von nicht mehr erreichbaren Aktivitäten ausgehen, oder das Einfügen von Aktivitäten in nicht mehr erreichbare Zweige.

Eine Versionierung der Prototypen — der Schemavorlagen — ist auch im Prototyp-basierten Ansatz sinnvoll, um den Entstehungsweg von Schemata verfolgen zu können. Workflow-Schemata verweisen dann immer auf die Version der Vorlage, aus der sie tatsächlich entstanden sind, was insbesondere für korrekte statistische Auswertungen sinnvoll ist.

### **3.3.2 Kopplung von Prozessen**

Neben dem Hauptprozeß der Auftragsbearbeitung gibt es in einem Unternehmen, das auftragsbezogen arbeitet, entkoppelte Prozesse, die nicht unbedingt einem einzelnen Auftrag zuzuordnen sind, wie zum Beispiel eine entkoppelte Beschaffung mit Lagerhaltung. Der Einfachheit halber können auch Prozesse, die einzelnen Aufträgen zugeordnet werden könnten, als eigenständige Prozesse aufgefaßt werden, z.B. die Beschaffung von Material für einen bestimmten Auftrag. Diese Trennung entspricht oft der tatsächlichen Organisation in der Unternehmung. Die folgenden Beispiele verdeutlichen die Sichtweise unabhängiger Prozesse und die Notwendigkeit, solche Prozesse miteinander koppeln zu können.

- Anstoßen von Einkaufsprozessen.

Bestimmte Aktivitäten können erst ausgeführt werden, wenn Zulieferprozesse beendet sind. Eine solche Situation tritt bei Einkaufsprozessen oder Materialbestellungen durch den Kunden auf, die Zulieferungen für Fertigungsaktivitäten darstellen.

- Losgrößenbildung in der Produktion

Falls in der Fertigung Aktivitäten aus mehreren Aufträgen gebündelt werden können (zum Beispiel gemeinsamer Zuschnitt vieler Teile aus einer Stahlplatte), ergeben sich daraus entkoppelte Prozesse, die auch als Zulieferprozesse für Aktivitäten in den Auftragsbearbeitungsprozessen der einzelnen Aufträge betrachtet werden können.

Alle Prozesse in einem Unternehmen, das auftragsbezogen arbeitet, dienen also direkt oder indirekt dem Hauptprozeß der Auftragsbearbeitung. Prozesse können dabei die Rolle von Zuliefer- oder Empfängerprozessen einnehmen. Aktivitäten in Empfängerprozessen können nur starten, wenn alle Zulieferprozesse einer Aktivität beendet sind. Prozesse können auf diese Weise eng miteinander gekoppelt werden, wobei das WFMS in der Lage sein sollte, Prozesse automatisch auszulösen bzw. Aktivitäten zur Ausführung freizugeben, wenn alle Zulieferungen erfolgt sind.

Entkoppelung zwischen Prozessen kann dadurch erreicht werden, daß Lagerprozesse eingefügt werden. Lagerprozesse bestehen aus Empfängerprozessen, die Zulieferungen aufnehmen, und andererseits aus Zulieferprozessen, die Lagerentnahmen — in der Regel für Fertigungsaktivitäten — darstellen. Ein Lagerentnahme-Prozeß kann also von einem Fertigungsprozeß aus angestoßen werden (unter Angabe des Verwendungsortes), wobei der Fertigungsprozeß auf die erfolgreiche Beendigung der Lagerentnahme warten muß. Dies kann unter Umständen erst erfolgen, nachdem der Lagerprozeß selbst einen Prozeß zur Lagerauffüllung — also eine Bestellung — angestoßen hat.

### **3.3.3 Unterstützung von mengenbehafteten Aktivitäten**

Ein besonderes Problem in der auftragsbezogenen Fertigung stellen Kleinserien dar. Kleinserien bieten die Möglichkeit, Aufgaben weiter zu unterteilen. Beispielsweise kann eine Kleinserie in der Fertigung auf verschiedene Maschinen aufgeteilt werden, oder sie kann in Teillieferungen ausgeliefert und dann in Teilrechnungen abgerechnet werden. Eine geeignete Aktivitätendefinition sollte also neben der Beschreibung der eigentlichen Aufgabe eine Mengenangabe enthalten können.

Mengenbehaftete Aktivitäten erfordern spezielle Operationen, mit denen sie während der Laufzeit manipuliert werden können. Beispielsweise sollte es möglich sein, eine Aktivität in mehrere einzelne Unteraktivitäten aufzuplitten, wobei die Summe der Mengenangaben der Unteraktivitäten der Mengenangabe der übergeordneten Aktivität entsprechen sollte. Die übergeordnete Aktivität hat dann nicht nur einen boole'schen Status *erfüllt* / *nicht erfüllt*, sondern auch eine Angabe darüber, *wieviel* von ihr bereits erfüllt ist. Bei Beendigung einer Unteraktivität teilt diese der übergeordneten Aktivität

mit, wieviel sie zur Erfüllung beigetragen hat. Auf diese Art und Weise kann auch mit Fehlern umgegangen werden: Eine Unteraktivität kann ihre Aufgabe nicht nur „ganz oder gar nicht“ erfüllen, sondern auch nur zu einem Teil.

Mengenbehaftete Aktivitäten stellen einen ersten Ansatz dar, die Definition von Aktivitäten auf die Bedürfnisse einer Fertigungsorganisation auszurichten. Ein wesentliches Element von Planungs- und Optimierungsverfahren in PPS-Systemen sind Mengenangaben. Mengenbehaftete Elemente in Prozeßdefinitionen bzw. -instanzen stellen die Grundlage dafür dar, diese Verfahren auf WFMS übertragen zu können.

### **3.3.4 Mechanismen zur Ressourcen-Zuweisung**

Voraussetzung für die Zuteilung von Aktivitäten zu ausführenden Ressourcen ist, daß Fähigkeiten bzw. Berechtigungen definiert sind. In heutigen WFMS basieren solche Definitionen vorrangig auf Rollendefinitionen. Aktivitäten werden bei der Ressourcenzuteilung entweder einem oder mehreren Work-Pools oder Work-Queues zugewiesen, aus denen Klienten Aufgaben auswählen können oder zugewiesen bekommen, entsprechend ihren Fähigkeiten und Berechtigungen [Forté97].

In der Produktionsplanung und -steuerung bei Einzel- und Kleinserienfertigung kann die Zuteilung nach ähnlichen Prinzipien erfolgen. Die Zuteilung zu Work-Pools und Work-Queues sollte entweder manuell oder automatisch erfolgen können. Die automatische Zuteilung muß für frei definierbare Zuteilungsverfahren offen sein, damit optimierende Verfahren in die Planung eingreifen können. Es muß also möglich sein, auf den aktuellen Bestand an zur Bearbeitung anstehenden Aktivitäten und den Stand der Zuteilung von Aktivitäten zu Work-Pools und Work-Queues zugreifen zu können und die Zuteilung *online* verändern zu können.

Voraussetzung für den Einsatz planerischer Verfahren sind Zeitangaben. Neben notwendigen Zeitangaben für die Bearbeitungsdauer von Aktivitäten (in der Regel als Zeitschätzungen) müssen Angaben zur Verfügbarkeit gemacht werden. In heutigen WFMS ist dies durch Anmeldeverfahren realisiert. In PPS-Systemen kommen zusätzlich Betriebskalender zum Einsatz, die für Planungsverfahren notwendig sind.

### **3.3.5 Systemumgebung**

Neben den strukturellen Anforderungen an WFMS ergeben sich spezielle Anforderungen an die Systemumgebung. Dem Benutzer müssen geeignete Werkzeuge zur Verfügung gestellt werden, um Prozeßdefinitionen und -instanzen möglichst einfach verwalten zu können. Daraus ergeben sich komplexe Benutzungsschnittstellen, die nicht nur die Prozeßstrukturen anzeigen müssen, sondern auch einfache Editierbarkeit unter Einsatz verschiedenster Editieroperationen ermöglichen sollen. Kurbel

beschreibt dieselbe Anforderung für den Umgang mit Stücklisten und Arbeitsplänen in PPS- Systemen für die auftragsbezogene Fertigung: "Ein modernes PPS-System sollte ein flexibles Werkzeug bereitstellen, mit dem auf einfache Weise vorhandene Strukturen verändert, kopiert und erweitert sowie neue Strukturen generiert werden können." [Kurb98]

Wünschenswert für WFMS sind nicht nur komplexe Standardwerkzeuge, die mit Graphen operieren, sondern auch Programmierschnittstellen zur Prozeßdefinition und -veränderung. Darauf aufbauend können einfachere Werkzeuge gebaut werden, z.B. um einer Benutzungsschnittstelle zur Auftragsfassung eine konventionelle Form zu geben, in der ein Auftragskopf und einzelne Positionen erfaßt werden und daraus dann ein Workflow-Schema erstellt wird. In heutigen PPS für die auftragsbezogene Fertigung sind für eine flexible Auftragspezifikation Produktkonfiguratoren zu finden, mit denen Stücklisten und Arbeitspläne generiert werden können [Hinz97]. Entsprechend muß es in WFMS Prozeßkonfiguratoren geben, die z.B. aus einer Auftragspezifikation eine Workflow-Definition generieren, die alle Schritte der Auftragsbearbeitung umfaßt, und zwar in dem Abstraktionsgrad, wie er sich aus der Auftragspezifikation ergibt (z.B. noch keine Entscheidungen über Eigenproduktion oder Beschaffung, noch keine Splittung von Kleinserien etc.).

### 3.4 Zusammenfassung

Die auftragsbezogene Einzel- und Kleinserienfertigung könnte von Softwaresystemen profitieren, die den durchgängigen Prozeß der Auftragsbearbeitung sowie die diesem Prozeß „zuarbeitenden“ Prozesse mitverfolgen und mitsteuern könnten. Kurbel [Kurb98] beschreibt, wie die Situation in der Praxis oft aussieht: „Nicht abgesicherte Terminzusagen, möglicherweise durch Konventionalstrafen bedroht, erzeugen bei der Produktionsdurchführung erhebliche Zwänge bis hin zum totalen Chaos in der Fertigung, bei dem nur noch Terminjäger nicht haltbaren Zusagen hinterherlaufen.“ Schwierigkeiten ergeben sich nicht nur aus dem Termindruck, sondern auch aus der Koordination vieler ineinandergreifender Teilaufgaben.

Es zeigt sich jedoch, daß heutige WFMS den Anforderungen aus diesem Anwendungsbereich noch nicht genügen. Neue Ansätze wie die hier vorgestellten Prototyp-basierten Workflow-Definitionen, mengenbehafte Aktivitäten und gekoppelte Prozesse versuchen, die Lücke zwischen PPS und WFMS zu verkleinern.

### 3.5 Literatur

- [BBMP97] U. Borghoff, P. Bottoni, P. Mussio, R. Pareschi: *Reflective Agents for Adaptive Workflows*. In: Proc. 2nd International Conference on Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM '97), London, April 1997.

- [DSV93] W. Domschke, A. Scholl, St. Voß: *Produktionsplanung: Ablauforganisatorische Aspekte*. Springer-Verlag, Heidelberg, 1993.
- [EMISA97] Proceedings EMISA-Fachgruppentreffen 1997: *Workflow-Management-Systeme im Spannungsfeld einer Organisation*. Technische Universität Darmstadt - Bericht 97/03. Darmstadt, Oktober 1997.
- [Forté97] *Conductor Process Development Guide*. Forté Software, Oakland/ Kalifornien, 1997.
- [GSS96] 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.
- [Jabl95] S. Jablonski: *Workflow-Management-Systeme - Modellierung und Architektur*. International Thompson Publishing, Bonn, 1995.
- [JBS97] S. Jablonski, M. Böhm, W. Schultze (Hrsg.): *Workflow Management - Entwicklung von Anwendungen und Systemen*. dpunkt-Verlag, Heidelberg, 1997.
- [KPJ97] R. Klamma, P. Peters, M. Jarke: *Eine Untersuchung der DV-Unterstützung von Informations- und Arbeitsflüssen im Qualitätsmanagement bei kleinen und mittelständischen Unternehmen in der Fertigungsindustrie*. In [EMISA97].
- [Kurb98] K. Kurbel: *Produktionsplanung und -steuerung*. 3. Auflage, R. Oldenburg Verlag, München, Wien, Oldenburg, 1998.
- [Sieb97] R. Siebert: *Anpassungsfähige Workflows zur Unterstützung unstrukturierter Vorgänge*. In [EMISA97].
- [Sieb98] R. Siebert: *Anpassungsfähigkeit von WFMS: Ursachen, Chancen und Grenzen*. GI-Arbeitskreistreffen: Flexibilität und Anpaßbarkeit in Workflow-Management-Systemen, Stuttgart, Februar 1998.  
[http:// www.informatik.uni-stuttgart.de/ipvr/veranstaltungen/AK\\_Flex/Programm.html](http://www.informatik.uni-stuttgart.de/ipvr/veranstaltungen/AK_Flex/Programm.html)
- [SSG97] J. Schmitz-Lenders, A. Schüll, M. Grauer: *Ansatz zur Integration von Workflow-Management und Produktionsplanung und -steuerung bei verteilter auftragsbezogener Einzelfertigung*. In MobIS 97: Verteilte Objekte in Organisationen - Fachtagung der GI-Fachgruppe 5.2.1 Modellierung betrieblicher Informationssysteme, Bamberg, Oktober 1997.
- [US87] D. Ungar, R. Smith: *Self: The power of simplicity*. OOPSLA '87 Conference Proceedings, S. 227-241, Orlando/Florida, Oktober 1987.

- [Weske97] M. Weske: *Überlegungen zur Flexibilisierung von Workflow-Management-Systemen*. In [EMISA97].
- [WfMC97] Workflow Management Coalition, P. Lawrence (Hrsg.): *Workflow Handbook 1997*. John Wiley & Sons, Chichester (England), 1997.



## **4 Ereignisorientierte Informationsverarbeitung auf der Basis von PPS-Systemen**

*Thorsten Heiderich*

### **Abstract**

*Ungeplante Ereignisse beeinträchtigen die Auftragsabwicklung in Produktionsunternehmen zum Teil erheblich und lassen dadurch die damit verbundenen Prozesse stochastisch werden. Hierbei besteht die Forderung nach einer reaktionsschnellen Informationsweiterleitung zur Kompensation unerwünschter Ursachen und Wirkungen. In diesem Beitrag wird dazu das Modell der Ereignissteuerung vorgestellt, welches einen Ansatz zur situationsangepaßten, stellenspezifischen Informationsweiterleitung aufzeigt und damit eine Grundlage für den Einsatz hochdynamischer Workflows bietet.*

### **4.1 Ausgangssituation**

Ein zentrales Problem im Rahmen der unternehmensinternen und -übergreifenden Auftragsabwicklung eines Produktionsunternehmens ist im Auftreten von Störungen zu sehen. Diese Störungen (im folgenden als "ungeplante Ereignisse" bezeichnet) führen dazu, daß der geplante, physische Prozeß der Auftragsabwicklung stochastisch wird. Somit wird der ursprünglich klar strukturierbare "Workflow", in dem die Kommunikationsbeziehungen zwischen einzelnen Stellen in einer definierten Reihenfolge erfolgen, zu einem hochdynamischen Workflow, in dem die Stellen zur Kompensation der negativen Wirkungen ungeplanter Ereignisse in einer nicht strukturierbaren Reihenfolge miteinander kommunizieren müssen. Aber gerade diese Kommunikationsbeziehungen sind, nicht zuletzt durch die zunehmende Flexibilisierung der Ressourceneinsätze (insbesondere Maschinen und Personal), durch eine unzureichende Transparenz gekennzeichnet.

Die unzureichende Transparenz hat zur Folge, daß Informationen zu einem ungeplanten Ereignis nicht reaktionsschnell an unmittelbar und mittelbar betroffene Stellen transferiert werden. Stellen erhalten Informationen über eine (Plan-)Änderung häufig verspätet oder im Extremum gar nicht. Ebenfalls entsprechen Art bzw. Umfang der Information häufig nicht der für eine Maßnahmenbildung erforderlichen Form. Dieses hängt zumeist nicht damit zusammen, daß eine Stelle, die ein ungeplantes Ereignis erkennt und identifiziert, die entsprechende Information unzureichend weiterleitet. Vielmehr ist für eine Stelle der komplexe Gesamtwirkungsumfang eines ungeplanten Ereignisses i. d. R. intransparent, so daß die Stelle Informationen lediglich an die nächste ihr bekannte Stelle übermittelt.

Die Notwendigkeit einer Informationsübermittlung ist in großem Maße von den Randbedingungen zu denen ein Unternehmen produziert, also dem "Unternehmenszustand", abhängig. Dieser

Unternehmenszustand unterliegt logischerweise einer permanenten Änderung: Neue Kundenaufträge erfordern die Erzeugung von internen Aufträgen wie beispielsweise dem Erstellen einer Konstruktion, dem Bestellen von Materialien, dem Fertigen und Montieren von Teilen und Baugruppen aber auch dem Kommissionieren bzw. internen dem Transportieren von Materialien. Jedoch führt die permanente Änderung des Unternehmenszustands dazu, daß immer wieder unterschiedliche Stellen über den Eintritt eines ungeplanten Ereignisses informiert werden müssen. Hierfür fehlt den informierenden Stellen größtenteils die Übersicht. Neben der permanenten Änderung der zu informierenden Stellen kommt der Umstand hinzu, daß ungeplante Ereignisse, die den Workflow der Auftragsabwicklung nicht vernachlässigbar beeinträchtigen, an jeder Stelle eines Unternehmens auftreten können.

Somit erfordern ungeplante Ereignisse eine situationsadäquate Reaktion zur Wirkungskompensation. Dieses kann neben der eigenständigen Behebung durch die wahrnehmende Stelle auch die stellenspezifische Informationsweiterleitung erfordern.

Ziel eines am Forschungsinstitut für Rationalisierung an der RWTH Aachen (FIR) verfolgten Forschungsvorhabens<sup>27</sup> ist die Entwicklung und Erprobung einer ereignisorientierten Modellierung für PPS-Systeme [MuHei96, MuHei97]. Hierzu wird das Konzept für eine ereignisorientierte Steuerung entwickelt, mit der PPS-relevante Informationen nach definierten Regeln als Folge eines ungeplanten Ereignisses zu Stellen gesteuert werden können. Dabei sollen PPS-Systeme aufgrund des in ihnen vorgehaltenen Datenbestandes als Grundlage für die Informationsbeschaffung dienen.

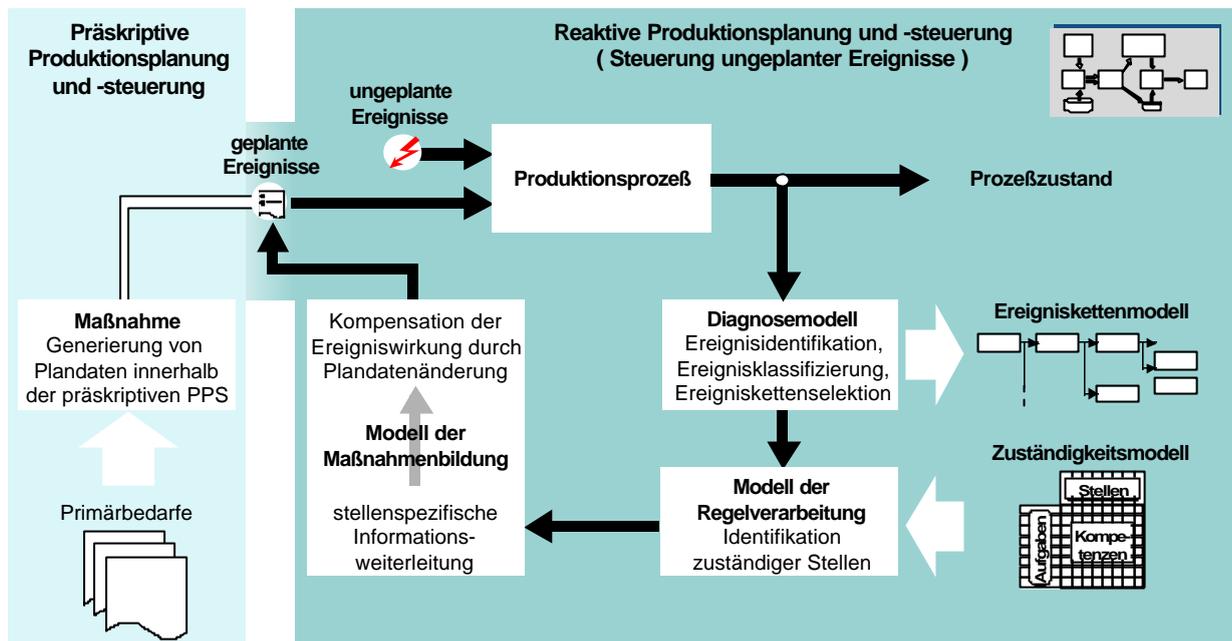
## **4.2 Gesamtmodell der Ereignissteuerung**

Unter dem Gesamtmodell der Ereignissteuerung wird das Modell zur Behandlung ungeplanter Ereignisse verstanden. Zur Modellentwicklung wird die PPS in einen "präskriptiven" und einen "reaktiven" Bestandteil unterteilt (vgl. Abbildung 4.1). Innerhalb einer präskriptiven PPS werden auf der Basis von Primärbedarfen (Kundenaufträge, Planaufträge) Plandaten erzeugt. Die Plandaten beschreiben geplante Ereignisse innerhalb des physischen Produktionsprozesses (z. B. die Zuordnung eines Fertigungsauftrags zu einer Maschine und den Starttermin des Prozesses oder eine geplante Warenentnahme aus einem bestimmten Lager zu einem Zeitpunkt). Pläne sind damit die Summe geplanter Ereignisse.

Innerhalb einer reaktiven PPS werden diese Plandaten auf der Basis von Informationen über ungeplante Ereignisse verändert. Initialplanungen (Präskriptionen) und Planänderungen (Reaktionen) werden durch Stellen einer Organisation vorgenommen.

---

<sup>27</sup> Das Forschungsvorhaben wird unter dem Titel "Ereignisorientierte Modellierung für PPS-Systeme" von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Förderkennzeichen Lu373/20.



**Abb. 4.1:** Modell der Ereignissteuerung

Auf den Produktionsprozeß wirken geplante Ereignisse in Form von Plänen und ungeplante Ereignisse in Form von Störungen. Alle Ereignisse wirken jeweils auf einzelne Elemente des Produktionsprozesses. Im Gegensatz z. B. zu einem Regelkreismodell bewirken ungeplante Ereignisse hier aufgrund von Interdependenzen zwischen den Elementen des Produktionsprozesses, daß weitere ungeplante Ereignisse aus einem ersten ungeplanten Ereignis folgen können, die sich auf gleiche oder andere Elemente des Produktionsprozesses beziehen. Bei einer sequentiellen Interdependenz zwischen zwei Maschinen im Produktionsprozeß bewirkt z. B. das ungeplante Ereignis „Maschinenausfall“ an der ersten Maschine das ungeplante Ereignis „Materialfehlmenge“ an der Nachfolgemaschine. Ungeplante Ereignisse führen daher zu einer Menge ungeplanter Folgeereignisse, die als Ereignisketten bezeichnet werden sollen. Ohne Eingriff in die Ereigniskette in Form kompensierender Maßnahmen ist deren Struktur abhängig von folgenden Situationsvariablen:

- Ausprägung des Ereignisses und
- Interdependenzstruktur des Produktionsprozesses. (Die Interdependenzstruktur des Produktionsprozesses ist bestimmt durch die Pläne der PPS. Dabei sind geplante Arbeitsgangfolgen Beispiele für sequentielle Interdependenzen. Die Interdependenzstruktur kann je nach Planung zu jedem Zeitpunkt anders sein und ist damit situationsabhängig.)

Ausgangspunkt der Überlegungen bei der Entwicklung des Modells war, daß der Produktionsprozeß zum einen durch geplante Ereignisse (Pläne) vorherbestimmt ist, zum anderen durch ungeplante Ereignisse (Störungen) beeinflußt wird. Die negative Wirkung des Auftretens ungeplanter Ereignisse kann dabei in diesem Zusammenhang damit beschrieben werden, daß die zum Zweck der

Koordination innerhalb einer präskriptiven PPS aufgestellten Pläne - bestehend aus geplanten Ereignissen, die sich auf einzelne Elemente des Produktionsprozesses beziehen - aufgrund der zwischen den Elementen des Produktionsprozesses bestehenden Interdependenzen ihre Gültigkeit teilweise verlieren. Da die Wirkung ungeplanter Ereignisse zu minimieren war, sind Maßnahmen in Form geplanter Ereignisse erforderlich, die die negative Wirkung ungeplanter Ereignisse auf alle Elemente des Produktionsprozesses in größtmöglichem Maße kompensieren.

Erster Schritt der Ereignissteuerung ist daher die Diagnose des Prozeßzustandes hinsichtlich der Identifikation ungeplanter Ereignisse sowie die situative, hinreichend genaue Bestimmung der Merkmale und Merkmalsausprägungen der Ereignisse und der zugehörigen Ereignisketten. Die nachfolgende Regelverarbeitung dient der Zuordnung von zu informierenden Stellen innerhalb einer Organisation zum Zweck der Definition von Kompensationsmaßnahmen. Den identifizierten Stellen werden Informationen gezielt zugeleitet (stellenspezifische Informationsweiterleitung). Insgesamt besteht das Gesamtmodell damit aus den Partialmodellen:

- Diagnosemodell,
- Ereigniskettenmodell,
- Zuständigkeitsmodell,
- Modell der Regelverarbeitung zur Identifikation zu informierender Stellen und
- Modell der Maßnahmenbildung (Informationsweiterleitung und Kompensation).

#### **4.2.1 Partialmodell der Diagnose**

Im Partialmodell der Diagnose wird zwischen qualitativ und quantitativ erfaßbaren Merkmalen unterschieden. Die Ausprägungen qualitativer Merkmale können lediglich mittels vorgegebener, beschreibender Ausprägungen erfaßt werden, wohingegen die quantitativen Merkmale mittels exakter Werte oder Wertebereiche angegeben werden können.

Für die Darstellung der qualitativen Merkmale und ihrer Ausprägungen wird ein morphologisches Merkmalsschema eingesetzt. Mittels dieses Merkmalsschemas kann die in der realen Erscheinungsform vorkommende Vielzahl ungeplanter Ereignisse durch die Auswahl relevanter Merkmale und Merkmalsausprägungen charakterisiert werden. Das vorgestellte Schema versteht sich als Referenzschema und kann im spezifischen Fall individuell adaptiert werden. Dabei muß allerdings gewährleistet sein, daß die ausgewählten Merkmale zur Differenzierung aller realen Erscheinungsformen ungeplanter Ereignisse im Sinne des Betrachtungsbereiches ausreichen. Weiterhin sollen die Merkmale einen objektiven Charakter haben und mit einer hinreichend hohen Genauigkeit erfaßbar sein [Bü91].

Die quantitativen Merkmale sind in einer strukturierten Liste dargestellt, in der die weiteren zur Störungskompensation eines ungeplanten Ereignisses erforderlichen Daten beschrieben werden.

Während die qualitativen Merkmalsausprägungen zur Ereignisklassifizierung herangezogen werden, konkretisieren die zu den quantitativen Merkmalen erfaßten Daten das ungeplante Ereignis. Damit ist die hinreichend genaue Kenntnis des ungeplanten Ereignisses ein Zwischenergebnis der Diagnose, welches zur nachfolgenden Identifikation einer sich auf das ungeplante Ereignis beziehenden Ereigniskette dient. Das Ergebnis läßt somit die Filterung eines Startereignisses aus einem Gesamtmodell der Ereignisbeziehungen und damit verbunden die Selektion der entsprechenden Ereigniskette zu.

#### **4.2.2 Partialmodell der Ereignisketten**

Die zeitlich-logische Verknüpfung von Ereignissen kann mittels einer Ereigniskette beschrieben werden, die somit die Beziehungen zwischen diesen Ereignissen verdeutlicht. Da jedes Ereignis mindestens eine Wirkung besitzt, die als Zustandsänderung mindestens ein Ereignis zur Folge hat, sind diese Beziehungen immer durch Zustandsänderungen (Ursachen/Wirkungen) der betrachteten Systeme (hier des Produktionsprozesses) gekennzeichnet.

Eine Ereigniskette wird hier nur als ein Auszug aus einem Gesamtmodell aller im System möglichen Ereignisbeziehungen verstanden. Das in einer Ereigniskette zuerst aufgeführte Ereignis soll im folgenden als Startereignis, die nachfolgenden Ereignisse als Folgeereignisse bezeichnet werden.

Abhängig von der Wahl des Genauigkeitsgrades der Beschreibung kann eine Ereigniskette nahezu beliebig detailliert werden. Die Detaillierung ergibt sich aus der spezifischen Betrachtung der jeweils zu berücksichtigenden Arbeitssysteme. Es ist hierbei möglich, ein Referenzmodell der Ereignisketten zu erstellen, welches im Anwendungsfall an die betrachtete Organisation anzupassen ist. So führt z. B. ein Maschinenausfall nicht in jedem Unternehmen mittelbar zum Verzug eines Kundenauftrags, da eventuell kurzfristig keine Kompensationsmaßnahmen ergriffen werden müssen. Für die Darstellung der Ereignisketten wurde hier ein Genauigkeitsgrad gewählt, mit dem eine Ereigniskette so abgebildet werden kann, daß diese eine ausreichende Transparenz besitzt.

Da mit der Ereignissteuerung die Beseitigung bzw. Milderung von Ursachen bzw. Wirkungen ungeplanter Ereignisse angestrebt wird, muß das Ziel sein, ungeplante Folgeereignisse zu verhindern. Daraus läßt sich ableiten, daß eine Kette ungeplanter Ereignisse so schnell wie möglich zu unterbrechen ist, indem die negativen Wirkungen ungeplanter Ereignisse durch die Wirkung geplanter Ereignisse kompensiert werden.

Eine Ereigniskette wird im folgenden verwendet, um im Rahmen der Regelverarbeitung diejenigen Stellen zu ermitteln, die die Wirkungen dieses ungeplanten Ereignisses aber auch ggf. die negative Wirkung von Folgeereignissen kompensieren können, um den Produktionsprozeß schnellstmöglich wieder zu stabilisieren.

### **4.2.3 Partialmodell der Zuständigkeiten**

Im entscheidungslogischen Kontext wird eine Organisation durch die Zuordnung von Zuständigkeiten und die Festlegung von Kommunikationsbeziehungen beschrieben. Bei der Einführung einer Ereignissteuerung kann die Zuordnung von Zuständigkeiten als konstante Bestimmungsgröße angesehen werden. Die Zuordnung geht als Zuständigkeitsmodell in die Regelverarbeitung ein. Hingegen sollen die Kommunikationsbeziehungen bei Einführung einer Ereignissteuerung gezielt so verändert werden, daß eine schnelle und effektive Kompensation der Wirkungen ungeplanter Ereignisse möglich wird.

In dem Zuständigkeitsmodell werden Aufgaben und Stellen einander gegenübergestellt. Die Darstellung erfolgt in Form einer Matrix. Dabei soll eine Stelle die Befugnis zum Ausführen einer Aufgabe verbunden mit allen hierbei notwendigen Entscheidungen besitzen. Das Zuständigkeitsmodell unterstützt die Ermittlung der Stellen, die auf die Wirkungen eines ungeplanten Ereignisses im Rahmen der Ereignissteuerung kompetent und kurzfristig reagieren können.

Eine Ereigniskette ist mit dem Zuständigkeitsmodell derart verknüpft, daß zu jeder dargestellten, nicht näher spezifizierten Wirkung eines ungeplanten Ereignisses genau die im Zuständigkeitsmodell aufgeführten Stellen Maßnahmen zur Wirkungskompensation ergreifen können. Da jede Wirkung ein anderes Folgeereignis auslösen kann, sind zur Verhinderung eines jeden Folgeereignisses ggf. unterschiedliche Stellen über den Eintritt des Startereignisses zu informieren. Es soll jedoch immer versucht werden, das Eintreten von dem Startereignis unmittelbar folgenden Ereignisse durch geeignete Kompensationsmaßnahmen zu verhindern. Das Partialmodell der Zuständigkeiten bildet zusammen mit dem Ereigniskettenmodell die Grundlage für die Identifikation der zur Wirkungskompensation befähigten Stellen. Anhand der Verknüpfung der Ereigniskette mit dem Kompetenzmodell wird deutlich, welche Stellen informiert werden müssen.

### **4.2.4 Partialmodell der Regelverarbeitung**

Mittels der Regelverarbeitung wird die Verknüpfung der Ereigniskette mit dem Zuständigkeitsmodell operativ umgesetzt. Eingangsgrößen der Regelverarbeitung sind die aus dem Diagnosemodell stammenden qualitativen und quantitativen Daten vom Ort der Ereignisidentifikation sowie die quantitativen Daten aus dem aktuellen Datenbestand des PPS-Systems.

In der Regelverarbeitung werden die aus der Diagnose gewonnenen Daten auf der Grundlage boolescher Operatoren miteinander verknüpft. Dabei fließen die aus dem Zuständigkeitsmodell ableitbaren Informationen in die Regelverarbeitung ein. Hier wird der Ansatz verfolgt, das Regelwerk in qualitative und quantitative Teilregelsysteme sowie in ein diese Teilsysteme zusammenführendes Gesamtsystem zu unterteilen. Die Teilregelsysteme setzen sich jeweils aus den im Diagnosemodell

ermittelten qualitativen Daten ("Qualitative" Regeln) oder quantitativen Daten ("Quantitative" Regeln) zusammen. Damit verbunden wird eine dreistufige Vorgehensweise der Regelverarbeitung gewählt. In der ersten Stufe werden zunächst diejenigen Teilregeln vorselektiert, die durch die qualitativen Daten erfüllt werden. Dem folgt in der zweiten Stufe die Validitätsprüfung des Teilregelsystems der quantitativen Daten. In der dritten Stufe werden diejenigen Regeln aus der Menge der vorliegenden Regeln herausgefiltert, die als aus Ergebnissen der Teilregelsysteme zusammengesetzte Gesamregeln gültig sind.

Das quantitative Teilregelssystem definiert darüber hinaus Ansprechschwellen der Informationsweiterleitung an eine Stelle. Dabei wird hier unter einer Ansprechschwelle ein Wert (z. B. Auftragsnummer) oder ein Wertebereich (z. B. Mengenbereich) verstanden, ab dem die Informationen zu einem ungeplanten Ereignis an die im Zuständigkeitsmodell hinterlegte Stelle weitergeleitet wird. Die Ansprechschwellen sind in Verbindung mit den arbeitssystemspezifischen Randbedingungen definiert und können bei Bedarf zu jeder Stelle individuell festgelegt werden.

#### **4.2.5 Partialmodell der Maßnahmenbildung**

Die Maßnahmenbildung wird in zwei Komponenten unterteilt:

- Informationsweiterleitung und
- Kompensation durch Plandatenmanipulation.

Bei der Bildung von Maßnahmen steht zunächst die Informationsweiterleitung, d. h. die Form der Benachrichtigung von Stellen, im Vordergrund. Dabei ist vorgesehen, daß jede zu informierende Stelle, diejenigen Informationen erhält, die für diese Stelle mit dem ungeplanten Ereignis verbunden sind. Diese Informationen setzen sich aus den qualitativen und quantitativen Daten zusammen, die zu einem ungeplanten Ereignis aufgenommen wurden bzw. aus dem PPS-System zur Verfügung stehen.

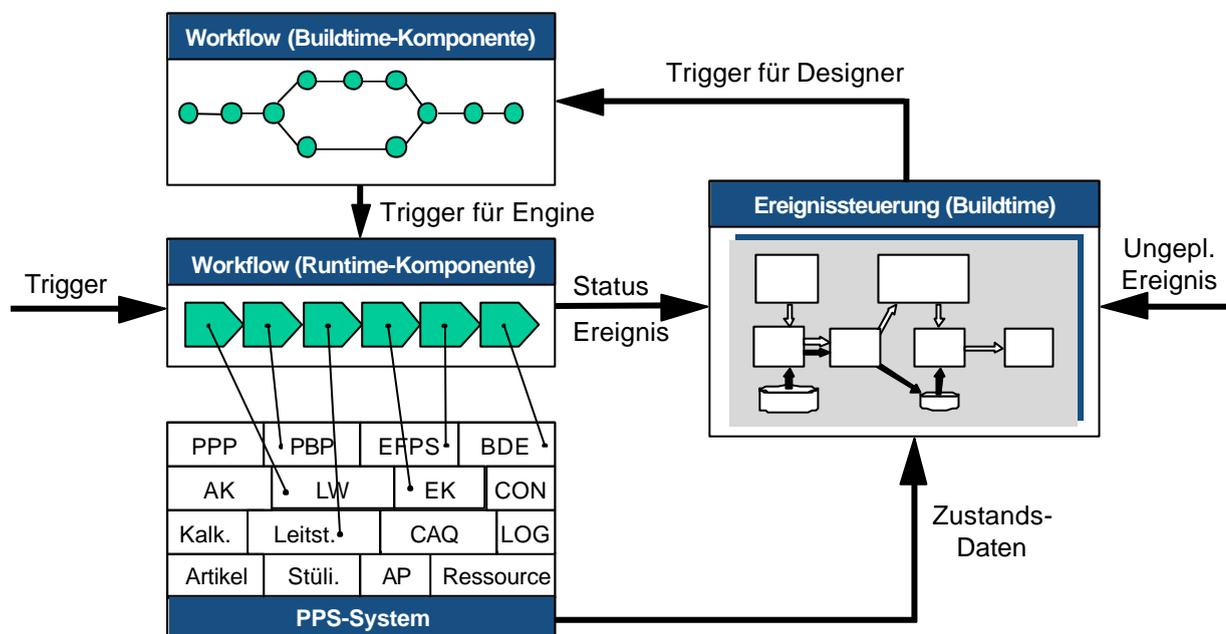
Das Partialmodell der Maßnahmenbildung wird derzeit durch exemplarisch ermittelte Maßnahmen zur voll- bzw. halbautomatischen Kompensation der negativen Wirkung ungeplanter Ereignisse vervollständigt.

#### **4.3 Umsetzung und Einsatzmöglichkeiten**

Das Modell der Ereignissteuerung ist derzeit über eine Programmierung mit Visual Basic auf der Basis der Datenbank MS-Access 2.0 konzeptionell umgesetzt. Dabei sind zur Zeit mehrere Bereiche (Masken und Funktionen) realisiert: Definition der qualitativen Regeln bzw. der quantitativen Regeln, Definition der Gesamregeln sowie Erfassung der Ereignisse selbst. Das Tool ermittelt auf der Basis der stellenbezogenen Regeln diejenigen Stellen, die über das durch die eingegebenen qualitativen und quantitativen Daten ungeplante Ereignis informiert werden. Dabei werden an eine Stelle nur diejenigen

Informationen transferiert, die von dieser im Falle eines entsprechenden Ereigniseintritts angefordert wurden.

Zukünftig ist eine Erweiterung eines PPS-Systems um ein Workflowsystem vorstellbar, wobei die Workflows (Buildtime-Komponente) mittels der Ereignissteuerung definiert bzw. initialisiert werden (vgl. Abbildung 4.2). Dazu wird entweder über die Runtime-Komponente des Workflowsystems oder über eine manuelle Eingabe der Eintritt eines ungeplanten Ereignisses gemeldet. Die Ereignissteuerung initialisiert daraufhin die nächsten einzuleitenden Aufgaben (process steps), die zur Kompensation der Wirkungen erforderlich sind. Dazu werden der Buildtime-Komponente des Workflowsystems die jeweils erforderlichen Daten zur Verfügung gestellt. Dieses kann einerseits durch die manuelle Eingabe von Informationen zu einem Ereignis erfolgen, andererseits werden Daten aus dem PPS-System (bzw. integrierten oder gekoppelten Systemen) herangezogen.



**Abb. 4.2:** Einbindung der Ereignissteuerung in ein integriertes Workflowkonzept

#### 4.4 Literatur

- [Bü91] Bündenbender, W.: Ganzheitliche Produktionsplanung und -steuerung. Dissertation RWTH Aachen, 1991.
- [MuHei96] Much, D.; Heiderich, Th.: Ereignissteuerung für PPS-Systeme. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 91 (1996) 10, S. 471-474.
- [MuHei97] Much, D.; Heiderich, Th.: Ereignisorientiertes Konzept für Produktionsunternehmen. Planung und Produktion, 45 (1997) 1, S. 16-20.



## 5 Evaluation von Workflow-Management-Systemen für produktionsbegleitende Prozesse

*Rainer Borowsky, Harald Busch*

### 5.1 Motivation

Unternehmen stehen zunehmend unter dem Zwang ihre produktionsbegleitenden Geschäftsprozesse, wie Produktionsdurchführbarkeitsprüfungen, Produktionsplanungsprozesse, Produktionsänderungsprozesse etc., zu verbessern. Inwieweit Workflow-Management in diesem Umfeld einsetzbar ist und welche Nutzenpotentiale es aufweist, ist Untersuchungsgegenstand dieser Ausführungen. [1]

Unter Workflows versteht man arbeitsteilige Prozesse, die zur Abwicklung von Geschäftsvorfällen initiiert werden. Ein Workflow-Management-System ist dementsprechend "eine flexibel gestaltbare, nach organisatorischen Regelwerk arbeitende, aktiv einwirkende Software, die einen über mehrere Arbeitsplätze gehenden Vorgang steuert und bestehende Basiskomponenten einbindet." [2] Daraus ableitend ergeben sich die generellen Eigenschaften, die ein workflow-relevanter Geschäftsprozeß aufweisen muß: Es müssen viele Personen an der Prozeßausführung beteiligt sein, der Prozeß muß gut strukturiert sein und der Prozeß sollte eine hohe Wiederholungsrate aufweisen.

Workflow-Management wird bisher vornehmlich im Bürobereich eingesetzt. Zunehmend wird jedoch der Einsatzbereich von Workflow-Management auf Produktionsprozesse und produktionsbegleitende Prozesse ausgedehnt. [3] Der Einsatz in diesem Umfeld stellt weitergehende Anforderungen, z.B. das Einbinden komplexer operativer Basisysteme. Weiterhin treten bei vielen Workflow-Projekten in Unternehmen erhebliche Zielverfehlungen aufgrund technischer Mängel der Workflow-Systeme auf. [4] Vor dem Hintergrund dieser beider Risiken ist ein strukturiertes, qualitätssicherndes Vorgehen für die Einführung von Workflow-Management notwendig.

### 5.2 Anwendungsbereich

Für das folgend beschriebene Anwendungsbeispiel wurde, in Analogie zu den Phasenmodellen der Softwareentwicklung, ein Vorgehensmodell für die Abwicklung von Workflow-Projekten eingesetzt (vergleiche Abb. 5.1).



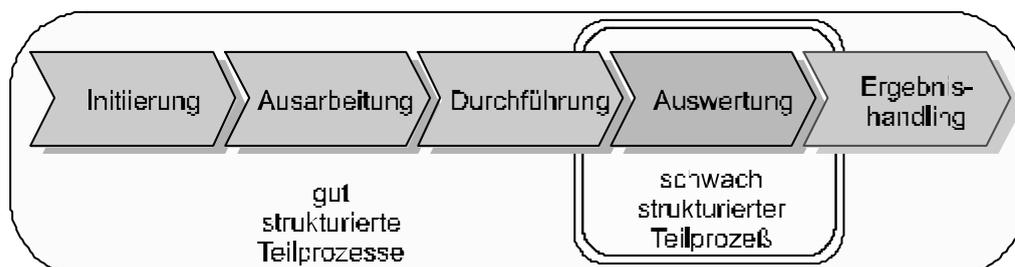
**Abb. 5.1:** Vorgehensmodell für Workflow-Projekte

Der Projektanstoß startet die Initiierungsphase. In ihr wird für das zu lösende Problem (umzusetzender Prozeß) ein grober Lösungsvorschlag sowie ein Projektplan erarbeitet. Abschließend wird über die Durchführung des Projektvorhabens entschieden. Nachfolgend wird in der Definitionsphase ein Lastenheft bzgl. der Prozeß- und Systemanforderungen erstellt. Anhand von Lösungsstudien werden in Betracht kommende Workflow-Systeme ausgewählt. In der Evaluierungsphase werden die zu betrachtenden Systeme hinsichtlich den Anforderungen evaluiert und in einer prototypischen Umgebung getestet. Ergebnis dieser Phase ist die Entscheidung zugunsten eines Workflow-Systems. Darauf aufbauend wird das System installiert, der Workflow in das System implementiert und die Mitarbeiter geschult. In der abschließenden Phase wird das System dem produktiven Betrieb übergeben und während des Einsatzes optimiert.

Entwickelt und validiert wurde das Vorgehensmodell anhand des Fertigungsversuchswesen bei Siemens Halbleiter Regensburg. Bei dem Fertigungsversuch handelt es sich um einen wichtigen Prozeß zur Verbesserung des Fertigungsprozesses von Mikrochips. Er ist somit Bestandteil der kontinuierlichen Prozeßverbesserung in der Produktion.

Dieser Prozeß wird einige hundert mal im Jahr durchgeführt und dauert jeweils einige Wochen. An ihm sind eine Reihe von Mitarbeiter beteiligt und er ist größtenteils wohl strukturiert. Der Fertigungsversuchsprozeß ist somit vom Typ her ideal für Workflow-Management geeignet.

Der Prozeßablauf eines Fertigungsversuchs, wie er bildhaft in Abb. 5.2 dargestellt ist, kann wie folgt beschrieben werden. In der Initiierungsphase wird die Idee für einen Verbesserungsvorschlag generiert und verfaßt. Abschließend wird eine Entscheidung zur Durchführung des Versuchs getroffen. Nachfolgend wird der Fertigungsversuch detailliert spezifiziert und Fertigungsprozeßanweisungen erstellt. In der Durchführungsphase findet die Produktion des Mikrochips statt. Hierbei greift das Workflow-System nur auf Fertigungsdaten zu, um anschließend, je nach Fertigungsverlauf, eine logisch korrekte Weiterbearbeitung des Workflows sicherzustellen. In der Phase der Auswertung werden zahlreiche Analysen über die gefertigten Mikrochips gefahren um die Güte des Fertigungsversuchs zu beurteilen. Abschließend werden die Ergebnisse des Versuchs dokumentiert und darüber entschieden, ob die Produktionsänderung beibehalten oder verworfen werden sollen.



**Abb. 5.2:** Fertigungsversuch in der Halbleiterfertigung

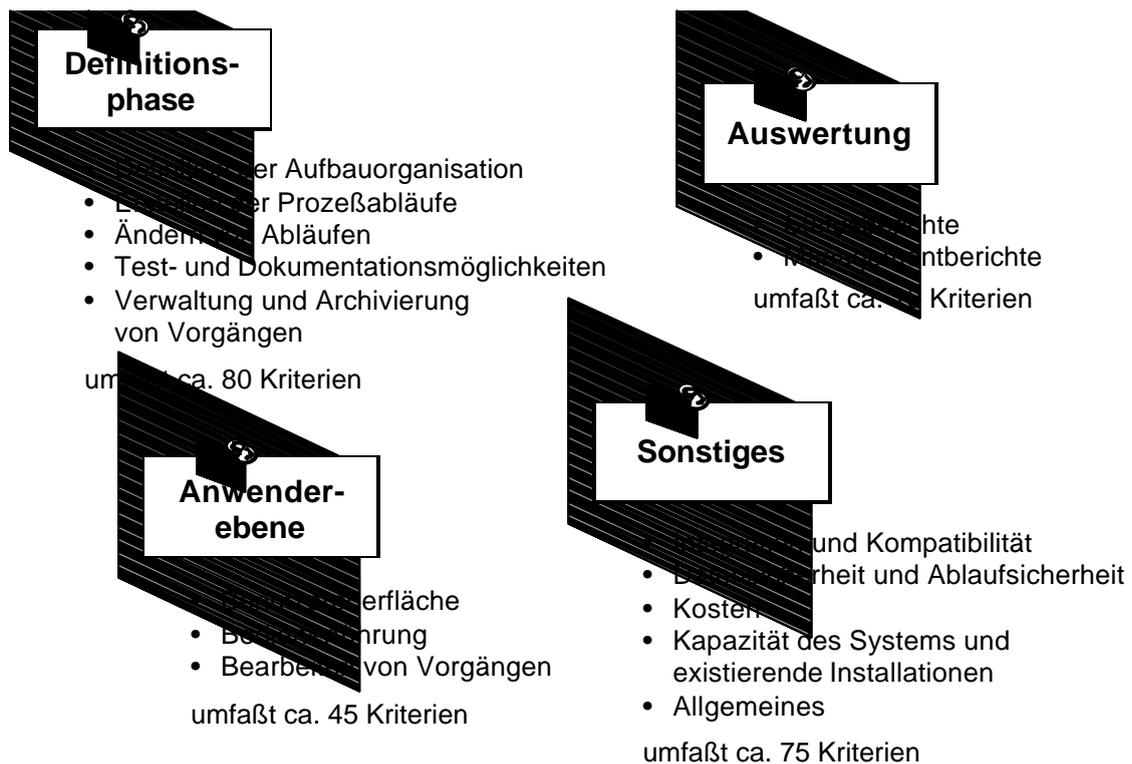
Da im Fertigungsversuch auf eine Vielzahl von operativen Systemen zugegriffen und mit ihnen Daten ausgetauscht werden müssen, (neben Standardbüroanwendungen) z.B. dem EDM-System welches die Fertigungsdaten enthält, dem Recipe Manager zur Erstellung von Einzelprozeßanweisungen für Fertigungsschritte und den Analysetools zur Versuchsauswertung, lag ein besonderer Schwerpunkt im Projekt auf der Evaluierung von Workflow-Systemen.

### **5.3 Evaluierung von Workflow-Systemen**

Bei der Untersuchung und Bewertung verschiedener Workflow-Systeme (vgl. Entwurfsphase in Abb. 5.1) fand ein zweigleisiges Vorgehen statt. Zum einen wurde die in der Definitionsphase bestimmten Workflow-Systeme in einem prototypischen Umfeld installiert und der Workflow musterhaft implementiert. Zum anderen wurde ein Kriterienkatalog aufgestellt mit dem die Fähigkeiten der Systeme genau analysiert werden konnten. [5]

Anhand dieses Kriterienkataloges (auch Evaluierungskatalog genannt) wird ermittelt, ob ein Workflow-System die allgemeinen Anforderungen an Workflow-Management-Fähigkeiten abdeckt. Weiterhin wird festgestellt inwieweit das System die speziellen Anforderungen für produktionsnahe Prozesse erfüllt (besondere Anforderungen liegen vor allem in der Connectivity des Workflow-Systems zu anderen Applikationen), hierbei u.a. auch spezielle Anforderungen aus dem Fertigungsversuchswesen.

Der Evaluierungskatalog umfaßt insgesamt über 200 Kriterien. Diese lassen sich unterscheiden in Kriterien zu der Definitionsphase, zu der Anwenderebene, zu der Auswertung und sonstige Kriterien (vergleiche Abb. 5.3).



**Abb. 5.3:** Inhalt Evaluierungskatalog für Workflow-Management-Systeme

Bei Kriterien zu der Definitionsphase, auch Build-Time genannt, wird untersucht, wie die Systeme an die Unternehmensorganisation angepaßt werden. D.h. es wird ermittelt wie die Aufbauorganisation, Benutzerrechte, Prozeßlogik im System abgebildet wird und wie komfortabel es durchgeführt wird. Weiterhin wird ermittelt wie einfach dieses wieder geändert werden kann. Abschließend wird in diesem Bereich erfragt wie die Organisation getestet und simuliert werden kann, wie die Dokumentation gehandhabt wird und wie die Vorgänge archiviert werden.

Im Bereich der Anwender-ebene, auch Run-Time genannt, wird die Oberfläche der Systeme untersucht, mit der die Sachbearbeiter ihre täglichen Vorgänge (Vorgangsinstanzen) bearbeiten. Zentrale Frage ist folglich, wie komfortabel und effektiv kann der Anwender/Sachbearbeiter das System zur Run-Time nutzen? Dies hängt u.a. von den folgenden Aspekten ab:

- Einfachheit und Sicherheit der Anwendungsumgebung
- Einfachheit und Transparenz der Benutzeroberfläche
- Effektivität der Bedienung
- Struktur und Inhalte der Hilfefunktionen

Der Auswertungsblock des Evaluierungskataloges beschäftigt sich mit Fragen, wie die Systeme die Vorgänge protokollieren und Statusberichte erzeugen bzw. darstellen als auch wie sie verdichtete Managementberichte bereitstellen. Fokussiert wird dabei auf die Aussagekraft und Benutzerfreundlichkeit der Rückmeldungen.

Unter den abschließenden Block fallen alle relevanten Leistungsmerkmale eines Workflow-Systems, die sich nicht direkt der Definition, Bearbeitung und Auswertung von Vorgängen zuordnen lassen. Dazu gehören insbesondere Angaben zur Infrastruktur, auf der das System aufsetzt:

- Integrationsfähigkeit des Workflow-Management-Systems mit zu steuernden Applikationen. Fokus hierbei ist, welche Standards unterstützt das System, z.B. CORBA?
- Kompatibilität des Workflow-Systems mit anderen Workflow-Systemen (und mit Archivierungssystemen)
- Datensicherheit
- Hard- und Software-Voraussetzungen
- Kosten

#### 5.4 Vom Prozeßmodell zum Workflow

Neben der Evaluierung der Workflow-Systeme wurde im Projekt besonderer Wert darauf gelegt, daß der Fertigungsversuch nicht bloß elektrifiziert wird, sondern daß er in ein Konzept der kontinuierlichen Prozeßverbesserung eingebunden wird. Der Ansatz (Life-Cycle) wie dies realisiert wurde ist in Abb. 5.4 charakterisiert. [6] [7]

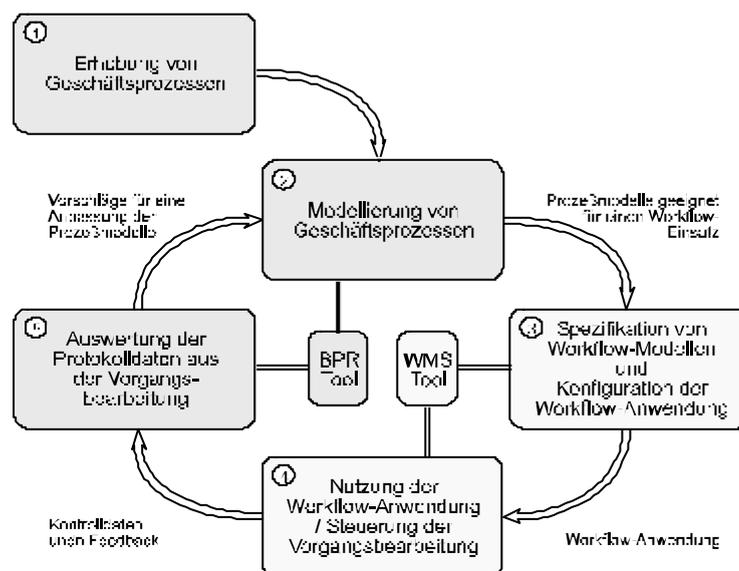


Abb. 5.4: Workflow Life-Cycle [8]

Nach diesem Life-Cycle-Konzept werden zuerst die Geschäftsprozesse, die für eine Workflow-Umsetzung in Frage kommen, erhoben, um sie anschließend im Rahmen der Modellierung zu dokumentieren, zu analysieren und zu optimieren. Ergebnis kann hierbei auch sein, daß sich die untersuchten Geschäftsprozesse aufgrund der bestehenden Organisation nicht zur Unterstützung durch ein Workflow-Management-System eignen. Für die workflow-geeigneten Geschäftsprozesse wird das Prozeßmodell in ein Workflowmodell transformiert, welches wiederum die Ausgangsbasis für die Konfiguration des ausgewählten Workflow-Systems darstellt. Nun wird der Workflow „produktiv“ und das System sammelt während der Nutzung Protokolldaten. Diese sind Ansatzpunkt für die Prozeß-/Workflowauswertung. So gewonnene Verbesserungsvorschläge sind der Anstoß für Anpassung des Geschäftsprozeßmodells. Der Life-Cycle ist somit geschlossen und kann neu durchlaufen werden (abgesehen von der ersten Phase).

Die Phasen 1, 2 und 5 sind die Domäne von BPR-Tools, die Phasen 3 und 4 hingegen werden durch das Workflow-Management-System unterstützt. Somit ist der Übergang vom BPR zum Workflow-Management fließend und der Kreislauf für eine kontinuierliche Prozeßverbesserung geschlossen.

## 5.5 Fazit

Das in diesem Beitrag vorgestellte Vorgehen zur Einführung von Workflow-Management hat sich bewährt. Durch die ausführliche Evaluierung und Testinstallationen der Systeme ist sichergestellt worden, daß das ausgewählte System den Anforderungen entspricht. Durch das Übernehmen der Ergebnisse aus dem Business Process (Re-)Engineering in das Workflow-Management und einer Schleife für die kontinuierliche Prozeßverbesserung wurde dem Qualitätsgedanken besonders Rechnung getragen.

## 5.6 Literaturverzeichnis

- [1] Diese Ausführungen basieren z.T. auf Ergebnissen des BMBF geförderten Forschungsverbundprojektes „GiPP – Geschäftsprozeßgestaltung mit integrierten Prozeß- und Produktmodellen. Förderkennzeichen: 02PV41109. Nähere Informationen zum Forschungsverbundprojekt unter [http://www.siemens.de/zt\\_pp/gipp](http://www.siemens.de/zt_pp/gipp).
- [2] Siehe Schönecker, H. G.: Begriffe zum Geschäftsprozeß-Management, S. 56. In: Office Management, 41 (1993) 7-8, S. 56-57.
- [3] Vgl. Loos, P.: Workflow-Management in der dezentralen Produktion. In: Scherer, E.; Schönsleben, P.; Ulich, E. (Hrsg.): Werkstattmanagement - Organisation und Information im Spannungsfeld zentraler und dezentraler Strukturen, Zürich 1996, S. 291-309.
- [4] Vgl. Heinrich, W.: Technische Mängel bremsen Workflow. In: Computer Zeitung, 28 (1997) 30, S. 1.

- [5] Vgl. hierzu im folgenden Heimig, I.; Borowsky, R.: Evaluierungskatalog zur Bewertung von Workflow-Systemen.  
Unter URL: [http://www.siemens.de/zt\\_pp/ergebnis/b\\_s3\\_4i.doc](http://www.siemens.de/zt_pp/ergebnis/b_s3_4i.doc)  
(gesichtet August 1997).
- [6] Vgl. hierzu im folgenden Galler, J.: Vom Geschäftsprozeßmodell zum Workflow-Modell: Vorgehen und Werkzeug für einen kooperativen Einsatz, Dissertation, Saarbrücken 1997.
- [7] Dieser Ansatz ist konform zu dem von Scheer entwickeltem Architekturkonzept „ARIS - House of Business Engineering“. Vgl. Scheer, A.-W.: ARIS - House of Business Engineering. In: Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft Nr. 133, Saarbrücken, 1996.
- [8] Siehe Galler, J.: Vom Geschäftsprozeßmodell zum Workflow-Modell: Vorgehen und Werkzeug für einen kooperativen Einsatz, Dissertation, Saarbrücken 1997, S. 24.

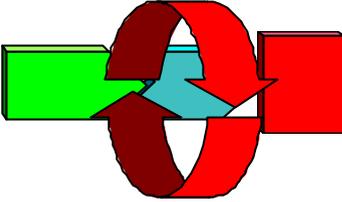


## 6 Kopplung von Workflowmanagement an die PPS – ein Projektbericht

Jochen Clemens, Martin Müller

**Auskunftsfähig sein heißt: PPS mit  
Dokumentenmanagement  
und workflow**

**Integration des Archivierungs- und  
Dokumentenmanagementsystems PROXESS und des Workflow-  
systems cosa in das PPS-SYSTEM WEBER**



- Technische und organisatorische Möglichkeiten zur Optimierung von Geschäftsprozessen
- Praxisbeispiele aus Fertigungsbetrieben

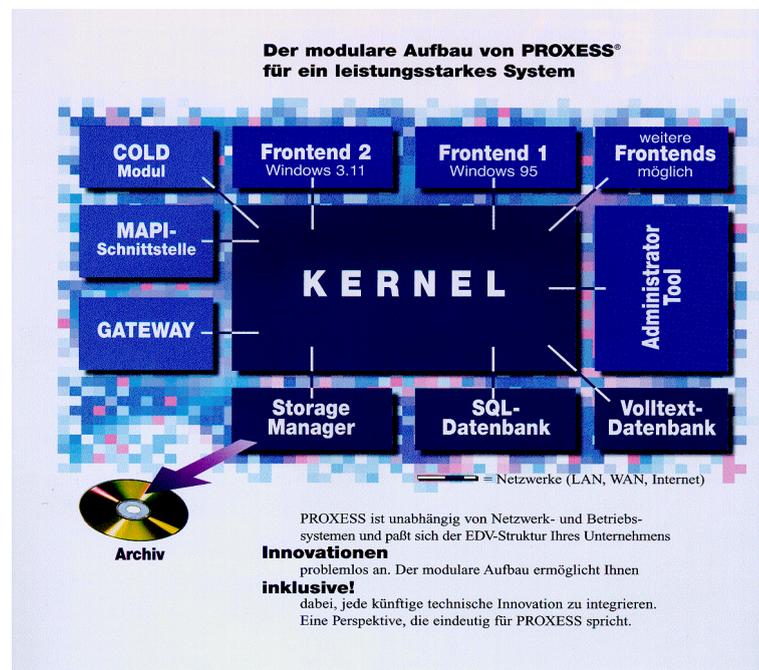
**Weber Datentechnik GmbH, Pforzheim**

**Ganzheitliche Vorgangsbearbeitung**

<b>Funktionale Arbeitsteilung</b>	<b>HEUTE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Beschleunigung der Arbeit durch Spezialisierung</li><li>• Wiederholcharakter der Tätigkeiten</li><li>• Geringe Mitarbeiterausbildung</li><li>• Reduzierte Bearbeitungszeiten</li><li>• Hohe Kapazitätsauslastung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kleine Stückzahlen</li><li>• wenig Wiederholcharakter</li><li>• Zunahme der Rüstanteile</li><li>• Querschnittsaufgaben<ul style="list-style-type: none"><li>– Fertigungssteuerung</li><li>– Qualitätssicherung</li><li>– Instandhaltung</li></ul></li><li>• Kurze Durchlaufzeiten</li><li>• Reduzierung des Kontrollaufwandes</li><li>• Integration der Bearbeitungsschritte in der Verwaltung</li><li>• Weniger Ansprechpartner als früher</li><li>• Absenken der Komplexität</li><li>• Konzentration der Kompetenz und Verantwortung</li><li>• die eigenen Aufgaben selbst planen</li></ul>

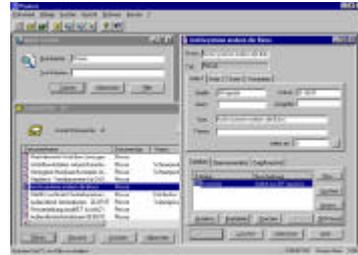
### Technische Möglichkeiten zur Gestaltung von Geschäftsprozessen Archivierung und Dokumentenmanagement

- **Aufbau der Systeme**
  - Module
  - Betriebssysteme
  - Datenbanken
  - Komponenten
- **Integration von Microsoft Office Produkten**
- **Schnittstellen**
  - COLD
  - MAPI
  - GATEWAY
- **Praxisbeispiele**
  - Integration des DMS-Systems in die Auftragsabwicklung
  - Einsatz des DMS in der Qualitätssicherung

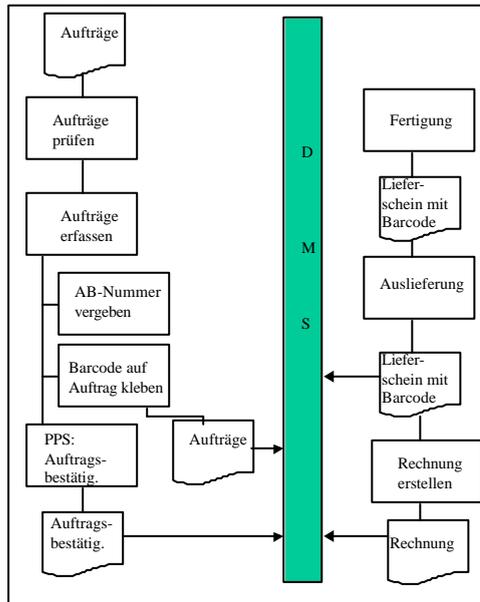


## Aufbau der Systeme

- **Archiviert werden können:**
  - Papierdokumente
  - Faxe
  - Notizen
  - elektronische Dokumente ( Word- oder Excel-Dateien )
  - Bilder, Videos
  - Host-Daten
- **Komponenten eines Systems**
  - Datenbank (SQL, z.B. Microsoft SQL-Server, Oracle, Sybase usw. )
  - Storage Manager
    - Überträgt die auf Festplatte archivierten Daten auf CD oder CD-WORM
    - Übernimmt die Koordination zwischen Brenner, Jukebox, Festplatte und Systemsoftware
  - Scanner-Steuerung
    - Papierbelegerfassung
  - API-Schnittstelle
    - Anbindung PPS, Warenwirtschaft
    - Mail
    - Workflow
  - Recherche
    - nach einem Vorgang mit allen dazugehörigen Dokumenten
    - keine Suche in verschiedenen Datenbanken
    - Bearbeitung eines kompletten Vorganges



### Neuer Ablauf



### Folgende Arbeiten entfallen damit

Einsortieren der Aufträge in  
Kundenmappe  
Allgemeine Ablage

Einsortieren der Auftragsbestätigungen

Einsortierung der Lieferscheine

Einsortierung der Rechnungen

**Es entfallen  
alle Suchfunktionen**

### Kosten-Nutzen-Rechnung

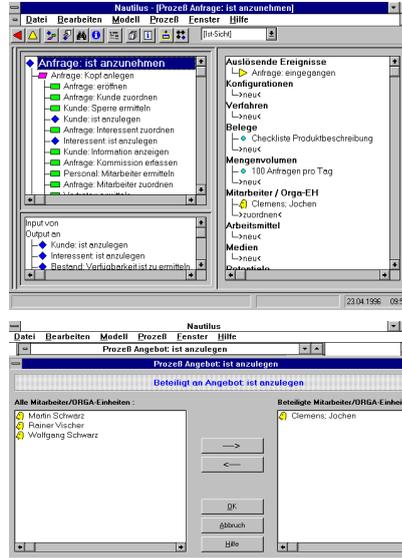
- |                                |            |                                |                   |
|--------------------------------|------------|--------------------------------|-------------------|
| • Ablagekosten bisher          |            | • Scannen und Verschlagwortung |                   |
| • 65000 Aufträge einsortieren  |            | • Verkauf                      | 70 Stden          |
| – zu Kundenakten               |            |                                |                   |
| – in allg. Ablage              |            | • Einkauf                      | 66 Stden          |
| – aussortieren von Kundenakten |            | • Sonstige Dokumente           | 50 Stden          |
|                                | 1500 Stden |                                |                   |
| • Verkauf                      |            |                                |                   |
| – Recherchen in Zentralablage  |            |                                |                   |
| – Recherchen in Buchhaltung    |            | Systemkosten incl.             |                   |
| – Ablage von Lieferscheinen    |            | Schulung                       |                   |
| – Rückfragen                   |            | Einführung                     | ca.: 200.000.- DM |
|                                | 1000 Stden |                                |                   |
| • Einkauf                      | 1500 Stden |                                |                   |
| • Buchhaltung                  |            |                                |                   |
|                                | 1200 Stden |                                |                   |

### Technische Möglichkeiten zur Gestaltung von Geschäftsprozessen Workflow

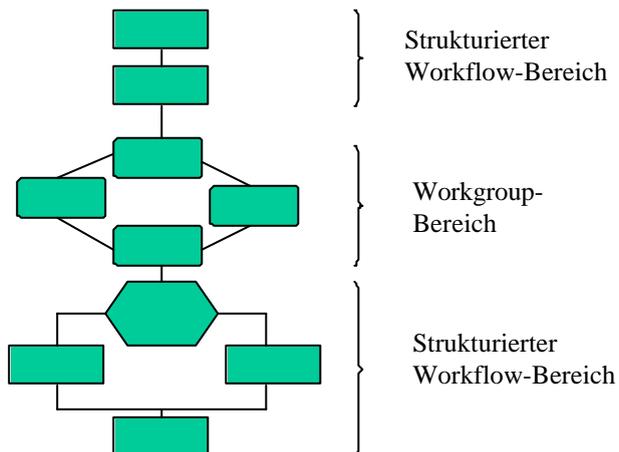
- Aufbau eines Workflow-Systems
  - Analyse- und Planung
  - Systemsteuerung
  - Vorgangsbearbeitung
  - Systemadministration
- Abgrenzung von Systemen
  - Office-Pakete
  - Workgroup-Systeme
  - Workflow-Systeme
- Workflow-Produkte
  - cosa-Solutions
- Einsatz eines Workflow-Systems in einer Werkzeugfertigung
  - Unterstützung der Angebotsbearbeitung
  - Unterstützung der Fertigungsorganisation
  - Auslösen der Fakturierung

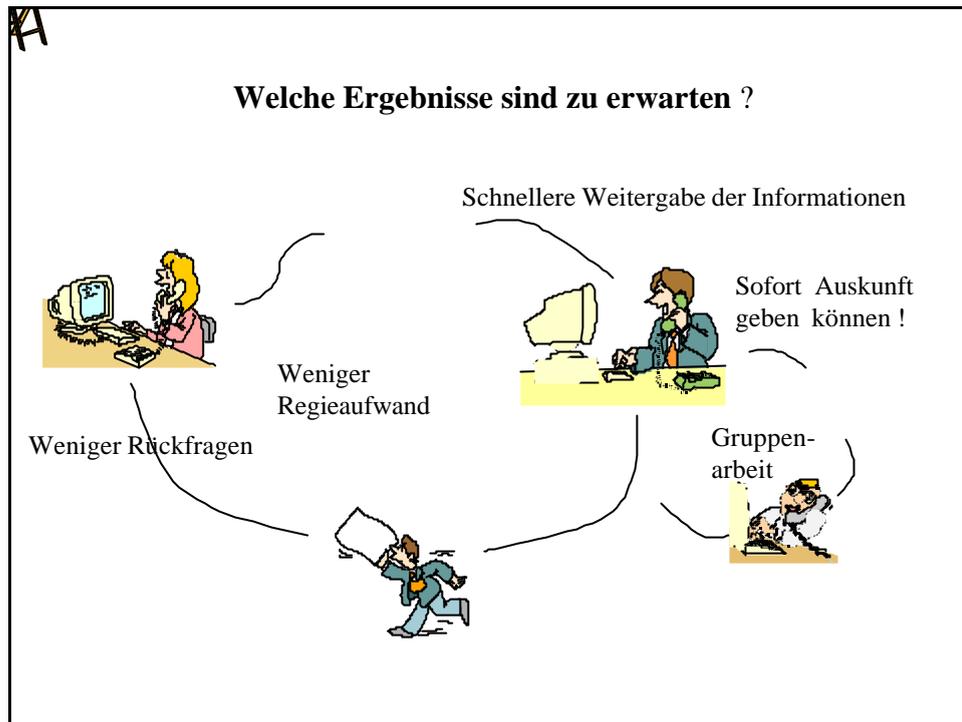
# Analyse von Geschäftsprozessen

- Erfassung des Istzustandes
- Zuordnung der Mitarbeiter
- Gestaltung des Sollablaufes
- Erfassen der Verbesserungsmöglichkeiten
- Erstellen von Maßnahmen zur Realisierung
- Organisation von Geschäftsprozessen
- Einbindung von Archivierungssystemen
- Gestaltung von Workflow-Systemen
- Organisationshandbuch
- Stellenbeschreibungen



## Abgrenzung und Flexibilisierung von Workflow-Systemen

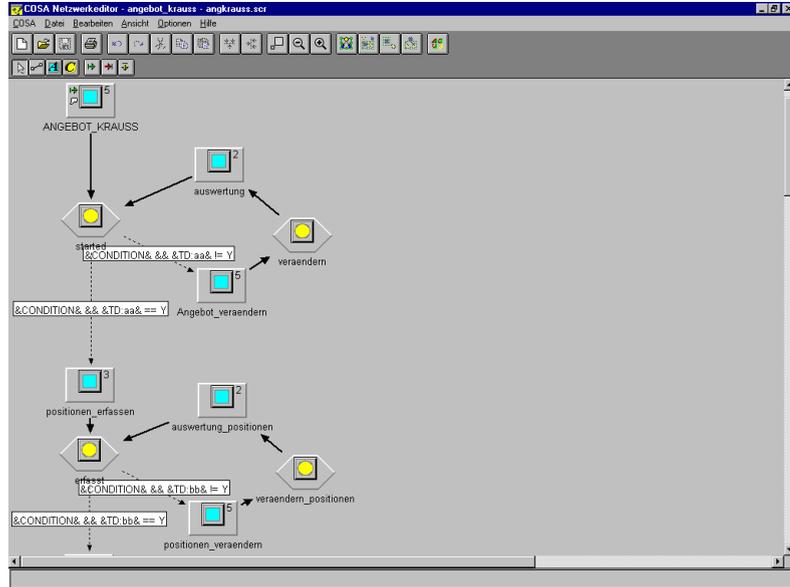




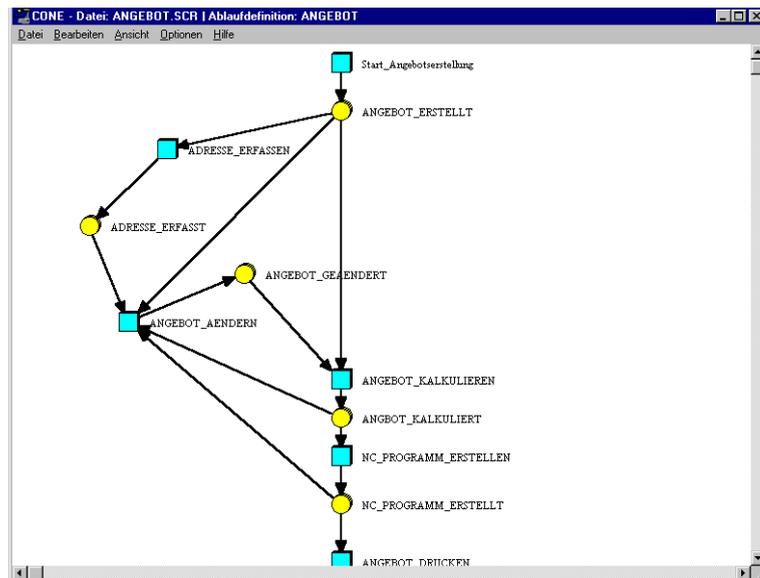
### **Organisatorische Möglichkeiten zur Optimierung von Geschäftsprozessen**

- Organisatorische Möglichkeiten in
  - Angebotsbearbeitung
  - Auftragsbearbeitung
  - Fertigungsauftragsverwaltung,
  - Steuerung von Fertigungsgruppen
  - Einkauf
  - Kalkulation

# Cosa- workflow



# Cosa- workflow



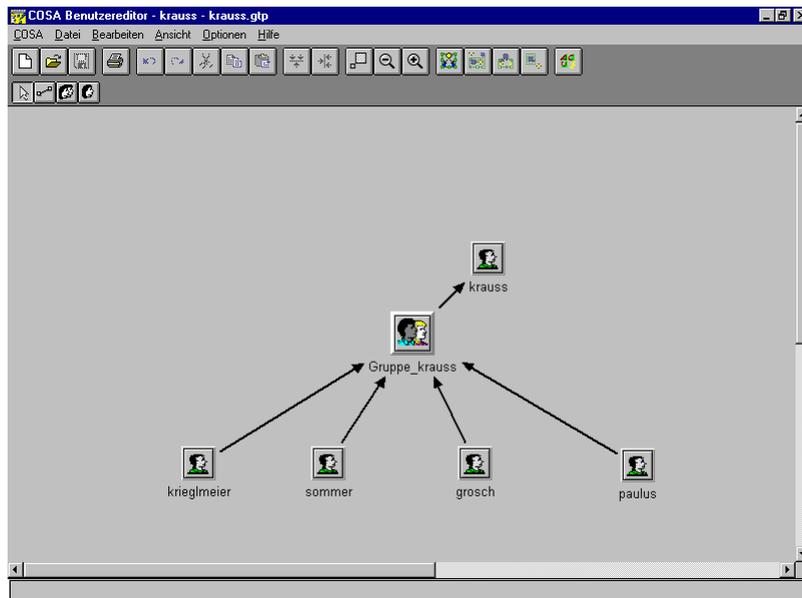
## Cosa- workflow

The screenshot shows the 'COSA Memobox - Übersicht' window. It features a menu bar with 'COSA', 'Memobox', 'Vorgang', 'Ablauf', 'Aktivität', 'Debug', 'Ansicht', 'Optionen', and 'Hilfe'. Below the menu is a toolbar with various icons. The main area is titled 'Aktivitäten des Sachbearbeiters:' and contains a table with the following data:

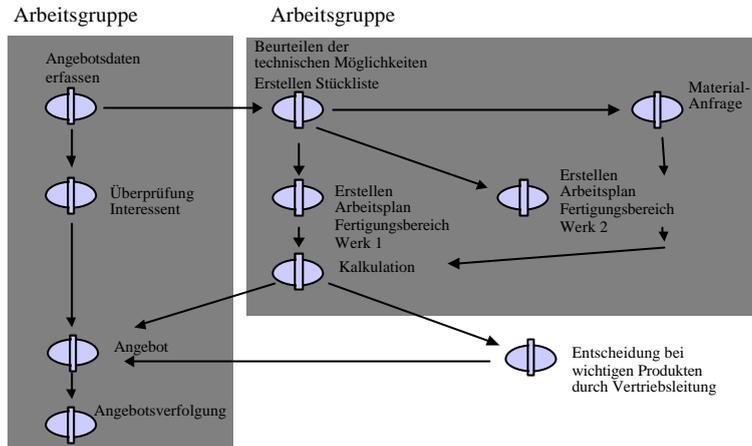
Vorgangsbez	Ablaufbezeichnung	Memotext	Ablaufdefinition	Absender	empfangen
test1	9800000129	Positionen verändern	angebot krauss	krieglmeier	07.03.98-10:35:4
test1	1000000000	Angebot verändern	angebot erstellen	krieglmeier	06.02.98-11:34:1

At the bottom of the window, a status bar displays: 'test1 : 1000000000 Vorgänge: 1 Abläufe: 2 Aktivitäten: 2 Krieglmeier Krieglmeier'.

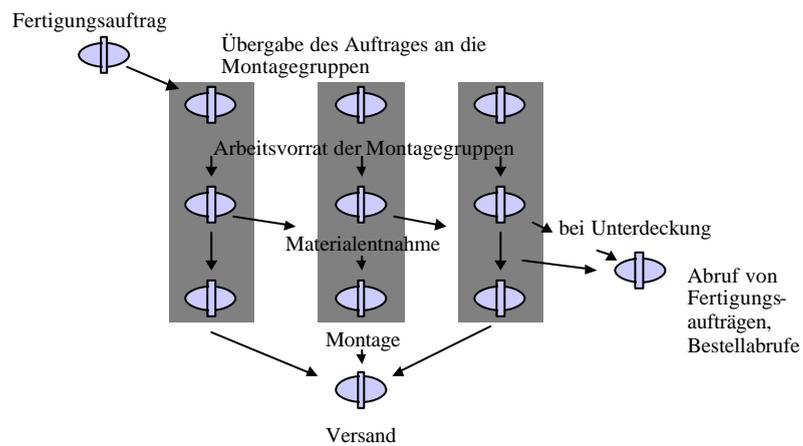
## Cosa- workflow

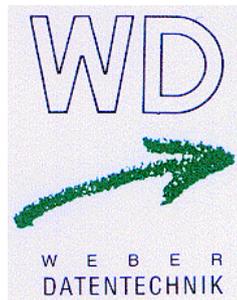


# Workflow Angebotskalkulation



# Workflow Montage-Versand





**Weber Datentechnik  
Gesellschaft für Systemberatung und Programmierung GmbH**

Karlsruher Straße 91  
D-75179 Pforzheim  
Tel.: 0 72 31 / 35 73 77  
Fax: 0 72 31 / 35 91 37

## 7 Ein Workflow-orientiertes Componentware-PPS-System auf Basis von Microsoft-Bausteinen

Jörg Dittrich, Marc Braun, Sybille Möhle

### 7.1 Überblick

Als Folge einer reduzierten Fertigungstiefe und dezentraler Organisationsstrukturen wird in vielen Unternehmen die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) entfeinert. Ausgeklügelte Planungssysteme sind für vereinfachte Fertigungsabläufe eher ungeeignet. Weiterhin fordern kleine und kleine mittelständische Unternehmen (KKMU) zunehmend Systeme, die überschaubar, robust und kostengünstig sowie leicht an betriebliche Gegebenheiten anzupassen sind.

Parallel dazu finden auf der Seite der Informationsverarbeitung (IV) neue Entwicklungen statt. Seit einiger Zeit schon gibt es programmierbare Softwaresysteme für den Office-Bereich. Die Hersteller entwickeln Standard-Schnittstellen, mit deren Hilfe man die Programme und damit auch ihre Elemente/Objekte koppeln kann, wie z. B. OLE (Object Linking and Embedding). Dies bildet die Basis für eine neue Idee in der Anwendungsentwicklung, den Componentware-Ansatz, der auf der Wiederverwendung von Software beruht.

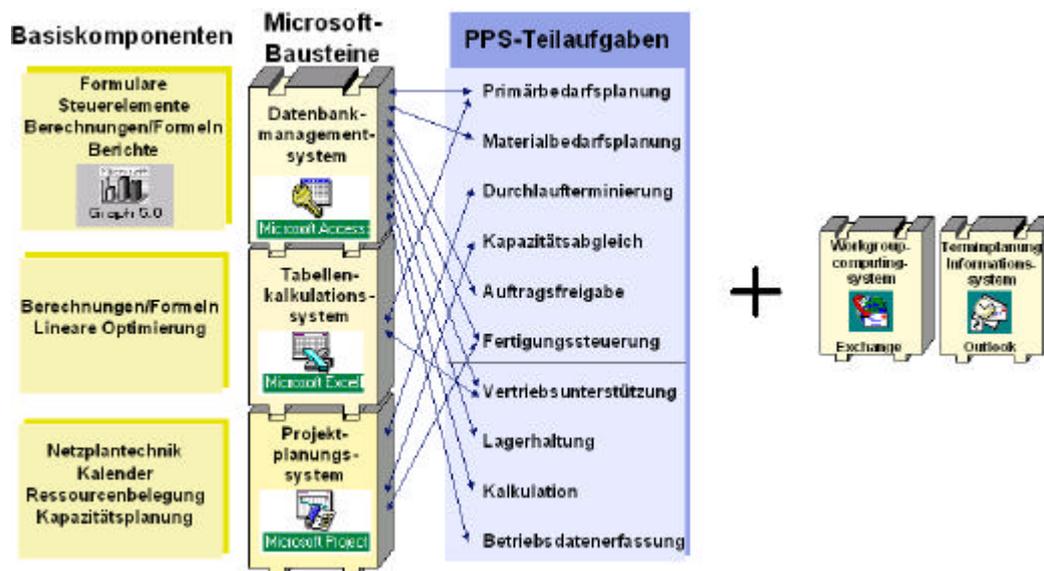


Abb. 7.1: Lösung der PPS-Teilaufgaben mit Microsoft-Bausteinen

Die AXIS information systems GmbH entwickelt zusammen mit dem Bayerischen Forschungszentrum für Wissensbasierte Systeme (FORWISS) integrierte betriebliche Anwendungssysteme aus vorgefertigten Softwarekomponenten. Mit OPTIONS 98 /PPS als Componentware-PPS-System (vormals "CW-PPS") entstand ein schlankes PPS-System, das alle wichtigen Teilaufgaben lösen kann (vgl. Abbildung 7.1). Die Zielgruppe sind vor allem KKMU. Außerdem ist dieses System geeignet für Unternehmen mit dezentralen Einheiten, sog. Product-Units oder Fertigungsinseln. Aber auch kleine Unternehmenseinheiten großer Betriebe und Konzerne können davon profitieren. Bei jungen Joint-

Ventures oder neugegründeten Unternehmen, deren Lebensdauer noch ungewiß ist, sind Einführungen großer Standardsoftware-Pakete unwirtschaftlich. Dies gilt auch für Unternehmensteile, deren Größe unterhalb einer kritischen Schwelle liegt.

Die Bausteine des Marktführers für PC-Standardsoftware, Microsoft, enthalten bestimmte Funktionen, die sich besonders gut für die PPS eignen (vgl. Abbildung 7.1). Es handelt sich um das Datenbankmanagementsystem Access, das Tabellenkalkulationssystem Excel, das Projektplanungssystem Project sowie das Grafikprogramm Graph und die Kommunikationswerkzeuge Outlook und Exchange. Diese Programme stellen außer den relevanten Kernaufgaben auch Komponenten zur Verfügung, die so erweiterbar sind, daß sie die Teilaufgaben der PPS lösen können: Die Lineare Programmierung aus Excel wird z. B. in der Primärbedarfsplanung eingesetzt, mit Hilfe des Access-Moduls "Berichte" kann sich der Anwender Arbeitspläne ausdrucken lassen, die Kapazitätsplanung aus Project läßt sich mit wenigen Änderungen für die Produktionsplanung verwenden. Für die grafische Anzeige von Verlaufswerten ist Graph geeignet, das mit Access ausgeliefert wird. Weiterhin können auf Basis von Project, Exchange und Outlook schlanke Workflows im Rahmen der PPS definiert und ausgeführt werden.

## **7.2 Die Componentware-Idee als Ansatz zur Anwendungssystementwicklung**

### **7.2.1 Der Bedarfsog – einfache, schlanke PPS-Systeme**

Wenn ein Unternehmen sein PPS-System und seine betriebsspezifischen Gegebenheiten aufeinander abstimmt, bieten sich hauptsächlich die folgenden beiden Alternativen an (vgl. auch Bommes 1996):

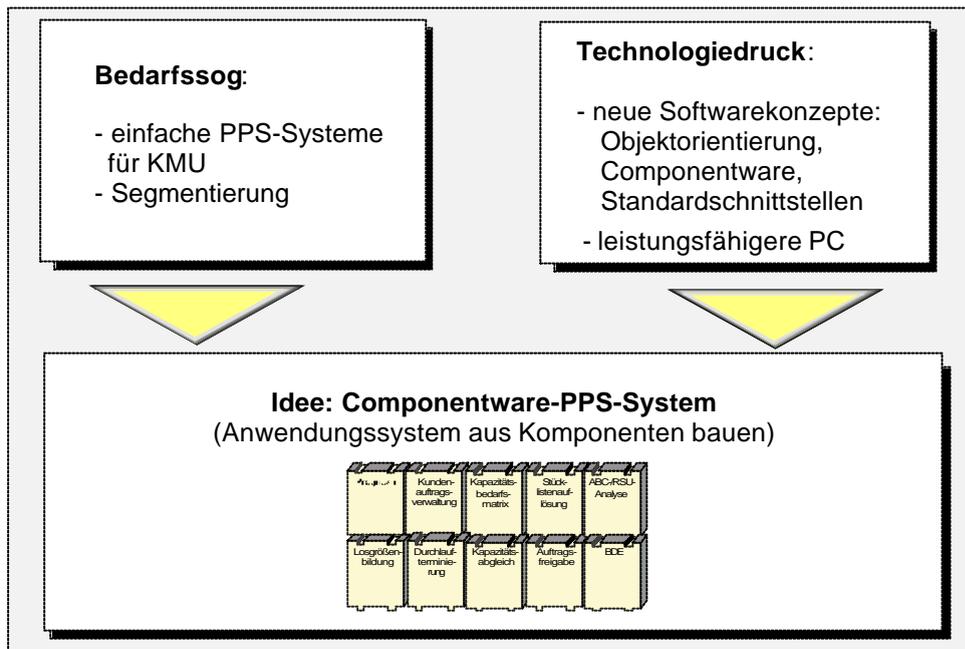
- Das Unternehmen richtet seine Organisation nach einem parametrierbaren Standard-PPS-System aus.
- Das Unternehmen entwickelt ein PPS-System speziell für seine Organisation (Individualsoftware).

Sowohl die maßgeschneiderte Individual- als auch die parametrierbare Standardsoftware als "Extremformen" integrierter Anwendungssysteme haben beträchtliche Nachteile:

Vielen Unternehmen gilt es als zu risikoreich und oft zu teuer, mit umfangreichen Parametersätzen zu experimentieren oder individuelle Komponenten an Standardsoftware anzubauen. Die Einführung und Anpassung von PPS-Systemen dauern teilweise ein bis drei Jahre, da zur Parametrierung und Konfiguration im Extremfall bis zu 8.000 Tabellen einzustellen sind (vgl. auch O.V. 1997). Die Faustregel "x DM Softwarekosten ziehen 5-10x DM Anpassungskosten nach sich" bestätigt sich in der Praxis leider allzu häufig. Vor allem KKMUs nutzen oft nur einen Bruchteil der angebotenen Funktionen. Andererseits sind die Implementierungszeiten von Individualsoftware lang und somit die Entwicklungskosten hoch.

Aus diesen Überlegungen folgt bereits: Es besteht zumal für KKMU oder kleinere Betriebseinheiten großer Unternehmen ein Bedarf an betriebstypischen, kostengünstigen PPS-Systemen, deren Einzelfunktionen und Funktionsgruppen sich bei Bedarf (z. B. für den dezentralen Einsatz in Fertigungssegmenten) als Komponenten aus dem Gesamtsystem herauslösen lassen. Deswegen fordern seit einiger Zeit immer mehr Unternehmen und Forschungseinrichtungen als Ausweg aus dieser

Situation einfache, preisgünstige PPS-Systeme, sog. "Lean PPS-Systeme" bzw. das "3-Liter-PPS" (vgl. auch O.V. 1997). Untersuchungen ergaben, daß von ca. 390 angebotenen PPS-Systemen nur ca. 80 für kleinere Unternehmen (mit ca. 50 Mitarbeitern) geeignet sind (vgl. auch O.V. 1997). Auch bei größeren Betrieben mit etwa 100 Mitarbeitern ist die Verbreitung von PPS-Systemen sehr niedrig. Die PPS-Aufgaben werden dort unter anderem von PC-basierten Projektmanagementsystemen zur Auftragsabwicklung oder von makroprogrammierten Tabellenkalkulationen (z. B. zur Materialwirtschaft) erfüllt.



**Abb. 7.2:** Gründe für den Einsatz von Componentware-Systemen

Auch der Wandel der Organisationsstrukturen in den Unternehmen stellt neue Anforderungen hinsichtlich Integration, Kooperation und Kommunikation an die IV-Struktur. Eine Dezentralisierung in den Unternehmensbereichen setzt eine Informationstechnologie voraus, die in der Lage ist, dort die Arbeitsergebnisse aller an einem Arbeitsprozeß beteiligten Stellen zu integrieren. Zentral und arbeitsteilig ausgerichtete IV-Systeme unterstützen dezentrale Organisationsstrukturen nur unzureichend (vgl. Möhle 1998).

Ein letztes Element des Bedarfssogs in diesem Zusammenhang ist die sog. "Best-Practice-" oder "Best-of-Breed-Philosophie". Statt auf monolithische Standardsoftware eines einzigen Herstellers zurückzugreifen, komponiert man seine Anwendung aus Bausteinen, die eine spezielle Teilfunktion besonders gut unterstützen, auch wenn sie von ganz unterschiedlichen Softwareproduzenten stammen.

### **7.2.2 Der Technologiedruck - neue Softwarekonzepte für Mittelwege zwischen Individual- und Standardsoftware**

Mit Hilfe von "Schrittmachertechnologien", wie dem Einsatz von Componentware, können granular aufgebaute, überschaubare PPS-Systeme an sich ändernde Strukturen in den Unternehmen angepaßt werden. Wesentlich sind hierbei Eigenschaften wie Flexibilität, Wiederverwendbarkeit oder Plattformunabhängigkeit. Man kann also insofern von einem Technologiedruck sprechen.

Aus funktionaler Sicht ist branchenorientierte oder betriebstyporientierte Standardsoftware die "Methode der Wahl" (vgl. Mertens 1996). Betriebe der gleichen Branche haben oft weitgehend ähnliche Datengrundlagen, Funktionen und Prozesse. Neben standardisierten Funktionen gibt es auch solche, die häufig in bestimmten Branchen vorkommen. Zwar kann man wohl nie eine ganz eindeutige Zuordnung einzelner Funktionen zu Branchen vornehmen, je doch ist es wahrscheinlich, eine höhere Abdeckung der Software in bezug auf die benötigten Funktionalitäten zu erreichen als bei universeller Standardsoftware.

### **7.3 Componentware**

Mit Componentware zeichnet sich ein Mittelweg ab, der die jeweiligen Vorteile von Standardsoftware und Individualprogrammierung verbindet und gleichzeitig die Nachteile ausschließt (vgl. auch Huttenloher 1996). Die Grundgedanken der Componentware sind die Wiederverwendung von bestehendem Code und die relativ leichte Erweiterbarkeit von Basisfunktionalitäten. Mehrere erweiterte Komponenten lassen sich zu einem kompletten Anwendungssystem zusammenfügen. Die einzelnen Elemente können sich dabei auf getrennten Rechnern oder sogar in anderen Netzwerken befinden (vgl. auch Saleck 1997).

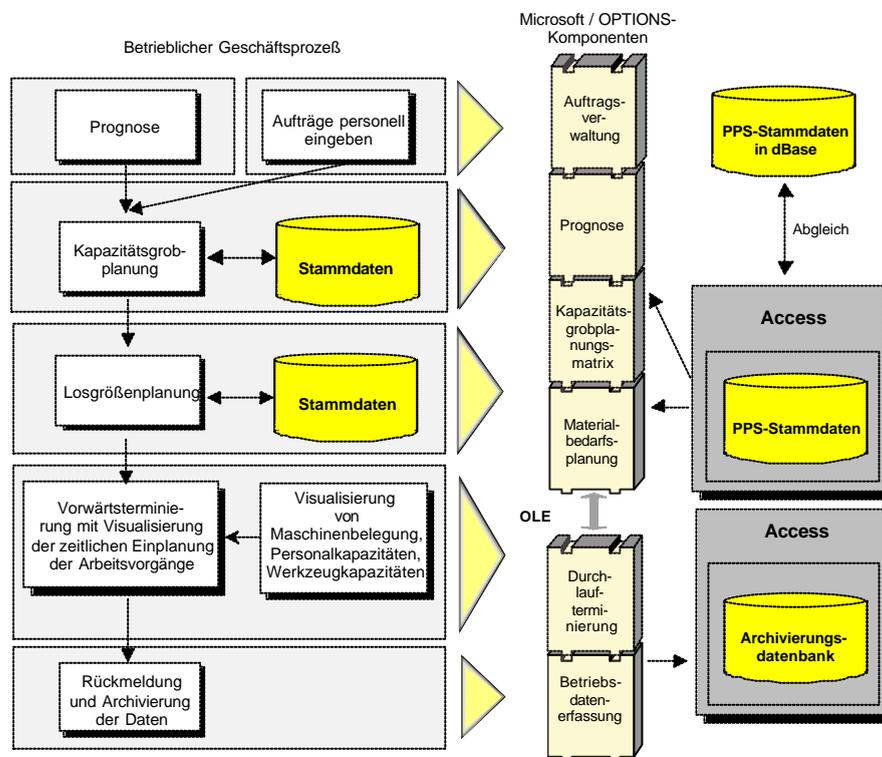
Für die Entwicklung von OPTIONS 98 /PPS war maßgeblich, daß Bausteine als wiederverwendbare Funktionalitäten im Rahmen einer anwendungsspezifischen Umgebung existieren, die mit Hilfe einer Skript- oder Programmiersprache so erweitert werden, daß sie die gewünschte Aufgabe lösen. Die Office-Suite von Microsoft bietet eine Reihe von Objekten und Funktionen, aus denen Anwendungsprogramme nach dem "Lego"-Prinzip zusammengebaut werden können. Die Programmiersprachen Access- und Visual-Basic dienen dem Erweitern der Komponenten, um die PPS-Aufgaben zu lösen, sowie dem Anpassen an branchen- und betriebstypspezifische Gegebenheiten.

Das Ziel des Componentware-Ansatzes ist, daß der Anwender die verschiedenen Komponenten frei kombinieren und austauschen kann. Sie sollen einfach zu nutzen und zu verteilen sein. Voraussetzung dafür sind standardisierte Schnittstellen, welche die Elemente miteinander verbinden, einen Datenaustausch vornehmen und über die eine Komponente ihre Funktionen anbietet.

### **7.4 Konzeptionelle Schwerpunkte der OPTIONS 98 /PPS-Komponententechnologie**

Die Implementierung eines workflow-orientierten PPS-Systems mit Hilfe von Componentware bietet zahlreiche Vorteile:

1. **Leichte Anpassung der Standardsoftware an unternehmensspezifische Geschäftsprozesse durch variable Zusammenstellung feingranularer betriebswirtschaftlicher Software-Komponenten anstelle einer aufwendigen Parameterierung des Systems.** Feingranulare Komponenten erlauben es, Geschäftsprozesse präzise abzubilden, sie zeitnah und kostengünstig zu rekonfigurieren und unnötige Funktionen von vornherein vom Gesamtsystem fernzuhalten (vgl. Abbildung 7.3). Dies gelingt bei herkömmlicher parametrierbarer Standardsoftware nur bedingt. Dort wird im Regelfall ein zwar sehr funktionsreiches, jedoch monolithisch aufgebautes Gesamtsystem schrittweise auf die benötigte Funktionalität "zurückgestutzt". Problematisch bleiben bei diesem Ansatz zum einen die hohen Kosten, die beim Kunden für die Eliminierung der nicht benötigten Funktionen entstehen.



**Abb. 7.3:** Beispiel für die flexible Zusammenstellung der Komponenten entlang eines Geschäftsprozesses (vgl. Möhle 1998)

Zum anderen erschweren große Standard-Softwaresysteme die Erweiterung/Verfeinerung der Geschäftsprozesse durch unternehmensspezifische Funktionen. Da unternehmensspezifische Änderungen nicht in den Systemstandard übergehen, treten oftmals unlösbare Probleme bei Versionswechseln auf. Die Vorteile einer Komponentenarchitektur sind dort am größten, wo sich Geschäftsprozesse schnell und oft ändern. Im Gegensatz zu großintegrierten Standardsoftware-Paketen, bei deren Rekonfiguration stets erneut alle Parameterabhängigkeiten durchdacht werden müssen, gilt es bei Componentware-Systemen wie OPTIONS 98 /PPS primär die Schnittstellen der einzelnen Bausteine geeignet zu kombinieren, was aufgrund des geringeren Integrationsgrades und der reduzierten Parameterinterdependenzen die Komplexität deutlich reduziert.

2. **Verbesserung der Termintreue und Vorgangstransparenz durch Ergänzung der PPS um schlanke Workflows.** Zur Wahrung dieser beiden Ziele ist es nicht ausreichend, die Benutzer mit umfangreichen und vielseitigen PPS-Funktionen zu versorgen. Vielmehr benötigt man neben der "vertikalen" funktionsbezogenen Durchdringung eines Geschäftsprozesses auch eine "horizontale" Unterstützung, indem ein Workflow-Management-System die wichtigsten anwendungssystemübergreifenden "Meilensteine" der PPS (von der Auftragserfassung bis hin zur Werkstattsteuerung) je Auftrag oder Planungsprozeß steuert und koordiniert.

Anstelle eines aufwendigen Modellierungstools wird MS Project eingesetzt, um Workflows zu modellieren (siehe Abbildung 7.4). Erfahrungen zeigen, daß Workflow-Schritte, die ein Benutzer ausführt, abstrakter zu modellieren sind als solche, die vollständig von Anwendungssystemen bearbeitet werden. Das Prozeßmikroverständnis (z. B. "Wie kalkuliert man ein bestimmtes Angebot?") von menschlichen Bearbeitern ist in einer Organisation besser ausgeprägt als das Prozeßmakroverständnis (z. B. "Welche Prozeßschritte müssen vor der Kalkulation ablaufen?"). Das bedeutet, den Abstraktionsgrad zielgerichtet entsprechend dem Endprodukt von Prozeßschritten (z. B. das Dokument "Einzelteilkalkulation" im Prozeßschritt "Einzelteilkalkulation erstellen") relativ hoch zu wählen. Im Workflow-Modell wird der "herzustellende" Sachverhalt in der Workflow-Anweisung genannt, wohingegen der Weg, wie der Sachverhalt entstehen soll, verborgen bleibt. Dafür spricht auch, daß die Problemlösung innerhalb eines Prozeßschrittes in vielen Fällen ohnehin in vorhandenen Anwendungssystemen vorgezeichnet ist, da diese "Arbeitspläne" vorhalten (z. B. im Kalkulationsprogramm hinterlegtes Vorkalkulationsschema) oder aber Bearbeitern vorbehalten bleibt, die z. B. einen geschätzten Vorkalkulationswert durch Erfahrungswissen bei starkem Termindruck in ein entsprechendes Formular eintragen. Letztlich werden also lediglich Meilensteine definiert, die helfen, die Komplexität niedrig zu halten und den Benutzern möglichst viele Freiheitsgrade beim Abarbeiten der Workflow-Schritte zu geben (Unterstützung sog. Ad-hoc-Workflows innerhalb eines Workflows). Als Ergebnis läßt sich festhalten, daß das Zielobjekt einer Workflow-Aktivität i. d. R. ein Informationsobjekt, d. h. z. B. ein Dokument oder ein formatiertes Datum, ist. Demzufolge sind Verrichtungsobjekte der Workflow-Aktivitäten Methoden, die auf Informationsobjekte angewandt werden können (z. B. Erstellen, Modifizieren, Recherchieren, Transformieren, Weiterleiten/Versenden, Ablegen). Es wird also bewußt auf die explizite und vollständige Modellierung aller möglichen Ablaufschritte verzichtet und nur solche betrieblichen Aufgaben werden berücksichtigt, die Dokumente oder Daten generieren.

Wie Abbildung 7.4 weiterhin zeigt, ermöglicht MS Project auch ein Workflow-Monitoring. Dazu meldet die Exchange-Komponente jeweils den Vorgangsfortschritt über die Access- und OPTIONS-Workflow-Komponente an die Project-Komponente. Die OPTIONS-Workflow-Komponente speichert darüber hinaus das dem Workflow zugrundeliegende Workflow-Modell in der zugrundeliegenden Access-Datenbasis. Auch werden mittels der Access-Komponente alle workflowrelevanten Dokumente archiviert und verwaltet.

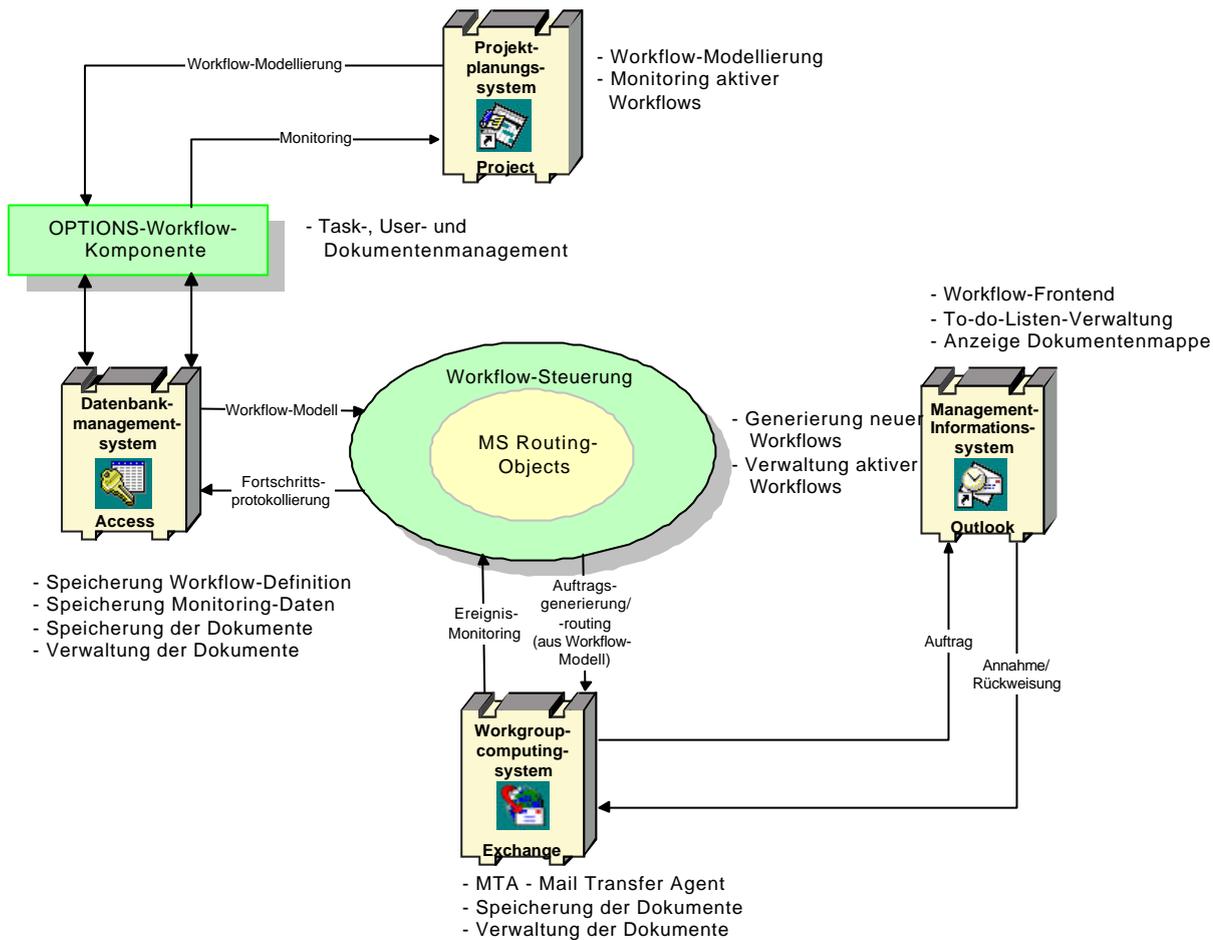
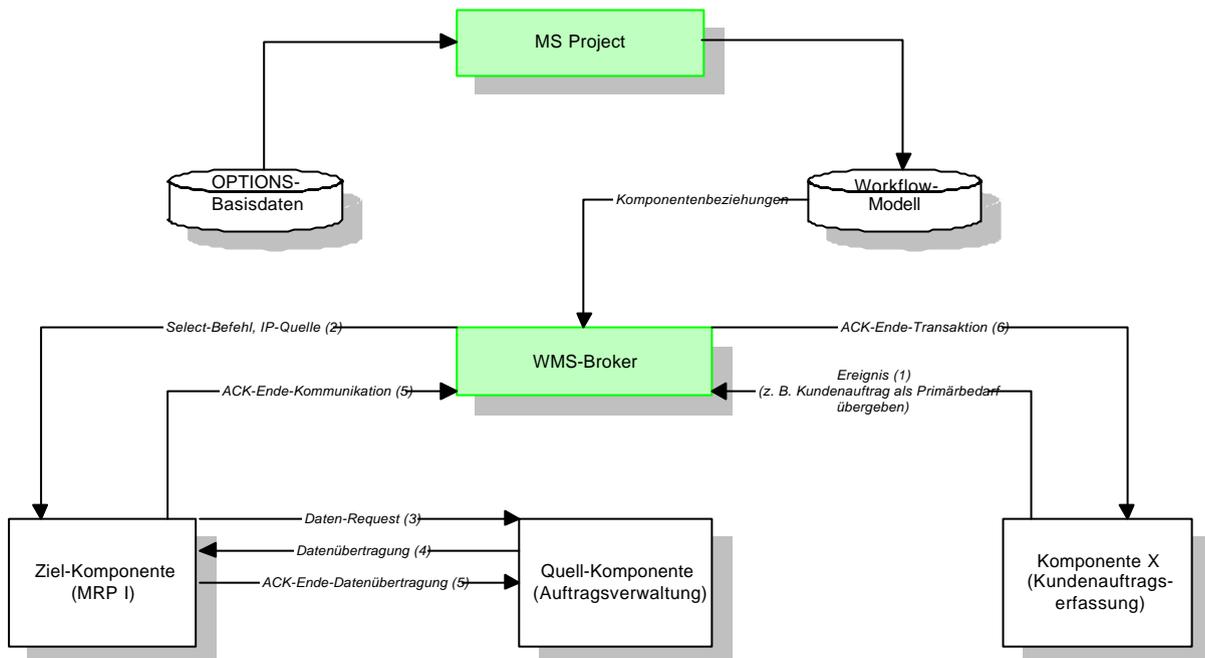


Abb. 7.4: Workflow-Management mit Microsoft-Bausteinen

Kern des Workflow-Systems ist die auf MS Exchange aufsetzende Workflow-Engine (vgl. Workflow-Steuerung auf Basis der MS Routing Objects in Abbildung 7.4). Ihre Aufgabe besteht in der Entgegennahme eingehender E-Mails, deren Zuordnung zu einem existierenden Workflow bzw. Generierung eines neuen Workflows, der Ermittlung eines oder mehrerer nachfolgender Arbeitsschritte, deren Bearbeiter und der benötigten Dokumente und schließlich dem Versenden der Dokumente an die entsprechenden Bearbeiter sowie der Fortschrittsprotokollierung. Die Benachrichtigung der Workflow-Engine über eingehende E-Mails sowie auch das Dokumentenmanagement werden durch die MS Exchange-Komponente abgedeckt. In der Ausführungsphase wird MS Outlook als Workflow-Frontend zur Entgegennahme, Bearbeitung und Weiterleitung der Arbeitsaufträge und der zugehörigen Dokumentenmappen verwendet.

3. **Workflow-Management als Rückgrat der Anwendungssysteme.** Durch ein übergeordnetes Workflow-Management-System lassen sich komponentenbasierte Anwendungssysteme integrieren. Die zentrale Verwaltung der IV-Funktionssequenzen unterliegt einem sog. Workflow-Management-System-Broker (WMS-Broker). Nach erfolgreicher Durchführung der Modellierung in MS Project

vervollständigt man die jeweiligen Workflow-Schritte mit den sie implementierenden Softwarekomponenten. Die Aufrufbeziehungen der IV-Funktionen sowie die Datenversorgung der Komponenten sind zentral in einem sogenannten WMS-Broker abgelegt (vgl. Abbildung 7.5). Auf diese Art werden die oft komplizierten und damit fehleranfälligen Integrationsbeziehungen aus der Anwendungssoftware in eine übergeordnete steuernde Komponente verlagert.



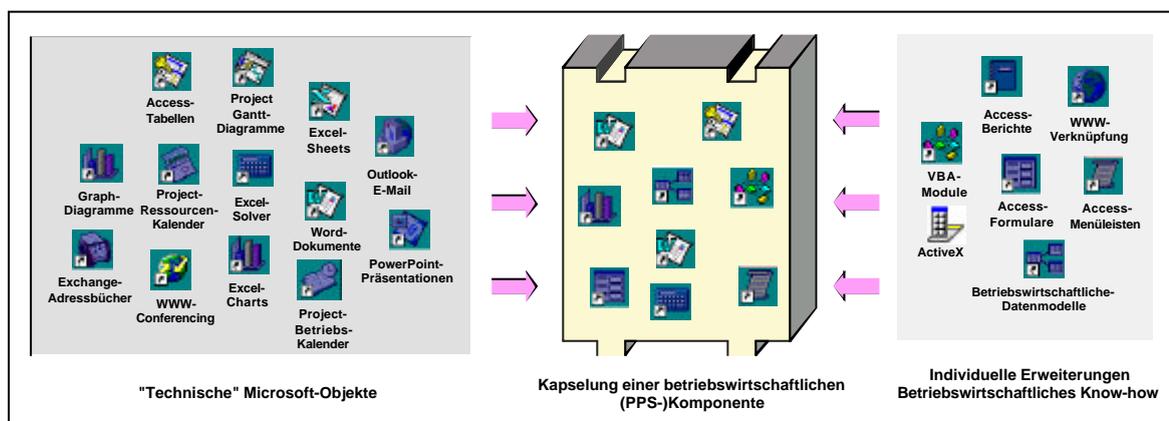
**Abb. 7.5:** Unterstützung des Datenflusses zwischen Komponenten durch einen WMS-Broker

Will z. B. die Komponente Kundenauftrags erfassung der MRP-Planung einen Bedarf übergeben, so generiert sie lediglich ein Ereignis, das der WMS-Broker verwendet, um alle notwendigen Folgeaktionen (z. B. Statusfortschreibungen) zu triggern. Der Broker selbst hat das alleinige Wissen darüber, wo (d. h. auf welchem Server) sich die benötigten Software-Komponenten befinden, in welcher Reihenfolge sie aufgerufen werden und mit welchen Daten sie zu versorgen sind. Die Komponenten enthalten lediglich den Programmcode, den sie zur Durchführung der jeweiligen betriebswirtschaftlichen Aufgabenstellung benötigen.

4. **PPS-Komponenten setzen auf Microsoft-Bausteinen auf.** Der Einarbeitungsaufwand und die Softwarekosten können damit auf einem niedrigen Niveau gehalten werden. Durch die nahtlose Integration von MS Excel, MS Word, MS Graph, MS Project, MS Outlook, MS Exchange und MS Access mit den eigenentwickelten PPS-Komponenten gelingt es, das PPS-System in die gewohnte PC-Umgebung einzugliedern, dadurch sinkt der Einarbeitungsaufwand. Beispielsweise erfolgt die Auftragsterminierung über MS Project. Man kann dort wie gewohnt Aufträge und Arbeitsgänge verschieben und Kapazitäten abgleichen. Auch Dokumente werden zunächst über eine Schnittstelle in das MS Word-Format überführt. Anschließend kann man diese Datei beliebig formatieren und sie danach z. B. als Mail-Attachment über MS Outlook an den zuständigen Sachbearbeiter weiterleiten.

Die umfassende Integration der Office-Produkte von Microsoft hat auch Kostenvorteile. Viele komplexe Funktionen mußte man nicht neu entwickeln, sondern konnte sie aus verschiedenen Office-Bausteinen übernehmen. Nur solche PPS-Funktionen, die nicht oder nur teilweise in Microsoft-Produkten enthalten sind, müssen eigenentwickelte Komponenten abdecken.

5. **Komponentenbildung nach betriebswirtschaftlichen Kriterien.** Unternehmensfunktionen und Optimierungsalgorithmen werden separat verfügbar/einsetzbar. Die Software-Komponenten werden nach betriebswirtschaftlichen Funktionsanforderungen modelliert. Durch die Dekomposition und Abstraktion betrieblicher PPS-Aufgaben gelang es, isolierbare Unternehmensfunktionen und Optimierungsalgorithmen nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu identifizieren und separat verfügbar zu machen (vgl. Abbildung 7.6). Bei herkömmlicher modular aufgebauter PPS-Software sind die lauffähigen Teilsysteme für sich gesehen sehr komplex, so daß sich "Überfunktionalitäten" nicht vermeiden lassen. Üblicherweise bietet man Module z. B. für Einkauf, Materialwirtschaft oder Lagerhaltung an. OPTIONS 98 /PPS verfügt hingegen über eine sehr viel feinere Granularität. So sind beispielsweise im Einkaufsbereich separate Komponenten für Lieferantenstammdatenverwaltung, Bestellabwicklung, Lieferantenbewertung und -auswahl, Anfrage- und Angebotsbearbeitung sowie Bestellmonitoring vorhanden.



**Abb. 7.6:** Integration von Microsoft-Funktionen/Bausteinen in OPTIONS-Komponenten

6. **Kern-Schale-Architektur bildet die Grundlage für die flexible Konfiguration aus gewählter Komponenten als Schale um einen Kern.** Damit OPTIONS 98 /PPS leicht erweiterbar bleibt, wurde eine flexible Kern-Schale-Architektur entwickelt. Grundsätzlich kann zwischen einem technischen Kern, der weitgehend PPS-unabhängig ist und PPS-Schalen unterschieden werden (vgl. Abbildung 7.7). Die verschiedenen PPS-spezifischen Schalen enthalten solche Funktionen, die für mehrere Komponenten relevant sind (z. B. Datumsumrechnungen oder Schichtplaner). Die

betriebswirtschaftlichen Komponenten setzen je nach Funktionsbedarf auf verschiedenen Ebenen auf und nutzen die Funktionen der darunterliegenden Schalen. Man erkennt recht gut, wie einfach es ist, mit dieser Architektur unabhängig lauffähige Komponenten zu erzeugen. Dazu ist es notwendig, daß eine betriebswirtschaftliche Komponente auf die Schalenfunktionen zugreifen kann. Beides zusammen zu einem Software-Paket aggregiert, ist separat lauffähig und in sich gekapselt.

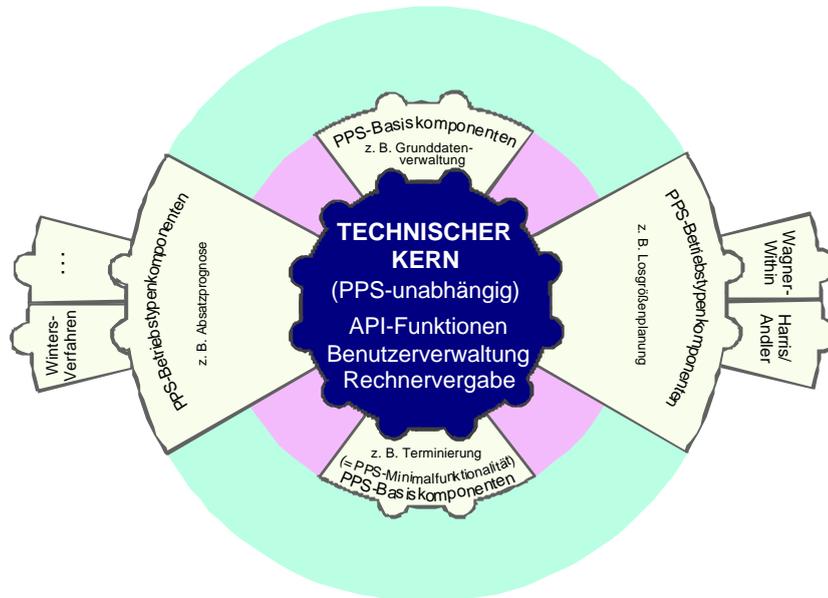
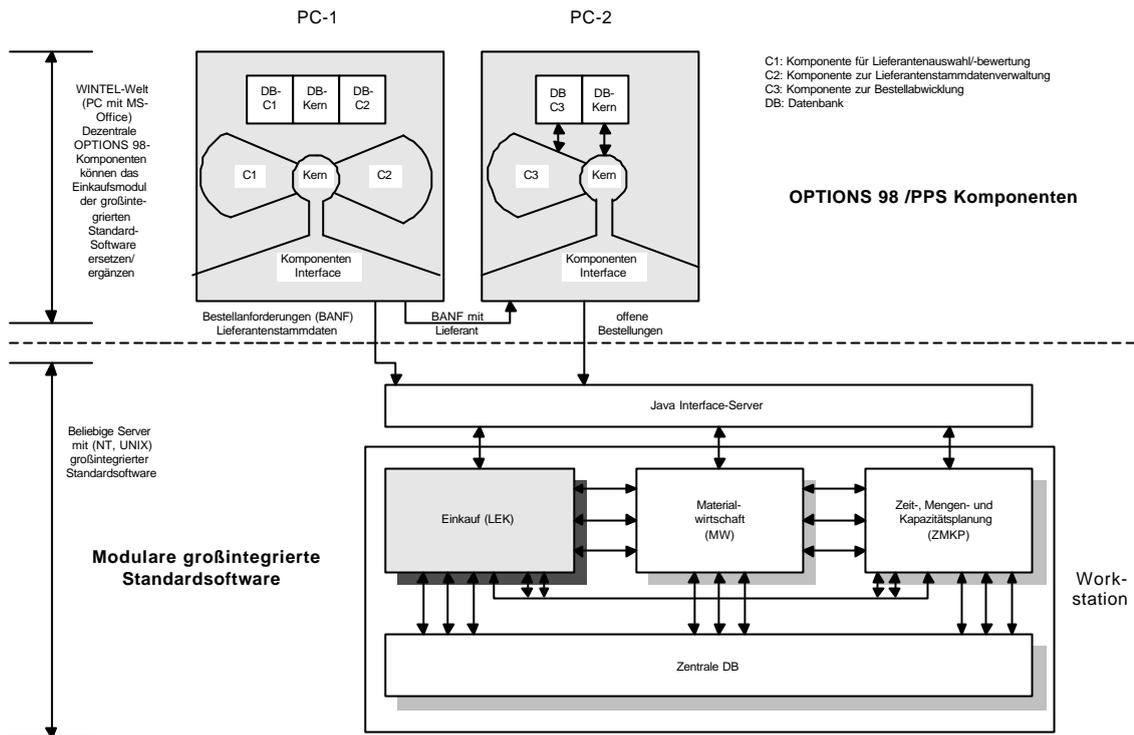


Abb. 7.7: Kern-Schale-Architektur (vgl. Braun 1998)

- Verteilung einzelner Komponenten des Gesamtsystems mit integrierten Schnittstellen zu datenliefernden Großsystemen, etwa SAP R/3 oder Baan IV (Satelliten-Komponenten).** Componentware kann somit als Add-On zu großintegrierter Standardsoftware betrachtet werden. Diejenigen Software-Komponenten, die separat lauffähig sind, können jederzeit auch selbständig dezentral auf einem eigenen PC betrieben werden. Beispielsweise sollen für einzelne, dezentral agierende Einkäufer spezielle Komponenten existieren, welche die Bestellabwicklung und Lieferantenauswahl zwar getrennt abwickeln, die zugrundeliegenden Daten müssen dazu jedoch mit dem firmeneigenen Großsystem (z. B. SAP R/3) abgeglichen sein und fortlaufend aktualisiert werden.



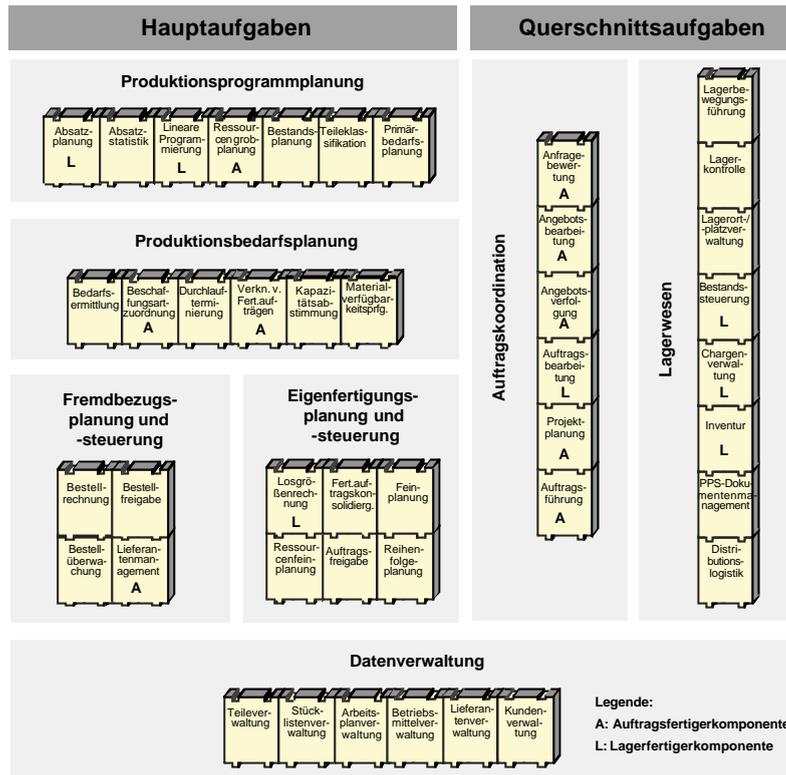
**Abb. 7.8:** Dezentraler Einsatz von OPTIONS 98 / PPS-Komponenten. Einzelne Module großintegrierter Standardsoftware-Pakete können ergänzt und/oder ersetzt werden.

Die Architektur von OPTIONS 98 / PPS sieht dafür systemunabhängige generische Schnittstellen in den Komponenten selbst vor, die eine Daten-/Dokument-Versionsverwaltung enthalten, so daß jederzeit ersichtlich ist, welche Daten wann und von welchem "versorgenden" System gezogen wurden, in welchem Status sie sich gerade in der Komponenten-Datenbank befinden und wann neue Daten übertragen werden sollen. Jede dezentral eingesetzte Komponente verfügt über eine solche Schnittstelle. Neben der Versionsverwaltung ermöglicht es die beschriebene Schnittstellentechnologie einer Komponente (z. B. der Bestellabwicklung), für unterschiedliche Dokument- oder Datenarten auch mit mehreren angekoppelten Systemen zu kommunizieren. So kann man sich beispielsweise vorstellen, daß sich die dezentral auf einem PC installierte Komponente Bestellabwicklung die Bestellanforderungen als Daten aus einem zentralen R/3-System "zieht" und zum einen die generierten Bestellungen als Dokument an das Großsystem zurückmeldet (vgl. Abbildung 7.8), zum anderen jedoch noch ein zweites System zu Auswertungszwecken damit versorgt.

8. **Schrittweise Einführung sowie schrittweise funktionale Erweiterung der Software (ohne schwerwiegende Eingriffe in das bestehende Produktivsystem durch die Komponententechnologie).** Gleichzeitig erleichtert sie die unabhängige Versionspflege der einzelnen Softwarebausteine. Solange die Schnittstellen unverändert bleiben, erlaubt es ein komponentenbasierter Ansatz, verschiedene Versionen unterschiedlicher Komponenten zu "mischen" bzw. zu koppeln. Die Hersteller integrierter monolithischer Großsysteme haben hingegen gerade erst damit

begonnen, aus ihrer komplexen Software erste größere Bausteine zu isolieren, die dann einer unabhängigen Versionspflege unterliegen können. Feingranulare Software-Komponenten ermöglichen es neben der unabhängigen Versionspflege auch, nachträglich neue Funktionen, unter Beibehaltung des bereits produktiv eingesetzten "Running Systems", hinzuzufügen, ohne daß umfangreiche Änderungen an bestehenden Komponenten erforderlich sind.

9. **Implementierung eines Lean-PPS-Systems ("3-Liter-PPS") durch unternehmensspezifische Zusammenstellung der benötigten Funktionalität (Bottom-Up-Konfiguration) statt unternehmensspezifischer Eingrenzung der benötigten Funktionalität (Top-Down-Parametrierung).** Wie bereits unter Punkt 1 angesprochen, wird bei herkömmlichen Standard-PPS-Systemen meist ein Top-down-Ansatz zum Customizing gewählt, bei dem man die Gesamtfunktionalität des Systems auf das vom Unternehmen benötigte Maß reduziert. Anders das Bottom-up-Vorgehen bei Componentware-Systemen, wie OPTIONS 98 /PPS: Mit Hilfe eines speziell entwickelten Konfigurators lassen sich die einzelnen Komponenten schrittweise zu einem Gesamtsystem zusammenstellen, wobei von vornherein nur die Funktionen Berücksichtigung finden, die in den realen Geschäftsprozessen eingesetzt werden.
  
10. **Wissenschaftliche Fundierung der Komponentenerlegung durch Orientierung am Aachener-PPS-Modell.** Die Qualität der betriebswirtschaftlichen Komponenten hängt insbesondere davon ab, welche Planungsaufgaben dort zusammengefaßt werden und wie sich diese möglichst allgemeingültig in Software-Funktionen übertragen lassen. Das Ziel der Modellierung ist es, die gleichen Komponenten in möglichst vielen unterschiedlichen Geschäftsprozessen einsetzen zu können, um auf diese Art und Weise Systemparameter durch eine geeignete Komponentenbildung zu ersetzen. Das Aachener-PPS-Modell hat sich als De-facto-Standard im Bereich der PPS-Modellierung etabliert und ist in ein Aufgaben-, ein Prozeß- und ein Funktionsmodell untergliedert (vgl. Schotten 1998). Damit ist es hervorragend als theoretischer Leitfaden zur Komponentenmodellierung geeignet (vgl. Abbildung 7.9).



**Abb. 7.9:** Komponenten des Aachener-PPS-Modells

Weiterhin bildet es die Basis für die betriebstypologische Modellierung von PPS-Komponenten in einem Kooperationsprojekt zwischen dem FORWISS und dem Forschungsinstitut für Rationalisierung der RWTH Aachen (vgl. Braun 1998).

## 7.5 Literatur

- [Bommes 1996] Bommes, W., Realisierung einer modernen, zukunftsorientierten Informationstechnologie in einem mittelständischen Maschinenbauunternehmen, Proceeding zur Konferenz "Data Warehousing", Linz 1996.
- [Braun 1998] Braun, M., Betriebstypologische Modellierung von Produktionsplanungs- und -steuerungssystemen mit Componentware, in: Roitmayr, F. (Hrsg.), 4. Internationales Doktorandensymposium Wirtschaftsinformatik 1997, Schriftenreihe der Österreichischen Computer-Gesellschaft, Wien 1998, S. 97-113.
- [Huttenloher 1996] Huttenloher, R., Intelligenter Klebstoff, Software-Entwicklung o.J. (1996) 5, S. 10.
- [Mertens 1996] Mertens, P., Individual- und Standardsoftware: tertium datur? - Betriebswirtschaftliche Anwendungsarchitekturen mit branchen- und betriebstypischem Zuschnitt, in Mayr, H.C. (Hrsg.), Beherrschung von Informationssystemen, Wien u.a., S. 55-81.
- [Möhle 1998] Möhle, S., Die Entwicklung eines PPS-Systems mit Componentware, Dissertation, Nürnberg 1998.
- [O.V. 1997] Ohne Verfasser, Adaption der Informations- und Kommunikationsstruktur für produzierende Unternehmen mit dezentraler Struktur, gemeinsam herausgegebene Studie des IPA (Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung) sowie ISST (Fraunhofer-Institut Software und Systemtechnik), Stuttgart 1997.
- [Saleck 1997] Saleck, T., Komponenten und Skalierbarkeit: Softwareteile in allen Größen, Datenbank Fokus o.J. (1997) 4, S. 20-27.
- [Schotten 1998] Schotten, M., Aachener PPS-Modell, in: Luczak, H., Eversheim, W. (Hrsg.), Produktionsplanung und -steuerung, Berlin u. a., S. 9-28.

## 8 PPS und Workflowmanagement: Anti- oder Synthesis?

*Peter Brödner*

### 8.1 Einführung: Lernen von PPS?

Produktionsplanung und -steuerung (PPS) und Workflowmanagement (WFM) sind zwei ungleiche Geschwister, sehr verschieden, gewiß, aber eben doch auch Geschwister. Von höchst ungleichem Alter und aufgewachsen in ganz unterschiedlichen Umgebungen, können sie gleichwohl ihre Familienähnlichkeit nicht verleugnen, auch wenn ihr Aussehen diese nicht gleich auf den ersten Blick zu erkennen gibt.

Meist entsteht auch der Eindruck, daß Workflowmanagement als der sehr viel jüngere Bruder in der Systemfamilie der Vorgangsbearbeitung in seiner ungestümen Jugendlichkeit die Szene auf seine Weise zu beherrschen beginnt, als wolle er den älteren Bruder PPS vom Sockel stoßen. Dabei scheint die lange und bewegte Geschichte der Produktionsplanung und -steuerung als die doch weit ältere einschlägige Anstrengung, begrenzte Zeit und Ressourcen in Anspruch nehmende Vorgänge zu planen und zu steuern, in Vergessenheit zu geraten.

Damit sind wir mitten hineingeraten in die Familiengeschichte der Vorgangsteuerungssysteme. Trotz aller Unterschiede der Anwendungsfelder und des Kontextes, für die sie entwickelt und in denen sie eingesetzt werden, und trotz aller funktionalen Unterschiede, die daraus resultieren, verfügen Systeme zur Vorgangsteuerung über gleiche oder doch wenigstens vergleichbare Kernfunktionen. In jedem Fall geht es im Kern darum, betriebswirtschaftlich relevante Objekte nach gewissen Effektivitäts- und Effizienzkriterien durch arbeitsteilig organisierte Arbeitsprozesse zu schleusen, derart, daß diese Objekte auf transparente Weise von einem gegebenen Anfangszustand in einen gewünschten, zum weiteren Gebrauch fertigen Zustand überführt werden. Dabei stehen stets nur begrenzte Ressourcen zur Verfügung, es sind gewisse Reihenfolgebedingungen der Bearbeitung einzuhalten, und außerdem sollen die Vorgänge und Betriebsabläufe so gesteuert werden, daß sie möglichst effektiv und effizient ablaufen, daß sie beispielsweise in möglichst kurzer Zeit oder zum geforderten Termin fertig werden, die verfügbaren Kapazitäten nach Möglichkeit auslasten oder möglichst geringe Bestandskosten verursachen.

PPS-Systeme sind, mit ersten Anfängen in den fünfziger Jahren, im Kontext der Abwicklung von Produktionsaufträgen in arbeitsteilig organisierten Produktionsprozessen entstanden. Sie umfassen sowohl Funktionen der Materialwirtschaft, etwa Bedarfsermittlung, Beschaffung und Bestandsführung, als auch Funktionen der Zeitwirtschaft, also der eigentlichen Steuerung der Aufträge und des Materialflusses durch die Produktionsprozesse. Da sowohl die eingesetzten Produktionsmittel als auch die entstehenden Zwischenprodukte hohe Werte verkörpern, sind die Effektivitäts- und Effizienzkriterien

den Erfordernissen der Kapitalverwertung entsprechend darauf ausgerichtet, möglichst kurze Durchlaufzeiten und damit auch geringe Bestände zu erreichen und zugleich, unter Einhaltung der Liefertermine, die wertvollen Produktionsmittel möglichst weit auszulasten.

Im Unterschied dazu sind Workflowmanagement-Systeme, mit Anfängen in den achtziger Jahren, im Zusammenhang mit der Bearbeitung schematisierbarer administrativer Vorgänge entstanden. Hier kommt es darauf an, mit den verfügbaren Ressourcen möglichst viele Vorgänge in möglichst kurzer Zeit zum Abschluß zu bringen. Offensichtlich sind derartige schematisierbare administrative Vorgänge mit den Produktionsaufträgen vergleichbar, sowohl im Hinblick darauf, wie sie formal beschrieben oder „modelliert“ werden können, als auch hinsichtlich der darauf fußenden Steuerungsaufgaben. Was im Falle der PPS der Arbeitsplan ist, ist im Falle des Workflowmanagement der modellierte Workflow (Vorgang oder Arbeitsfolge). In beiden Fällen ist es auch notwendig zu wissen, an welcher Stelle im Prozeß und in welchem Zustand sich ein Auftrag oder ein Vorgang gerade befindet, und aufgrund dieses Wissens zu entscheiden, welche nächsten Schritte dann zu veranlassen sind.

Diese Familienähnlichkeit in Verbindung mit der Tatsache, daß PPS-Systeme die wesentlich ältere Systemklasse sind, über deren Einsatz reichhaltige Erfahrungen vorliegen, gibt Anlaß zu der Frage, ob und wie diese für die weitere Entwicklung auch von Workflowmanagement-Systemen genutzt werden können, mit anderen Worten: ob der jüngere vom älteren Bruder lernen kann. Die Erfahrungen aus Entwicklung und Einsatz von PPS-Systemen sind nämlich keineswegs nur positiver Art, und es wäre in höchstem Grade wünschenswert, dort zu verzeichnende Abwege und Verirrungen bei Entwicklung und Einsatz von Workflowmanagement-Systemen zu vermeiden.

Mißerfolge und Sackgassen in der PPS-Entwicklung als Lernchancen für das Workflowmanagement zu begreifen und zu nutzen, ist also das Anliegen dieses Beitrags. Dementsprechend wird zunächst ein genauerer Blick auf die beiden in Rede stehenden Systemklassen geworfen, um deren Ähnlichkeiten und Unterschiede, damit auch ihre Vergleichbarkeit, besser beurteilen zu können. Abschließend geht es dann um Antworten auf die Frage, ob und inwieweit Irrwege der PPS bei der Entwicklung und dem Einsatz von Workflowmanagement-Systemen vermieden werden können.

## **8.2 Systeme der Produktionsplanung und -steuerung**

Die Produktionsplanung und -steuerung ist ein bedeutendes Feld betrieblicher Aktivität, deren Aufgabe es ist, für einen bestimmten Zeitraum – die Planperiode – anstehende Aufträge zu bestimmen, sodann die aufgrund der Erzeugnisstruktur benötigten Mengen an Teilen und Baugruppen zu ermitteln, ferner fremdbezogene Materialien und Baugruppen sach- und zeitgerecht zu beschaffen und schließlich den Durchlauf der eigengefertigten Teile durch die Produktionsprozesse zeitgerecht zu steuern. Dementsprechend besteht die Auftragsabwicklung in produzierenden Unternehmen aus einer Vielzahl

ineinandergreifender Funktionen, wie sie in nachstehender Übersicht zusammengefaßt sind (Tabelle 8.1).

Produktionsplanung	Produktionsprogrammplanung	Kundenauftragsverwaltung Prognoserechnung Grobplanung
	Mengenplanung	Bedarfsermittlung Bestandsrechnung Beschaffungsrechnung Bestellschreibung Bestellüberwachung
	Termin- und Kapazitätsplanung	Terminierung Kapazitätsbedarfsrechnung Kapazitätsabstimmung Reihenfolgeplanung
Produktionssteuerung	Auftragsveranlassung	Freigabe Belegerstellung Bereitstellung Arbeitsverteilung
	Auftragsüberwachung	Fortschrittserfassung Mengen- und Terminüberwachung Kapazitätsüberwachung
Stammdatenverwaltung		Speicherung Änderung

**Tab. 8.1:** Übersicht über PPS-Funktionen (Quelle: AWF)

Die Programmplanung hat die Aufgabe, die in einer Periode zu fertigenden Erzeugnisse nach Art, Menge und Termin festzulegen und dabei die Beschaffungs- und Kapazitätslage zu berücksichtigen. Sie unterscheidet sich in der Vorgehensweise je nach Art des betrachteten Produktionsprozesses erheblich. Bei Programmfertigern, deren Produkte und ihre Varianten wohl definiert sind (durch Stücklisten und Arbeitspläne), mit geringerer Teilevielfalt und größeren Serien, handelt es sich um das vergleichsweise gut strukturierte Problem, aufgrund von Absatzerwartungen ein Verkaufsprogramm aufzustellen. Gänzlich anders liegen die Verhältnisse bei der Produktion von Investitionsgütern mit ausschließlich auftragsgebundener Kleinserienfertigung. Hier kommen Aufträge allein aufgrund eines Angebots zustande, das die technischen Spezifikationen und verbindliche Angaben über Preis und Liefertermin enthält, ohne daß das Produkt schon konstruktiv definiert wäre und dafür Stücklisten und Arbeitspläne zur Verfügung stünden. Angebote können daher nur aufgrund von Erfahrungen über Kosten, Beschaffungs- und Kapazitätsengpässe aus der Vergangenheit erstellt werden, eine höchst unsichere und wenig strukturierte Aufgabe. In der Mengenplanung (Materialwirtschaft) werden auf der Grundlage von Stücklisten Materialbedarfe ermittelt, mit vorhandenen Beständen abgeglichen und Beschaffungen durchgeführt. In der Termin- und Kapazitätsplanung (Zeitwirtschaft) werden aufgrund von Arbeitsplänen Kapazitätsbedarfe bestimmt und im Zeitverlauf mit den vorhandenen Kapazitäten abgestimmt. Schließlich hat die Produktionssteuerung die Aufgabe, den Durchlauf der Lose durch die Fertigung termingerecht anzustoßen und seinen Fortschritt nach Menge und Termin zu überwachen.

Ziel dieser großen Anstrengungen (die in der auftragsgebundenen Produktion bis zu 30 % von Zeit und Kosten in Anspruch nehmen können) ist es, zunächst einmal Transparenz in das außerordentlich komplexe Geschehen der betrieblichen Abläufe der Auftragsabwicklung zu bringen. Darüber hinaus erfordern aber die Imperative der Kapitalverwertung, unter strikter Einhaltung vereinbarter Liefertermine, sowohl möglichst kurze Durchlaufzeiten und geringe Bestände als auch eine möglichst hohe Kapazitätsauslastung der oft teuren Produktionsmittel anzustreben. Diese durchaus widersprüchlichen Ziele, die das wohl bekannte Ablaufplanungsdilemma hervorbringen, gilt es im Arbeitsablauf jeweils auszubalancieren. Das alles klingt sehr nach einem förmlichen Optimierungsproblem und ruft natürlich die Methodiker des Operations Research auf den Plan, das Problem als eine mathematisch formulierbare Optimierungsaufgabe zu fassen, zumal alle wesentlichen Einflußgrößen und Randbedingungen prinzipiell bekannt zu sein und sich gut schematisch beschreiben zu lassen scheinen.

In der Tat sind die sogenannte „Material- und Zeitwirtschaft“ sehr frühe Einsatzfelder der Datenverarbeitung, mittels derer man diese Probleme algorithmisch zu bewältigen trachtete. Doch im Laufe der langen, an schmerzlichen Erfahrungen reichen Geschichte der PPS zeigt sich freilich schon bald, daß sich die formale Behandlung realer Probleme hoffnungslos in den schier endlosen Räumen der Kombinatorik zu verlieren droht, was daran liegt, daß es sich hier um diskrete Prozesse handelt, deren Modellierung schon bei wenigen Aufträgen und Betriebsmitteln zu kombinatorischer Explosion führt. Auch wird der Einfluß unvorhersehbarer Störungen im Ablauf unterschätzt und schließlich wird immer deutlicher, daß sich durch organisatorische Lösungen weit mehr erreichen läßt als durch den bloßen Einsatz von Datenverarbeitung (Maucher 1998). Diese wichtigen, unter unsäglichen Kosten gewonnenen Erfahrungen gilt es bei der Workflowmanagement-Entwicklung zu beherzigen (die ich unten im Vergleich wieder aufgreife).

Im Kontext dieses Beitrages würde es zu weit führen, den gesamten Funktionsbereich der PPS näher zu betrachten. Um die Zugehörigkeit zur Klasse der Vorgangssteuerungssysteme aufzuzeigen und den Vergleich zum Workflowmanagement zu ziehen, genügt es, die Arbeitsplanung und die Fertigungssteuerung als wichtige Teilfunktionen zu betrachten. Vorgangssteuerungssysteme zeichnen sich generell durch das Zusammenspiel zweier Kernkomponenten aus: der sog. Modellierungs- und der Steuerungskomponente. Um Vorgänge überhaupt steuern zu können (mittels der Steuerungskomponente), müssen die zugrundeliegenden Arbeitsabläufe zunächst formell beschrieben werden. Dies leistet im Falle der PPS die Arbeitsplanung, deren Ergebnis im Arbeitsplan schematisch festgehalten wird. Der Arbeitsplan enthält in seinem Kopf allgemeine, den ganzen Betriebsauftrag betreffende Angaben (z. B. Benennung, Menge, Material, Ident-Nr. etc.) und in der Folge Beschreibungen sämtlicher Einzelarbeitsgänge mit zugehörigen Vorgabezeiten (Rüst-, Haupt- und Vorteilzeiten) und mit den benötigten Betriebsmitteltypen in der Reihenfolge, in der diese auszuführen sind (vgl. Abb. 1).

Der Arbeitsplan ist mithin eine vollständige formale Beschreibung des Arbeitsablaufs eines Betriebsauftrags, eben eines Vorgangs oder Workflows, ganz vergleichbar der eines administrativen Vorgangs der Dokumentenbearbeitung etwa bei einem Schadensfall in einer Versicherung oder bei der Reisekostenabrechnung in einem Unternehmen. Die Steuerung der Arbeitsprozesse beruht dann darauf, daß ein solcher Betriebsauftrag oder Vorgang mit einem gewünschten Fertigstellungstermin versehen wird, aus dem über die Summe der Vorgabezeiten und geschätzte Übergangszeiten zwischen den einzelnen Arbeitsgängen der spätest mögliche Freigabetermin zurückgerechnet werden kann.

ARBEITS - PLAN		2080 081	105	01	Papierwerk AG			20. 02. . .	Gebhard 2867		
		Auftrag - Nr.	Gr. - Nr.	U.- Gr.	Stichwort			Datum	Bearbeiter Tel.		
Lfd-Nr	Stück	Benennung			Zeichnungs-Nr Teile-Nr		Pos	Werkstoff	Modell - Lager-Nr		
142	10	Stopfbuchsen - Brille 2 - teilig, 160 $\phi$ x 45			8429605 Teil 1 / 2		79 80	GG 18	R3 Kb 363		
von MG-Nr		Rohmaterial		Stück	Breite bzw. $\phi$ [mm]	Höhe [mm]	Länge [mm]	Zugabe [mm]			
0420		Gußteil		2							
AG-Nr	MG-Nr	Arbeitsvorgang			tr	te	Lohn-Gr	n	s	Bemerkungen	
01	5500	Anreißen Teilflächen					5				
02	3521	Fräsen Teilflächen und 2 Flächen Maß 170			10	20	5				
03	5500	Anreißen Schraubenlöcher					5				
04	3403	Zusammen bohren und Gewindeschneiden 2 x M8			7	13	4				
05	5004	Zusammenschrauben			10	10	4				
06	3107	Drehen komplett			25	60	6				
07	5500	Anreißen Schlitz 13 breit und Bohrung 10 $\phi$					5				
08	3527	Fräsen 2 Schlitz 13 breit			10	15	5				
09	3403	Bohren 1x10 $\phi$			5	2	4				
10											

Abb. 1: Beispiel eines Arbeitsplans (Quelle: Wiendahl 1983)

Zusammen mit anderen freigegebenen Betriebsaufträgen beansprucht er in bestimmten Zeiträumen Kapazitäten der den Arbeitsgängen zugeordneten Betriebsmittel in Höhe der jeweiligen Vorgabezeiten. Die Steuerungsaufgabe besteht dann darin, für einen zeitlichen Ausgleich der so entstandenen ungleichen Kapazitätsanforderungen zum gegebenen Kapazitätsangebot zu sorgen („Kapazitätsabgleich“). Dazu ist im Laufe der Zeit eine Vielzahl ganz unterschiedlicher Vorgehensweisen und Methoden entwickelt worden. Sie reichen von verschiedenen Ansätzen der deterministischen Genauplanung bis hin zur dynamischen Selbststeuerung etwa durch Kanban oder belastungsorientierte Auftragsfreigabe (Maucher 1998, Scherer 1998, Wiendahl 1987). Dabei ist unter deterministischer Genauplanung ein Steuerungsprinzip zu verstehen, bei der aufgrund von Algorithmen zur Optimierung des Ablaufplanungsdilemmas die Reihenfolge vorgegeben wird, in der die einzelnen an Arbeitsstellen auf Bearbeitung wartenden Vorgänge abzuarbeiten sind. Derartige Vorgaben sind aufgrund von Störungen schon nach kurzer Zeit überholt. Die dynamische Selbststeuerung stützt sich dagegen auf die Erkenntnisse, daß Durchlaufzeiten und Bestände am

wirkungsvollsten durch die belastungsorientierte Freigabe von Betriebsaufträgen (oder Vorgängen) reduziert werden. Es werden nur dringliche und auch kapazitativ machbare Aufträge freigegeben in einem Gesamtumfang, der verfügbare Kapazitäten gerade auslastet. Im übrigen wird der Auftragsdurchlauf der Selbststeuerung durch die Akteure überlassen (Brödner/Pekruhl 1991).

### **8.3 Workflow-Management-Systeme**

Während PPS-Systeme in erster Linie darauf ausgerichtet sind, den Materialfluß in Produktionsprozessen sach- und zeitgerecht zu steuern, entstehen Workflow-Management-Systeme erst sehr viel später, um mehr oder weniger standardisierte administrative Vorgänge mit informationstechnischer Unterstützung abzuwickeln. Dabei werden auch neuere Organisationsansätze aufgegriffen.

Nach einer modernen Auffassung von Organisation werden Unternehmen, um sich rasch an Marktveränderungen anpassen zu können, in kundenorientierte und flexible Geschäftsprozesse gegliedert. Ein Geschäftsprozeß ist in diesem Sinne eine für die Strategie des Unternehmens bedeutsame, abgrenzbare Folge von Aktivitäten oder Funktionen: Er kann „definiert werden als die inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Abfolge der Funktionen, die zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objekts notwendig sind“ (Vossen/Becker 1996, 19). Durch ein derartiges Bündel von Aktivitäten wird aus mehreren Inputs für einen Kunden ein Ergebnis von Wert – in Gestalt eines Produkts oder einer Leistung – erzeugt.

Geschäftsprozesse setzen sich in geschachtelter Form aus komplexen und elementaren (Geschäfts-)Vorgängen (den sogenannten „Workflows“) zusammen. So werden unter Workflows Folgen von Aktivitäten (Vorgänge) verstanden, „welche die koordinierte Ausführung einer Reihe von Aufgaben durch unterschiedliche Verarbeitungseinheiten (Personen oder Programme) umfassen“ (Vossen/Becker 1996, 20; vgl. auch Schäl 1996). Workflows werden durch eine Beschreibung der Arbeitsaufgaben sowie die Angabe der sie ausführenden Einheiten und der sachlichen wie zeitlichen Ausführungsbedingungen spezifiziert (darin gleichen sie den Arbeitsplänen der PPS).

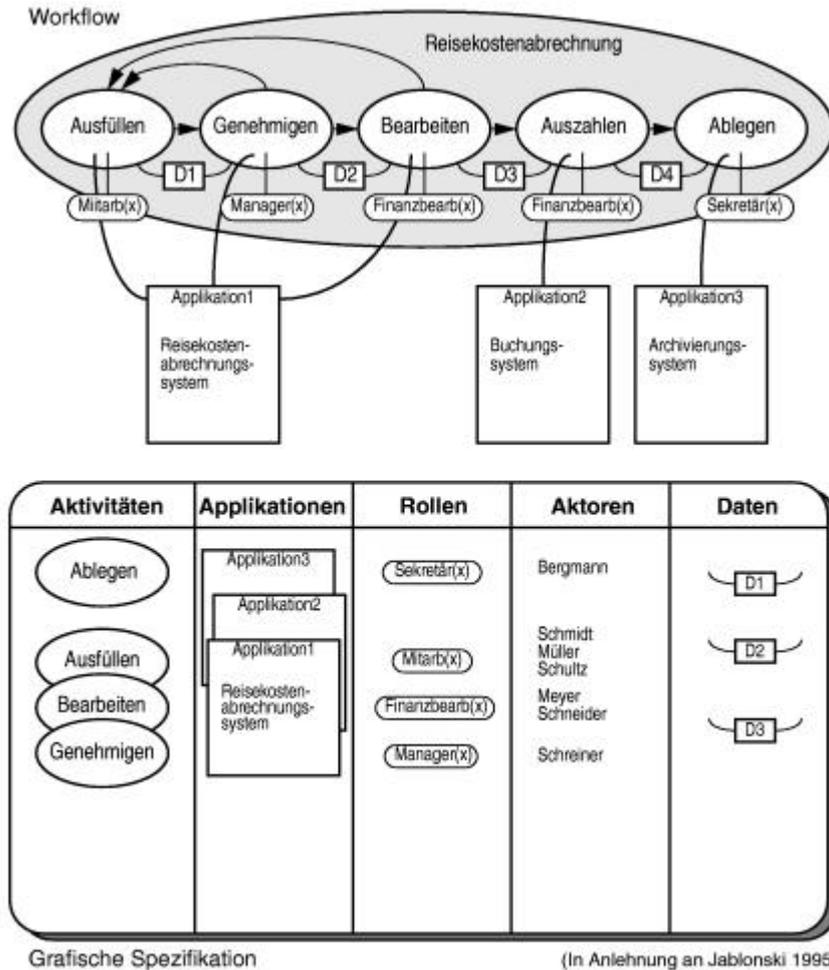
Workflow-Management-Systeme (WFMS) werden zur Modellierung und Steuerung dieser Vorgänge und Geschäftsprozesse eingesetzt, soweit sie sich schematisieren lassen. WFM-Systeme koordinieren die in der Vorgangsbearbeitung anfallenden Aktivitäten, die von verschiedenen, räumlich verteilten Akteuren (Personen oder Programme) ausgeführt werden. Um die Vorgangsbearbeitung steuern und die entsprechende Koordination der Einzelaktivitäten leisten zu können, müssen die Geschäftsvorgänge im WFM-System zunächst modelliert (und auch verändert) werden. Die Modelle beschreiben nicht nur die Arbeitsabläufe als Folge von Aktivitäten (Prozesse), sondern auch die Personen, die sie ausführen, die Daten, die dabei verarbeitet werden, und die Applikationen (Programme), die in diesen Prozessen benutzt werden.

Das (etwas vereinfacht dargestellte) Beispiel des komplexen Vorgangs Reisekostenabrechnung mag verdeutlichen, wie das geschehen kann. Er setzt sich aus den elementaren Workflows Ausfüllen, Genehmigen, Bearbeiten, Auszahlen und Ablegen zusammen, die von bestimmten Aktoren (Stellen bzw. Stelleninhabern) unter Zuhilfenahme verfügbarer Applikationen (Reisekostenabrechnungssystem, Buchungssystem, Archivierungssystem) bearbeitet werden (vgl. Abb. 2). Dort sind die Zuordnungen von Aktoren und Applikationen zu elementaren Workflows explizit angegeben. Der Kontrollfluß ist durch die Pfeile definiert und erlaubt die Protokollierung des Arbeitsfortschritts, aufgrund dessen nachfolgende Stellen (Rollen bzw. Aktoren) beauftragt werden. Die jeweils benötigten Daten, hier etwa das elektronische Reisekostenformular in seinem jeweiligen Zustand der Bearbeitung, sind in ihrer Zuordnung ebenfalls ersichtlich und werden entsprechend bereitgestellt.

Die Zuordnung von Aktoren zu Workflows wird zweckmäßigerweise über Rollen vermittelt, da sonst jedesmal, wenn eine Person als Akteur ausfällt, das Modell neu spezifiziert werden müßte; so kann das System selbständig nach einer Person suchen, der die Rolle zugeordnet ist. Welche Arbeit ein Akteur im Rahmen des Vorgangs zu erledigen hat wird ihm durch einen Auftrag mitgeteilt (Notifikation), der in einer Auftragsliste verwaltet wird. Dazu muß die Ablaufkontrolle des Workflowmanagement-Systems zwischen den Aktivitäten bestehende Abhängigkeiten berücksichtigen. Grundsätzlich gibt es die drei Formen der seriellen, der alternativen und der parallelen Ausführung, denen entsprechend die einzelnen Aktivitäten zeitlich abzustimmen sind. Zugehörige Kontrolldaten müssen protokolliert werden. Die ganze Ablaufkontrolle ist als ereignisgesteuerte Aktivitätsfolge zu verstehen, in der das Ereignis des Abschlusses einer Aktivität bzw. des Vorliegens bestimmter Daten die im Modell vorgesehene nächste Aktivität auslöst.

Im allgemeinen sind folgende Anforderungen an WFM-Systeme zu stellen:

- Skalierbarkeit, da zu erwarten ist, daß die Zahl der Workflows und auch die Zahl der Benutzer stark zunehmen wird;
- Integration von Alt-Software, um auch bei Modernisierungen die weitere Verwendung bestehender Applikationen („legacy software“) sicherzustellen;
- Transparenz, um den Benutzern eine einheitliche Interaktion auch in verteilten und heterogenen Hard- und Softwareumgebungen zu ermöglichen;
- Flexibilität, um die Prozeßmodelle einfach und übersichtlich an veränderte organisatorische Ziele und Anforderungen anpassen zu können.



**Abb.2:** Reisekostenabrechnung als Beispiel für einen Workflow

Für WFM-Systeme gibt es bereits vielfältige kommerzielle Angebote, die sich rasch auszuweiten tendieren, da ihnen ein weites Einsatzfeld in fast allen informationsverarbeitenden Bereichen der Wirtschaft mit weitgehend routinisierten Vorgängen oder schematisierbaren Arbeitsabläufen offensteht. Dieses Einsatzfeld reicht von der Auftragsabwicklung, auch entlang der Wertschöpfungskette über Organisationsgrenzen hinweg, bis hin zu Dienstleistungen wie Versicherungen oder Wohnungsverwaltungen.

Die Gefahr ist groß, daß nun, über das Vehikel Workflowmanagement-System, der „computer-aided Taylorism“ mit seinen genauestens geplanten und kontrollierten Arbeitsvorschriften auch auf breiter Front Einzug in das Büro hält (gelegentlich wird die Übertragung wesentlicher Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung sogar ausdrücklich als Ziel genannt). In der Tat sind PPS-Systeme so enge Verwandte, daß sie mit Fug und Recht auch zur Klasse der Vorgangsteuerungssysteme gezählt werden. Das liefe darauf hinaus, das Büro von morgen nach der Fabrik von gestern zu strukturieren, eine angesichts der dort gemachten Erfahrungen in der Ausein-

andersetzung mit dynamischen Märkten sicherlich unsinnige Perspektive, da die Organisation in den einmal modellierten Workflows zu erstarren droht.

So kommt bei der Einführung und Nutzung von WFM-Systemen alles darauf an, die Geschäftsvorgänge als Workflows so zu gestalten und zu modellieren, daß erstens den arbeitenden Menschen genügend Handlungsspielraum bei der Bearbeitung der ihnen zugewiesenen Aufträge verbleibt und daß zweitens das System im Zusammenwirken mit den handlungskompetenten Sachbearbeitern genügend Flexibilität für veränderliche Kundenanforderungen bietet. Durch deren Beteiligung an der Einführung und ständigen Anpassung an veränderte Anforderungen wäre dafür zu sorgen, daß strukturbedingte Starrheiten vermieden, flexibles Handeln ermöglicht und gleichwohl hohe Gesamtleistung erreicht werden.

#### **8.4 Vergleich der ungleichen Brüder PPS und Workflowmanagement**

Wie aus den voranstehenden Kennzeichnungen von PPS- und WFM-Systemen hervorgeht, sind – trotz aller Unterschiede in Einzelfunktionen und Anwendungs-feldern – die Familienähnlichkeiten unverkennbar. In beiden Fällen handelt es sich um Vorgangsteuerungssysteme mit den beiden Kernkomponenten der Modellierung von Vorgängen und der Steuerung der Arbeitsabläufe nach bestimmten Effektivitäts- und Effizienzkriterien.

Damit sind tatsächlich – zumindest auf dieser Abstraktionsebene vergleichbarer Kernfunktionalitäten – die Voraussetzungen gegeben, aus den Mißgeschicken der sehr viel älteren Entwicklungsgeschichte von PPS-Systemen zu lernen und bei der Erschließung der Workflowmanagement-Einsatzgebiete ähnlich kostspielige Irrwege zu vermeiden. Im folgenden fasse ich die in diesem Sinne wichtigsten Lektionen zusammen (vgl. Tab. 2).

Aspekt	PPS	WFM
Workflow (Vorgang)	Produktionsauftrag	(administrativer) Vorgang
Objekte	Teile, Baugruppen	Dokumente (Daten)
Modellierung	Arbeitsplan	Workflowbeschreibung
Ressourcen	Arbeitspersonen, Produktionsmittel	Aktoren, Programme
Restriktionen	Reihenfolgebedingungen	Reihenfolgebedingungen
Aufgaben, Ziele	Vorgangsverwaltung Veranlassung von Aktivitäten Transparenz Reduktion von Durchlauf- zeiten und Beständen Termineinhaltung, Kapazitätsauslastung	Vorgangsverwaltung Veranlassung von Aktivitäten Transparenz kurze Durchlaufzeiten bei geg. Kapazitäten
Grundkomponenten: - Modellierung	Arbeitsplan	Workflow-Modell
- Steuerung	Kapazitätsabgleich, Prioritätsregeln, Selbststeuerung	

**Tab. 2:** Vergleich von PPS und WFM

(1) Zunächst und vor allem ist wichtig zu begreifen, daß es sich bei Vorgangsteuerungssystemen um eine Organisationstechnik handelt, die einerseits bestimmte organisatorische Festlegungen verkörpert und andererseits erst im Zusammenwirken mit den übrigen organisatorischen Regelungen die Qualität sowie die Effektivität und Effizienz von Arbeitsprozessen bestimmt. Per se bewirkt der Einsatz der technischen Systeme wenig; im Gegenteil, alle historische Erfahrung lehrt, daß primär durch angemessene Organisation entscheidende Verbesserungen in relevanten Wettbewerbsfaktoren erzielt werden. So können etwa Durchlaufzeiten und Bestände durch objektorientierte Organisationsformen (Produktionssegmente und -zellen) statt der klassischen funktionalen Arbeitsteilung weit wirkungsvoller gesenkt werden als durch den Einsatz von PPS-Systemen. Und die ablauforganisatorischen Prinzipien von Kanban oder belastungsorientierte Auftragsfreigabe senken sie wirkungsvoller als ausgefuchste Methoden des Kapazitätsabgleichs. Diese Erfahrung verlangt nach integrierter Organisationsentwicklung und Systemimplementation unter Benutzerbeteiligung. Sie läßt sich unmittelbar auf das Workflowmanagement übertragen.

(2) Wichtig ist ferner, aus den technischen und organisatorischen Strukturen und Schemata (etwa aus arbeitsteiliger Spezialisierung oder aus Entscheidungsalgorithmen) erwachsende Planungsrigiditäten

soweit es geht zu vermeiden. Flexibilität im Umgang mit den Strukturen und Abläufen ist angesagt, um rasch und flexibel handlungsfähig zu sein. Insbesondere muß das informationstechnische System in der Lage sein, ganz unterschiedliche Vorgänge und organisatorische Abläufe – auch auf verschiedenen Abstraktionsniveaus – abzubilden, da sich diese im Laufe der Nutzungszeit verändern oder auch unvorhergesehene Vorgänge bearbeitet werden müssen. Beispielsweise muß ein PPS-System auch einfache, pauschalierte Arbeitspläne verarbeiten, ein WFM-System auch ad hoc-Workflows modellieren können. Bei der Vorgangsteuerung selbst ist von allen Versuchen abzusehen, eine deterministische Genauplanung der Bearbeitungsreihenfolge erreichen zu wollen. Dies würde, wie die Geschichte der PPS lehrt, zu unermeßlichem Aufwand an Datenerfassung führen und doch nur weitgehend irrelevante Anweisungen produzieren. Eine angemessene, flexible und wirkungsvolle Steuerungsstrategie bleibt stattdessen darauf beschränkt, belastungsorientiert Arbeitsaufträge (ggf. mit Terminschränken) zu generieren und im übrigen die Reihenfolge der Bearbeitung der Selbststeuerung nach örtlichen Gegebenheiten zu überlassen. Eben darin sollten sich Workflowmanagement-Strategien nicht die frühen, sondern die reifen PPS-Konzepte zum Vorbild nehmen.

(3) In jedem Vorgangsteuerungssystem treten Engpaß-Aktivitäten in Erscheinung, deren Kapazität die Gesamtleistung im wesentlichen bestimmen. Bestrebungen zur Leistungsverbesserung müssen daher, um wirksam zu sein, gezielt an Maßnahmen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit dieser Engpaß-Aktivitäten ansetzen. Im übrigen soll bei der Selbststeuerung der Bearbeitungsreihenfolge möglichst wenig vom Prinzip des „first in, first out“ (FIFO-Regel) abgewichen werden. Wie ausführliche Untersuchungen verschiedener Steuerungsprinzipien ergeben haben, führen Abweichungen von diesem Prinzip in der Regel nur zu insgesamt längeren Durchlaufzeiten. Abweichungen sind daher nur dann bei Engpaß-Aktivitäten angebracht, wenn dadurch weniger Rüstzeiten anfallen, mithin die Engpaß-Kapazität und damit auch der Durchsatz erhöht werden.

(4) Interessanterweise kann – um die Familienbeziehungen wieder aufzunehmen – der ältere aber auch vom jüngeren Bruder etwas lernen: Mit der informatischen Betrachtungsweise wird die bewußte Behandlung ganz unterschiedlicher Abstraktionsebenen von Arbeitsprozessen erleichtert. Arbeitsgänge können dieser Betrachtungsweise zufolge nicht nur konkrete Verrichtungen, sondern auch allgemeinere Aufgabenbeschreibungen etwa einer Arbeitsgruppe oder eines Segmentes sein. Wenn Arbeitspläne auf diese Weise aufgefaßt und abgefaßt werden, können sie auch komplexe Entwicklungs- und Konstruktions- ebenso wie Planungsaufgaben umfassen. Diese müssen dann nicht einmal im eigenen Unternehmen angesiedelt sein, sondern können auch von Partnern in einem Netzwerk ausgeführt werden. Voraussetzung für einen reibungslosen Arbeitsablauf ist dann aber, daß sich die beteiligten Akteure dieser gemeinsamen Planungslogik unterwerfen.

## 8.5 Schlußbemerkungen

Bislang wurde bei Entwicklung und Einsatz von WFM-Systemen kaum Bezug genommen auf Erfahrungen aus der Praxis der PPS. Mit einer Art Ungestüm und Unbekümmertheit, die bei einem „alten Hasen“ der PPS Erstaunen und Verwunderung hervorrufen müssen, werden hier Systeme zur Modellierung und Steuerung administrativer Vorgänge (Workflows) in die Welt gesetzt, deren Einsatzrisiken und fragwürdige Leistungsfähigkeit wenig bedacht und reflektiert werden.

Dabei gäbe es, wie dieser Beitrag aufzeigt, Anlaß genug, sich dieser Risiken und Fragwürdigkeiten bewußt zu werden und ausdrücklich aus den Erfahrungen der PPS-Praxis, ganz besonders aus ihren Irrwegen und Fehlschlägen, zu lernen. Umgekehrt können sich freilich auch die Promotoren der PPS mit Hilfe der Modellierungsperspektive der Informatik von allzu engstirnig detailversessenen und konkretistischen Auffassungen von Arbeitsplanung zugunsten einer ganzheitlichen Betrachtung von Arbeitsvorgängen befreien. Die für dieses wechselseitige Lernen erforderliche Vergleichbarkeit von Zielen, Aufgaben und Funktionen ist, zumindest im Hinblick auf relevante Aspekte der Vorgangssteuerung durchaus gegeben. Was noch zu leisten bleibt, ist, die dargelegten Lektionen aktiv aufzunehmen und ihnen in der weiteren Entwicklung des Workflowmanagements und der PPS Rechnung zu tragen.

## 8.6 Literatur

- Brödner, P.; Pekruhl, U., 1991: Die Rückkehr der Arbeit in die Fabrik. Wettbewerbsfähigkeit durch menschenzentrierte Erneuerung kundenorientierter Produktion, Gelsenkirchen: IAT
- Jablonski, S., 1995: Workflow-Management-Systeme: Motivation, Modellierung, Architektur, Informatik Spektrum 18, 13 - 24
- Maucher, I. (Hg.), 1998: Wandel der Leitbilder zur Entwicklung und Nutzung von PPS-Systemen, München: Hampp
- Schäl, T., 1996: Workflow Management Systems for Process Organisations, Berlin: Springer
- Scherer, E., 1998: Shop Floor Control – A Systems Perspective. From Deterministic Models towards Agile Operations Management, Berlin Heidelberg New York: Springer
- Vossen, G.; Becker, J. (Hg.), 1996: Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management. Modelle, Methoden, Werkzeuge, Bonn Albany: Thomson Publ.
- Wiendahl, H.-P., 1987: Belastungsorientierte Fertigungssteuerung - Grundlagen, Verfahrensaufbau, Realisierung, München Wien: Hanser
- Wiendahl, H.-P., 1983: Betriebsorganisation für Ingenieure, München Wien: Hanser

## Verzeichnis der Autoren

### **Prof. Dr. Jörg Becker**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Institut für Wirtschaftsinformatik  
Steinfurter Str. 107  
D-48149 Münster  
Tel.: 0251/83 38-100; Fax: 0251/83 38-109  
E-Mail: isjobe@wi.uni-muenster.de

### **Dipl.-Kfm. Rainer Borowsky**

Universität des Saarlandes  
Institut für Wirtschaftsinformatik (IW i)  
Im Stadtwald  
D-66123 Saarbrücken  
Tel.: 0681/302-6085, Fax 0681/302-6071  
E-Mail: borowski@iwi.uni-sb.de

### **Dipl.-Inform. Marc Braun**

Bayrisches Forschungszentrum für  
Wissensbasierte Systeme (FORWISS)  
Am Weichselgarten 7  
D-91058 Erlangen-Tennenlohe  
E-Mail: Marc.Braun@informatik.uni-erlangen.de

### **Dr. Peter Brödner**

Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen  
Institut Arbeit und Technik  
Munscheidstraße 14  
45886 Gelsenkirchen  
Tel.: 0209/1707-287, Fax: 0209/1707-245  
E-Mail: broedner@iatge.de

### **Dr. Harald Busch**

Siemens AG  
Abt. HL R PT S  
Wernerwerkstr. 2  
93009 Regensburg  
Tel.: 0941/202-2768, Fax 0941/202-2163  
E-Mail: harald-dr.busch@hl.siemens.de

### **Dipl.-Wirt.-Ing. Jochen Clemens**

Weber Datentechnik  
Gesellschaft für Systemberatung  
und Programmierung GmbH  
Karlsruher Str. 91  
D-75179 Pforzheim  
Tel.: 07231/357377 ; Fax: 07231/359137  
E-Mail: jc@weber-datentechnik.de

### **Dr. Jörg Dittrich**

AXIS information systems GmbH  
Am Weichselgarten 7  
91058 Erlangen-Tennenlohe  
Tel.: 09131/691435  
E-Mail: dittrich@axis.de

### **Dipl.-Ing. Thorsten Heiderich**

Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR)  
an der RWTH Aachen  
Pontdrisch 14/16  
D-52062 Aachen  
Tel.: 0241/47705-43 ; Fax: 0241/402401  
E-Mail: hei@fir.rwth-aachen.de

### **Dr. Peter Loos**

IDS Prof. Scheer GmbH  
Altenkesseler Straße 17  
D-66115 Saarbrücken  
Tel.: 0681/9921-516, Fax: 0681/9921-501  
E-Mail: loos@acm.org

### **Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sybille Möhle**

Informatik-Forschungsgruppe B  
(Betriebliche Anwendungen)  
Maternstraße 3  
91058 Erlangen  
E-Mail: moehle@informatik.uni-erlangen.de

### **Dipl.-Ing. Irene Maucher**

Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen  
Institut Arbeit und Technik  
Munscheidstraße 14  
45886 Gelsenkirchen  
Tel.: 0209/1707-287, Fax: 0209/1707-245  
E-Mail: maucher@iatge.de

### **Dipl.-Ing. Martin Müller**

Weber Datentechnik  
Gesellschaft für Systemberatung  
und Programmierung GmbH  
Karlsruher Str. 91  
D-75179 Pforzheim  
Tel.: 07231/357377 ; Fax: 07231/359137  
E-Mail: mm@weber-datentechnik.de

**Dr. Michael Rosemann**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Institut für Wirtschaftsinformatik  
Steinfurter Str. 107  
D-48149 Münster  
Tel.: 0251/83 38-100; Fax: 0251/83 38-109  
E-Mail: ismiro@wi.uni-muenster.de

**Dipl.-Inform. Joachim Schmitz-Lenders**

Universität GH Siegen  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
57068 Siegen  
PARCS IT-Consulting GmbH  
Birlenbacher Straße 14 K  
57076 Siegen  
E-Mail: jsl@acm.org

**Dipl.-Wirt.-Ing. Christoph von Uthmann**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Institut für Wirtschaftsinformatik  
Steinfurter Str. 107  
D-48149 Münster  
Tel.: 0251/83-38100; Fax: 0251/83 38-109  
E-Mail: ischut@wi.uni-muenster.de

## Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik

- Nr. 1 Bolte, Ch., Kurbel, K., Moazzami, M., Pietsch, W.: Erfahrungen bei der Entwicklung eines Informationssystems auf RDBMS- und 4GL-Basis; Februar 1991.
- Nr. 2 Kurbel, K.: Das technologische Umfeld der Informationsverarbeitung - Ein subjektiver 'State of the Art'-Report über Hardware, Software und Paradigmen; März 1991.
- Nr. 3 Kurbel, K.: CA-Techniken und CIM; Mai 1991.
- Nr. 4 Nietsch, M., Nietsch, T., Rautenstrauch, C., Rinschede, M., Siedentopf, J.: Anforderungen mittelständischer Industriebetriebe an einen elektronischen Leitstand - Ergebnisse einer Untersuchung bei zwölf Unternehmen; Juli 1991.
- Nr. 5 Becker, J., Prischmann, M.: Konnektionistische Modelle - Grundlagen und Konzepte; September 1991.
- Nr. 6 Grob, H. L.: Ein produktivitätsorientierter Ansatz zur Evaluierung von Beratungserfolgen; September 1991.
- Nr. 7 Becker, J.: CIM und Logistik; Oktober 1991.
- Nr. 8 Burgholz, M., Kurbel, K., Nietsch, Th., Rautenstrauch, C.: Erfahrungen bei der Entwicklung und Portierung eines elektronischen Leitstands; Januar 1992.
- Nr. 9 Becker, J., Prischmann, M.: Anwendung konnektionistischer Systeme; Februar 1992.
- Nr. 10 Becker, J.: Computer Integrated Manufacturing aus Sicht der Betriebswirtschaftslehre und der Wirtschaftsinformatik; April 1992.
- Nr. 11 Kurbel, K., Dornhoff, P.: A System for Case-Based Effort Estimation for Software-Development Projects; Juli 1992.
- Nr. 12 Dornhoff, P.: Aufwandsplanung zur Unterstützung des Managements von Softwareentwicklungsprojekten; August 1992.
- Nr. 13 Eicker, S., Schnieder, T.: Reengineering; August 1992.
- Nr. 14 Erkelenz, F.: KVD2 - Ein integriertes wissensbasiertes Modul zur Bemessung von Krankenhausverweildauern - Problemstellung, Konzeption und Realisierung; Dezember 1992.
- Nr. 15 Horster, B., Schneider, B., Siedentopf, J.: Kriterien zur Auswahl konnektionistischer Verfahren für betriebliche Probleme; März 1993.
- Nr. 16 Jung, R.: Wirtschaftlichkeitsfaktoren beim integrationsorientierten Reengineering: Verteilungsarchitektur und Integrationsschritte aus ökonomischer Sicht; Juli 1993.
- Nr. 17 Miller, C., Weiland, R.: Der Übergang von proprietären zu offenen Systemen aus Sicht der Transaktionskostentheorie; Juli 1993.
- Nr. 18 Becker, J., Rosemann, M.: Design for Logistics - Ein Beispiel für die logistikgerechte Gestaltung des Computer Integrated Manufacturing; Juli 1993.
- Nr. 19 Becker, J., Rosemann, M.: Informationswirtschaftliche Integrationsschwerpunkte innerhalb der logistischen Subsysteme - Ein Beitrag zu einem produktionsübergreifenden Verständnis von CIM; Juli 1993.

- Nr. 20 Becker, J.: Neue Verfahren der entwurfs- und konstruktionsbegleitenden Kalkulation und ihre Grenzen in der praktischen Anwendung; Juli 1993.
- Nr. 21 Becker, K., Prischmann, M.: VESKONN - Prototypische Umsetzung eines modularen Konzepts zur Konstruktionsunterstützung mit konnektionistischen Methoden; November 1993
- Nr. 22 Schneider, B.: Neuronale Netze für betriebliche Anwendungen: Anwendungspotentiale und existierende Systeme; November 1993.
- Nr. 23 Nietsch, T., Rautenstrauch, C., Rehfeldt, M., Rosemann, M., Turowski, K.: Ansätze für die Verbesserung von PPS-Systemen durch Fuzzy-Logik; Dezember 1993.
- Nr. 24 Nietsch, M., Rinschede, M., Rautenstrauch, C.: Werkzeuggestützte Individualisierung des objektorientierten Leitstands ooL; Dezember 1993.
- Nr. 25 Meckenstock, A., Unland, R., Zimmer, D.: Flexible Unterstützung kooperativer Entwurfsumgebungen durch einen Transaktions-Baukasten; Dezember 1993.
- Nr. 26 Grob, H. L.: Computer Assisted Learning (CAL) durch Berechnungsexperimente; Januar 1994.
- Nr. 27 Kirn, St., Unland, R. (Hrsg.): Tagungsband zum Workshop "Unterstützung Organisatorischer Prozesse durch CSCW". In Kooperation mit GI-Fachausschuß 5.5 "Betriebliche Kommunikationssysteme" und Arbeitskreis 5.5.1 "Computer Supported Cooperative Work", Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 4.-5. November 1993
- Nr. 28 Kirn, St., Unland, R.: Zur Verbundintelligenz integrierter Mensch-Computer-Teams: Ein organisationstheoretischer Ansatz; März 1994.
- Nr. 29 Kirn, St., Unland, R.: Workflow Management mit kooperativen Softwaresystemen: State of the Art und Problemabriß; März 1994.
- Nr. 30 Unland, R.: Optimistic Concurrency Control Revisited; März 1994.
- Nr. 31 Unland, R.: Semantics-Based Locking: From Isolation to Cooperation; März 1994.
- Nr. 32 Meckenstock, A., Unland, R., Zimmer, D.: Controlling Cooperation and Recovery in Nested Transactions; März 1994.
- Nr. 33 Kurbel, K., Schnieder, T.: Integration Issues of Information Engineering Based I-CASE Tools; September 1994.
- Nr. 34 Unland, R.: TOPAZ: A Tool Kit for the Construction of Application Specific Transaction; November 1994.
- Nr. 35 Unland, R.: Organizational Intelligence and Negotiation Based DAI Systems - Theoretical Foundations and Experimental Results; November 1994.
- Nr. 36 Unland, R., Kirn, St., Wanka, U., O'Hare, G.M.P., Abbas, S.: AEGIS: AGENT ORIENTED ORGANISATIONS; Februar 1995.
- Nr. 37 Jung, R., Rimpler, A., Schnieder, T., Teubner, A.: Eine empirische Untersuchung von Kosteneinflußfaktoren bei integrationsorientierten Reengineering-Projekten; März 1995.
- Nr. 38 Kirn, St.: Organisatorische Flexibilität durch Workflow-Management-Systeme?; Juli 1995.
- Nr. 39 Kirn, St.: Cooperative Knowledge Processing: The Key Technology for Future Organizations; Juli 1995.

- Nr. 40 Kirn, St.: Organisational Intelligence and Distributed AI; Juli 1995.
- Nr. 41 Fischer, K., Kirn, St., Weinhard, Ch. (Hrsg.): Organisationsaspekte in Multiagentensystemen; September 1995.
- Nr. 42 Grob, H. L., Lange, W.: Zum Wandel des Berufsbildes bei Wirtschaftsinformatikern, Eine empirische Analyse auf der Basis von Stellenanzeigen, Oktober 1995.
- Nr. 43 Abu-Alwan, I., Schlagheck, B., Unland, R.: Evaluierung des objektorientierten Datenbankmanagementsystems ObjectStore, Dezember 1995.
- Nr. 44 Winter, R., Using Formalized Invariant Properties of an Extended Conceptual Model to Generate Reusable Consistency Control for Information Systems; Dezember 1995.
- Nr. 45 Winter, R., Design and Implementation of Derivation Rules in Information Systems; Februar 1996.
- Nr. 46 Becker, J.: Eine Architektur für Handelsinformationssysteme; März 1996.
- Nr. 47 Becker, J., Rosemann, M. (Hrsg.): Workflowmanagement - State-of-the-Art aus Sicht von Theorie und Praxis, Proceedings zum Workshop vom 10. April 1996; April 1996.
- Nr. 48 Rosemann, M., zur Mühlen, M.: Der Lösungsbeitrag von Metadatenmodellen beim Vergleich von Workflowmanagementsystemen; Juni 1996.
- Nr. 49 Rosemann, M., Denecke, Th., Püttmann, M.: Konzeption und prototypische Realisierung eines Informationssystems für das Prozeßmonitoring und -controlling; September 1996.
- Nr. 50 v. Uthmann, C., Turowski, K. unter Mitarbeit von Rehfeldt, M., Skall, M.: Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung als Konzept für das Management von Produktentwicklungsprozessen; November 1996.
- Nr. 51 Eicker, S., Jung, R., Nietsch, M., Winter, R.: Entwicklung eines Data Warehouse für das Produktionscontrolling: Konzepte und Erfahrungen; November 1996.
- Nr. 52 Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R. (Hrsg.): Entwicklungsstand und Entwicklungsperspektiven der Referenzmodellierung, Proceedings zur Veranstaltung vom 10. März 1997; März 1997.
- Nr. 53 Loos, P.: Capture More Data Semantic Through The Expanded Entity-Relationship Model (PERM); Februar 1997.
- Nr. 54 Becker, J., Rosemann, M. (Hrsg.): Organisatorische und technische Aspekte beim Einsatz von Workflowmanagementsystemen. Proceedings zur Veranstaltung vom 10. April 1997; April 1997.
- Nr. 55 Holten, R., Knackstedt, R.: Führungsinformationssysteme - Historische Entwicklung und Konzeption; April 1997.
- Nr. 56 Holten, R.: Die drei Dimensionen des Inhaltsaspektes von Führungsinformationssystemen; April 1997.
- Nr. 57 Holten, R., Striemer, R., Weske, M.: Ansätze zur Entwicklung von Workflow-basierten Anwendungssystemen - Eine vergleichende Darstellung -, April 1997.
- Nr. 58 Kuchen, H.: Arbeitstagung Programmiersprachen, Tagungsband, Juli 1997.
- Nr. 59 Vering, O.: Berücksichtigung von Unschärfe in betrieblichen Informationssystemen - Einsatzfelder und Nutzenpotentiale am Beispiel der PPS, September 1997.

- Nr. 60 Schwegmann, A., Schlagheck, B: Integration der Prozeßorientierung in das objektorientierte Paradigma: Klassenzuordnungsansatz vs. Prozeßklassenansatz, Dezember 1997.
- Nr. 61 Speck, M.: In Vorbereitung.
- Nr. 62 Wiese, J.: Ein Entscheidungsmodell für die Auswahl von Standardanwendungssoftware am Beispiel von Warenwirtschaftssystemen, März 1998.
- Nr. 63 Kuchen, H.: Workshop on Functional and Logic Programming, Proceedings, Juni 1998.
- Nr. 64 v. Uthmann, C.; Becker, J.; Brödner, P.; Maucher, I.; Rosemann, M.: PPS meets Workflow. Proceedings zum Workshop vom 9. Juni 1998.