

Becker, Jörg; Neumann, Stefan; Hansmann, Holger

Working Paper

Workflow-integrierte Produktionsplanung und -steuerung: Ein Architekturmodell für die Koordination von Prozessen der industriellen Auftragsabwicklung

Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, No. 85

Provided in Cooperation with:

University of Münster, Department of Information Systems

Suggested Citation: Becker, Jörg; Neumann, Stefan; Hansmann, Holger (2002) : Workflow-integrierte Produktionsplanung und -steuerung: Ein Architekturmodell für die Koordination von Prozessen der industriellen Auftragsabwicklung, Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, No. 85, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, Münster

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/59318>

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. 85

**Workflow-integrierte Produktionsplanung
und -steuerung: Ein Architekturmodell für
die Koordination von Prozessen der indus-
triellen Auftragsabwicklung***

Jörg Becker, Stefan Neumann, Holger Hansmann

* gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung
(Förderkennzeichen: 02PV40822)

ISSN 1438-3985

Inhaltsverzeichnis

1	Workflow-Potenzial in Produktionsplanung und -steuerung.....	4
2	Koordinationsmechanismen in PPS- und Workflowmanagementsystemen.....	8
3	Architektur eines Workflow-integrierten PPS-Systems.....	11
3.1	Workflowmanagement.....	11
3.2	PPS-Fachkomponenten.....	12
3.3	Workflow-Objekt-Zuordnung.....	12
3.4	Workflow-Planungsstruktur-Zuordnung.....	13
3.5	Ereignisverarbeitung.....	14
3.6	Workflow-Benutzerschnittstelle.....	15
3.7	Architektur-Prototyp.....	15
4	Koordinationsmodell für eine Workflow-integrierte PPS.....	16
4.1	Workflowmanagement.....	16
4.2	PPS-Fachkomponenten.....	18
4.3	Workflow-Objekt-Zuordnung.....	20
4.4	Workflow-Planungsstruktur-Zuordnung.....	20
4.5	Ereignisverarbeitung.....	21
4.6	Workflow-Benutzerschnittstelle.....	21
5	Anwendungsszenarien.....	22
5.1	Szenario 1: Workflow-basierte Auftragsplanung bei Einzelfertigung.....	22
5.2	Szenario 2: Workflow-basierte Auftragsterminierung eines Serienfertigers.....	23
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	25
7	Literaturverzeichnis.....	27

1 Workflow-Potenzial in der Produktionsplanung und -steuerung

Systeme für die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) sind immer noch die vorherrschenden Mittel zur Prozesskoordination in produzierenden Unternehmen. PPS-Systeme koordinieren den Materialfluss in Beschaffung, Produktion und Vertrieb durch die Steuerung des begleitenden Informationsflusses. Um dies zu ermöglichen, verwalten und integrieren PPS-Systeme die Daten, die für Material-, Zeit- und Kapazitätswirtschaft benötigt werden.

Trotz ausgereifter Funktionalität gegenwärtiger PPS-Systeme und beachtlichen Fortschritten in der intra- und interorganisatorischen Datenintegration existieren immer noch einige Koordinationsdefizite. Insbesondere die folgenden Unzulänglichkeiten können beispielhaft genannt werden:¹

- Planungs- und Steuerungsprozesse sind durch die Systemgestaltung starr determiniert. Sie können nicht ohne erheblichen Aufwand an die Bedürfnisse des Unternehmens angepasst werden – weder zur Unterstützung genereller unternehmensspezifischer Merkmale, noch zur dynamischen Berücksichtigung individueller Anforderungen einzelner Kundenaufträge.
- In den meisten Fällen gibt es keine Rückmeldung von Ergebnissen der Feinplanung an übergeordnete Planungsfunktionen. PPS-Systeme unterstellen typischerweise die generelle Umsetzbarkeit von Plänen, d. h. es wird vorausgesetzt, dass Planungsergebnisse während des Produktionsprozesses immer realisiert werden können.
- Abweichungen von Planungsergebnissen kommen nicht nur innerhalb der unternehmensinternen Produktionsprozesse vor, sondern können auch externen Ursprungs sein. Kundenauftragsänderungen, Lieferverzögerungen oder ungeplante, prioritäre Eilaufträge können ebenfalls einen Einfluss auf die Durchführbarkeit von Plänen besitzen. In solchen Fällen ist es oft unmöglich, den kompletten Planungsprozess zu re-iterieren, so dass die notwendigen Änderungen manuell ermittelt und koordiniert werden müssen.
- Vorspezifizierte Produkte werden insbesondere bei der Einzel- und Kleinserienfertigung häufig auf kundenspezifische Anforderungen hin geändert. Details des Prozessablaufs und involvierte Mitarbeiter sind zudem nicht im Voraus bekannt. Für ein koordinierendes Informationssystem erfordert dies die Modifikation der Prozessspezifikationen während der Laufzeit.

¹ Vgl. Schütte, Siedentopf, Zelewski (1999), S. 158ff.; Kurbel (1999), S. 26ff.; zur Mühlen, Hansmann (2001), S. 386 ff.; Neumann, Wiechel (2001), S. 540; Scheer (CIM) (1994), S. 25.

- Große Teile von Geschäftsprozessen werden nicht durch das PPS-System koordiniert, sondern entweder manuell oder durch externe Programme gesteuert. Dies führt zu Koordinationsdefiziten nicht nur bzgl. der Durchführungsreihenfolge von Aktivitäten, sondern auch hinsichtlich der Interdependenzen zwischen den von verschiedenen Anwendungen verarbeiteten Daten.
- In Verbindung mit der Tatsache, dass die industrielle Auftragsabwicklung eine große Zahl von Aktivitäten und umfangreiche Bewegungsdaten (Dokumente und Datenobjekte) beinhaltet, führt dies zu einer geringen Transparenz von Geschäftsprozessen. PPS-Systeme bieten nach wie vor keine integrierte, prozessorientierte Sicht auf die Auftragsabwicklung, wie sie für Monitoring- und Controllingzwecke erforderlich ist.

Koordinationsbedarfe in der Produktionsplanung und -steuerung ergeben sich aus der Aufspaltung der komplexen Aufgabe „Auftragsabwicklung“ in mehrere Teilaufgaben, die von unterschiedlichen Organisationseinheiten ausgeführt werden.² Die Tendenz zur verstärkten standort- und unternehmensübergreifenden Kooperation über mehrere Stufen der Supply Chain hinweg erhebt durch eine größere Zahl involvierter Einheiten und Interdependenzen zusätzliche Anforderungen. Diesen zusätzlichen Koordinationsbedarfen können Informationssysteme oft nicht gerecht werden. Insbesondere mittelständische Serienfertiger verfügen i. d. R. auf Grund mangelnder Marktmacht, der hohen Komplexität einer zentralen Planung und der höheren Variabilität ihrer Produktion nicht über die Möglichkeit einer zentralen, hierarchischen Planung ihrer Lieferkette, etwa durch sog. APS-Systeme (Advanced Planning and Scheduling).³ Damit steht in diesem Umfeld weniger die unternehmensübergreifende *Optimierung* von Produktions- und Lieferplänen, sondern eher die verbesserte Koordination und Kontrolle der zwischen den Marktpartnern ausgeführten *Prozesse* im Vordergrund.

Darüber hinaus machen die Vorteile der Kooperation in Supply Chains (wie geringere Bestände oder die Eliminierung von Prüf- und Erfassungstätigkeiten) das System empfindlicher gegenüber Störungen. Beim Eintritt von Maschinenstörungen oder anderen ungeplanten Ereignissen ist es in einer verteilten Umgebung mit autonomen Einheiten weniger wahrscheinlich, dass Rückmeldeinformationen rechtzeitig weitergeleitet werden, um die Planung in anderen betroffenen Einheiten anzupassen und geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Dateninterdependenzen, die innerbetrieblich heutzutage erfolgreich mit integrierten PPS-Systemen verwaltet werden können, stellen über Organisationsgrenzen hinweg neue Herausforderungen dar.

² Vgl. Malone, Crowston (1994), S. 90 ff.

³ Vgl. z. B. Kugeler (2001), S. 480 ff.; Meyr, Rohde, Wagner (2000); Knolmayer, Mertens, Zeier (2000), S. 105 – 141.

Eine Möglichkeit zur Lösung der intra- und interorganisationalen Koordinationsprobleme stellt der Einsatz eines speziellen Typs von Koordinationssystemen, sogenannten Workflowmanagementsystemen (WfMS) dar.⁴ WfMS steuern die Ausführung von Aktivitäten eines Geschäftsprozesses im Hinblick auf zeitlich und sachlogisch korrekte Reihenfolge (*Aktivitätenkoordination*) sowie den korrekten Aufgabenträger (*Aktorenkoordination*). Mit dem Start einer Aktivität werden dem Bearbeiter vom WfMS automatisch die benötigten Daten und Anwendungssystemfunktionalität bereitgestellt (*datenbezogene und Anwendungssystem-Koordination*).⁵

Die Interdependenzen zwischen Datenelementen (und den Aktivitäten, die diese verarbeiten) in der PPS sind mannigfaltig und komplex, und es besteht eine Konkurrenz zwischen Koordinationsmechanismen in PPS-Systemen und in WfMS (vgl. Tab. 1).⁶ Versuche, diese effizient miteinander zu verknüpfen, sind bis heute in industriellen Auftragsabwicklungsprozessen wenig erfolgreich gewesen.

⁴ Vgl. Loos (1998); Becker et al. (1999); Hansmann, Neumann, Becker (2001), S. 155 f.

⁵ Vgl. Becker, zur Mühlen (1999), S. 57 ff.

⁶ Vgl. v. Uthmann, Rosemann (1999); Neumann, Serries, Becker (2001) S. 133 ff.

PPS	WfMS
Stückliste	Material-Workflowobjekthierarchie
Erzeugnis/Baugruppe/Teil/Stoff	-
Daten/Dokumente	Daten/Dokumente
Mitarbeiter	Akteur, Workflow-Teilnehmer
Betriebsmittel	-
Anwendungssystem	Invoked Application
DNC-Programm	Invoked Application
Werkbereich /Arbeitsplatzgruppe /Arbeitsplatz	Rolle – Organisationseinheit
Qualifikation / Technologie	Rolle – Qualifikation
Kontrolldaten	WF-relevante Daten
Nutzdaten	Nutzdaten
(Fertigungs-)Auftrag	Initialereignis
Arbeitsplan	Lineares Workflowmodell
Netzplan	Terminiertes Workflowmodell
Arbeitsgang	Aktivität
Manueller Arbeitsgang	manuelle Aktivität
NC-Arbeitsgang	-
Programmaktivität	Programmaktivität
Arbeitsgangfolge	Sequenz
(mgl.) Parallelität/Zusammenführung	AND-Split / -Join
Alternative	XOR-/OR-Split /-Join
Montage	Synchronisation (AND-Join)
Durchlaufzeit	Bearbeitungszeit
Terminschranke	Deadline
Kapazitäten	-
Betriebsdaten/ Maschinendaten	Workflow-Monitoring
Mitarbeiter-/Arbeitsplatzgruppen-...Zuordnung	Rollenauflösung
NC-Programmzuteilung	Invoked Application

Tab. 1: Gegenüberstellung von Objekten der Planung und Steuerung in PPS und WfM⁷

⁷ In Anlehnung an v. Uthmann, Bergerfurth (1999), S. 46. Vgl. hierzu auch Rosemann, von Uthmann (1997), S. 353; Loos (1996), S. 8.

2 Koordinationsmechanismen in PPS- und Workflow-managementsystemen

Koordinationsmechanismen (z. B. persönliche Weisungen) sind die Regelungen zur Abstimmung arbeitsteiliger Prozesse und zur Ausrichtung von Aktivitäten auf die Organisationsziele. Die Mechanismen können den zwei Haupttypen der Koordination zugeordnet werden:⁸

- *Vorwärtskoordination*: vorausschauende Abstimmung von Aktivitäten (“top down”):
 - persönliche Weisungen (vertikale Kommunikation),
 - Selbstabstimmung / Selbstkoordination (vorwiegend horizontale Kommunikation),
 - Programme (vertikale Kommunikation, z. B. dauerhaft gültige Verfahrensrichtlinien, Prozessmodelle),
 - Pläne (vertikale Kommunikation; Ergebnis eines institutionalisierten Planungsprozesses; Vorgabe von Zielen für eine best. Zeitperiode);
- *Feedback-Koordination*: Reaktion auf Störungen durch Weitergabe von Informationen an eine höhere Koordinationsebene und dort ggf. erneute Weitergabe oder Ausregelung der Störung durch persönliche Weisung oder Selbstabstimmung (“bottom up”, “Management by Exception”).

PPS-Systeme *planen* vor allen Dingen Materialfluss-bezogene Aktivitäten. *Planung* in PPS-Systemen besteht überwiegend in der Terminierung der Ressourcennutzung, um Bedarfe nach Produkten und untergeordneten Teilen zu decken. Die Ergebnisse einer Planungsaufgabe stellen Bedingungen für darauf folgende Planungsaufgaben dar.⁹ Die resultierenden Bedingungen können entweder als statische Eingangsinformation für eine folgendende Aufgabe betrachtet werden (*anweisungsorientierte* Interdependenz) oder als Anforderung, die möglicherweise erfüllt werden kann, was evtl. eine Anpassung der ursprünglichen Planung erfordert (*verhandlungsorientierte* Interdependenz).¹⁰

Mechanismen wie Selbstabstimmung (verhandlungsorientiert) und persönliche Weisung (anweisungsorientiert) werden nicht direkt von PPS-Systemen unterstützt. Koordination anhand von Programmen ist in PPS-Systemen in Form von Arbeitsplänen zu finden,

⁸ Vgl. Kieser, Kubicek (1992), S. 95f, S. 114.

⁹ Vgl. Scheer (CIM)(1994), S. 19 ff.

¹⁰ Vgl. dazu auch Schütte, Siedentopf, Zelewski (1999), S. 154f.

welche bei Instanziierung zu Fertigungsaufträgen werden. Bei Nutzung zusätzlicher Systeme wie Leitständen und Betriebsdatenerfassungsterminals können PPS-Systeme auch Feedback-Koordination ausüben. Feedback-Koordination basiert auf Informationen über den aktuellen Zustand, um Abweichungen von den ursprünglichen Plänen zu erkennen und zu vermindern. Während Abweichungen häufig automatisch erkannt werden können, müssen geeignete Maßnahmen zu ihrer Kompensation i. A. manuell ermittelt und koordiniert werden.¹¹

PPS-Systeme haben den Fokus auf *Produktions*prozessen, d. h. sie planen und steuern materialverarbeitende Aktivitäten. Rein informationsflussorientierte Prozesse, insbesondere in den frühen Phasen der Auftragsabwicklung, die häufig den größeren Teil von Durchlaufzeit und Kosten verursachen, werden nicht systematisch koordiniert. PPS-Systeme steuern diese Klasse von Prozessen typischerweise anhand von Folgen des Auftragsstatus. Integritätsbedingungen können zusätzlich die korrekte Ausführungsreihenfolge sicherstellen (z. B. um das Buchen von Lieferantenrechnungen ohne vorherige Wareneingangsbuchung zu verhindern). Die Möglichkeiten zur Prozessdefinition in einem PPS-System bleiben, abgesehen von Arbeitsplänen für die Fertigung, jedoch beschränkt auf lineare, grobgranulare Folgen von Aktivitäten. Alternativen in der Prozessausführung, die sich erst zur Laufzeit ergeben, oder parallele Zweige werden nicht unterstützt. Hinzu kommt, dass nur Standardprozesse und keine Ausnahmebehandlungsprozeduren definiert werden.¹² Der Vorwurf der Inflexibilität und Grobgranularität kann auch hinsichtlich der Abbildung organisatorischer Zuständigkeiten erhoben werden.¹³

Die Steuerung der Ausführung *informationsflussgetriebener* Prozesse ist die Kernaufgabe von WfMS. Koordination durch Programme wird durch die Erstellung von Workflowmodellen in der Definitionsphase (Build-time) unterstützt, welche eine detaillierte Prozessdefinition repräsentieren. Workflowmodelle ermöglichen im Gegensatz zu den von PPS-Systemen gebotenen Arbeitsplänen eine äußerst umfassende Spezifikation des Kontrollflusses mit Alternativen und Parallelismus. Zur Laufzeit kann der aktuelle Zustand einer Workflow-Instanz und der entsprechenden Workitems durch die Monitoring-Komponente eines WfMS kontrolliert werden. Außerdem können WfMS in Verbindung mit der Spezifikation von Prozessverantwortlichen und von Planzeiten für Workflow-Aktivitäten eine umfassende Unterstützung der Feedback-Koordination bieten.

Planung wird nur zu einem gewissen Ausmaß durch zusätzliche Attributierung der Workflowmodelle (z. B. Setzen des gewünschten Auslieferungsdatums als Zeitlimit für

¹¹ Vgl. Stadler (2000), S. 158.

¹² Vgl. Strong, Volkoff, Elmes (2001), S. 1050 f.

¹³ Vgl. Neumann, Serries, Becker (2001), S. 135 f.; Becker et al. (2000), S. 3 f.

eine Workflow-Instanz) unterstützt. Darüber hinaus stellt auch die Modellierung von Workflows eine Planungsaktivität im Sinne der Prozessplanung dar,¹⁴ generell ist die Koordination nach Plänen jedoch immer noch eher eine Kernkompetenz von PPS-Systemen. Ferner werden persönliche Anweisungen und Abstimmungsmechanismen durch Modellierung von Ad-hoc-Workflows zur Laufzeit, durch Integration von CSCW-Komponenten oder durch andere nicht-prozedurale Workflow-Paradigmen wie z. B. dem Negotiation-Workflow-Ansatz¹⁵ realisiert.

Es wird deutlich, dass die Integration der durch PPS-Systeme und WfMS bereitgestellten Koordinationsmechanismen die Realisation von Synergieeffekten ermöglicht. Allerdings haben neuere Arbeiten gezeigt, dass aktuelle Ansätze zur Integration der Koordinationsmechanismen nicht die notwendigen Anforderungen erfüllen, um systematisch zwischen diesen Systemen verteilte Planungs- und Kontrollinformationen auszutauschen.¹⁶ Statt dessen ist eine neue Art von Systemarchitektur mit einem höheren Grad der Integration zwischen Produktionsplanungs- und Workflow-Steuerungsfunktionalität erforderlich. Dies kann nicht durch Interoperabilitätsstandards, wie sie heutzutage in kommerziellen Workflowmanagementsystemen umgesetzt sind, erreicht werden. Gleiches gilt auch für sogenannte "embedded" Workflow-Komponenten von ERP und PPS-Systemen.

¹⁴ Diese Auffassung soll hier im Gegensatz zu KIESER, KUBICEK gefolgt werden, die einen engeren Planungs-begriff zu Grunde legen, bei dem Pläne Vorgaben bzw. Ziele für eine bestimmte Zeitperiode enthalten, die nicht wie der Inhalt von Programmen bzw. Workflowmodellen auf Dauer angelegt sind. Vgl. Kieser, Kubicek (1992), S. 114f.

¹⁵ Vgl. Krcmar, Zerbe (1996).

¹⁶ Vgl. Neumann, Serries, Becker (2001), S. 145 f.

3 Architektur eines Workflow-integrierten PPS-Systems

Im Folgenden wird ein Architekturmodell vorgeschlagen, das sowohl Standard-Workflowmanagement- und Produktionsplanungskomponenten als auch zusätzliche Integrationskomponenten beinhaltet. Die in Abbildung 1 dargestellte Architektur zeigt die funktionalen Aspekte eines Workflow-integrierten PPS-Systems. Es abstrahiert von technischen Fragen der Interoperabilität, welche in dieser Arbeit als von existierenden Middleware-Lösungen wie der Common Object Broker Request Architecture (CORBA) gelöst betrachtet werden.

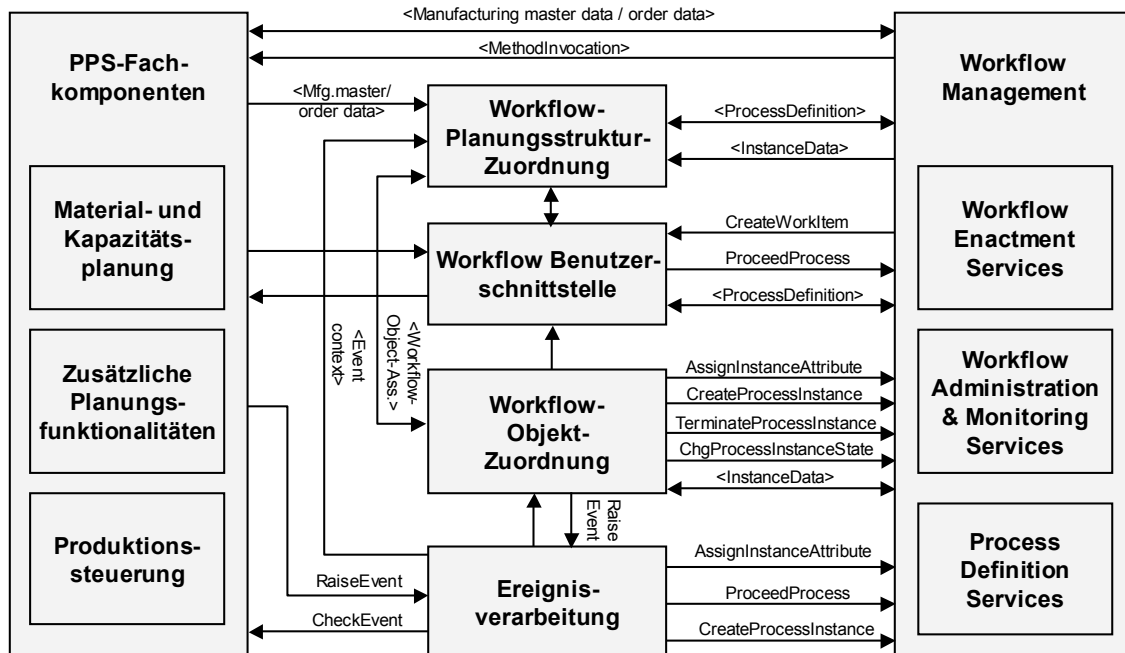


Abbildung 1: Architektur eines Workflow-integrierten PPS-Systems¹⁷

3.1 Workflowmanagement

Die Workflowmanagement-Komponente stellt Basisfunktionalitäten zur Ausführung von Prozessen basierend auf den zu Grunde liegenden Workflowmodellen bereit. Dies impliziert die Verwaltung von Prozessdefinition und Laufzeitdaten, Aktivitätskoordination durch Auswahl und Ausführung relevanter Aktivitäten zur Prozesslaufzeit sowie Aktorenkoordination durch Bestimmung und Information geeigneter Bearbeiter für eine Aktivität. Die Komponente bietet damit typische Fähigkeiten einer Workflow-Engine sowie zusätzliche Methoden für Zugriff auf und Veränderung von Prozessdefinitionen. Durch die Interaktion mit den anderen Architekturelementen steuert die Workflow-

¹⁷ Die Informationsflüsse zwischen den Komponenten sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht vollständig abgebildet. Zu den Bezeichnungen der Workflowmanagement-Komponenten vgl. WfMC (1995), S. 20.

management-Komponente die Geschäftsprozesse, indem sie untergeordnete Planungs- und Steuerungsfunktionen aktiviert und auf deren Feedback-Informationen reagiert.

3.2 PPS-Fachkomponenten

Die PPS-Fachkomponenten sind Anwendungen in Form einer Menge von Business Objects (Methoden und Daten) für alle Aufgaben der Planung und Steuerung des Materialflusses. Planungsaufgaben sind z. B. Materialbedarfsplanung und Kapazitätsterminierung als Teil des MRP2-Konzeptes. Sie beinhalten zudem andere Funktionen mit unterschiedlichen Planungshorizonten, wie Arbeitsplanerstellung oder Maschinenbelegungsplanung. Diese Funktionen werden entweder durch Standard-PPS-Systeme bereitgestellt oder in spezialisierten bzw. individuell entwickelten Softwarelösungen implementiert.

Obwohl die Aufgabe der übergreifenden Prozesssteuerung der Workflowmanagement-Komponente zugeteilt ist, ist diese auf Steuerungsinformationen und -aufgaben anderer Subsysteme, z. B. Komponenten zur Betriebsdatenerfassung (BDE), angewiesen. Es sei darauf hingewiesen, dass hier kein Ansatz einer zentralisierten Prozesssteuerung verfolgt wird, da laut Prämisse von einer verteilten, heterogenen Umgebung ausgegangen wird, in der bestimmte Subsysteme spezifische Steuerungsfunktionen ausführen müssen und nicht von außen zugänglich sind. Der dezentrale Ansatz erscheint im Hinblick auf die Kooperation mit externen Unternehmen und auf (teil-) manuell durchgeführte Aufgaben geeigneter als die Annahme einer vollständig zentralisierten Steuerungskomponente.

3.3 Workflow-Objekt-Zuordnung

Die Komponente Workflow-Objekt-Zuordnung (WOZ) verknüpft Informationen über Workflow-Instanzen, Business Objects und Planungsaufgaben. Diese Funktion basiert auf einem Modell der Beziehungen zwischen Workflow-Aktivitäten, Ressourcen und benötigten Teilen zur Herstellung von Produkten (auf Typebene). Die konkreten Aufträge, die von einem Workitem verarbeitet werden müssen, werden zur Laufzeit bestimmt. Mit Hilfe dieser Information kann die Konsistenz der Strukturen von ausgeführten Workflows und Objekten gesichert werden. Sobald neue Objekte als Ergebnis einer Planungsaufgabe (z. B. der Erzeugung von Fertigungsaufträgen für Bedarfe, die aus einem Kundenauftrag resultieren) instanziiert werden, erzeugt die WOZ-Komponente die benötigten Workflow-Instanzen zur Verarbeitung der Fertigungsaufträge und verwaltet ihre Beziehungen zur übergeordneten Kundenauftrags-Workflow-Instanz. Falls mehrere Objekte desselben Typs zusammen als Los verarbeitet werden, übernimmt die WOZ-Komponente die Synchronisation der entsprechenden Workflow-Instanzen.

Bei Notwendigkeit einer Neuplanung bestimmter Aktivitäten (z. B. falls ein Maschinendefekt die Zuordnung von Aufträgen zu anderen Ressourcen erfordert) übernimmt die Komponente die Identifikation betroffener Workflow-Instanzen und propagiert die Veränderungen an die Workflow-Engine. Dies kann zur Erzeugung, zum Abbruch oder zur Suspension von Workflow-Instanzen oder zu Veränderungen von Zuordnungen zu über-/ untergeordneten Workflows führen (z. B. falls ein verspäteter Fertigungsauftrag einem anderen Kundenauftrag mit niedrigerer Priorität zugewiesen wird und das dringender benötigte Teil stattdessen von einem Zulieferer beschafft wird).

Es kann auch hilfreich sein, die Rollen/ Personen als Bearbeiter von Workitems, die ursprünglich zu einem Planungsergebnis geführt haben, mit der Information zu versorgen, dass ein Problem in ihrem Verantwortungsbereich aufgetreten ist. Dies könnte durch automatische Generierung eines neuen Workitems zur Behebung des Problems und Zuweisung zur entsprechenden Rolle geschehen.

3.4 Workflow-Planungsstruktur-Zuordnung

Die WPZ-Komponente erlaubt die Modellierung von Planungsaufgaben, Ressourcen (Teilen und Kapazitätseinheiten auf unterschiedlichen Aggregationsebenen) und ihren zeitlichen und logischen Interdependenzen zur Build-time als Basis für die WOZ-Komponente. Durch ein solches Modell der unternehmensspezifischen *Planungsstruktur* kann eine Verbindung zwischen Planung, Ressourcen und Workflow-Aktivitäten hergestellt werden. Eine automatisierte Verwaltung dieser Beziehung schafft eine Reihe koordinatorischer Nutzeneffekte:

PPS-Systeme unterstützen normalerweise keine Regelungsprozesse, falls sich Planungsergebnisse im Nachhinein¹⁸ als nicht umsetzbar herausstellen (z. B. auf Grund fehlender Ressourcen, etwa bei einem Maschinenfehler) oder falls eine Planungsaufgabe keinen gültigen Plan erstellen kann (z. B. wenn der im Rahmen einer Rückwärtsterminierung ermittelte späteste Starttermin für einen Fertigungsauftrag in der Vergangenheit liegt). Die Prozesse zur Kompensation dieser Typen von Ereignissen können komplex sein und werden meistens ad-hoc manuell koordiniert. Die Struktur dieser Prozesse basiert allerdings auf Planungs- und Ressourceninterdependenzen, die die Reihenfolge der notwendigen Aufgaben zur Neuplanung mit modifizierten Parametern determinieren. Ausgehend von der fehlenden Ressource oder der erfolglosen Planungsaufgabe ermöglicht die WPZ-Komponente die Identifikation benötigter Maßnahmen durch Traversierung der Planungsstruktur. Eine Menge (oder Folge) von Aufgaben und verantwortli-

¹⁸ während der Durchführung einer nachfolgenden Planungsaktivität oder während der Fertigungssteuerung

chen Workflow-Akteuren wird in Form eines dynamisch erstellten Workflowmodells vorgeschlagen. Die Ausführung solcher Regelungsprozesse kann zudem durch die Workflow-Engine gesteuert werden.

In ähnlicher Form können Workflows dynamisch zum Umgang mit Aufträgen generiert werden, die nicht durch "Standard"-Planungsprozesse (MRP2) verarbeitet werden können. Dies bezieht sich auf Eilaufträge oder ungewöhnliche Produktvarianten, die spezielle Produktionsressourcen oder -prozesse erfordern. Während die automatische Instandhaltung von Arbeitsplänen i. A. von Standard-PPS-Systemen unterstützt wird, können so auch auftragspezifische, semistrukturierte Workflows zur Produktionsplanung teilautomatisch auf Basis eines Planungsstrukturmodells erstellt werden.

Planungs- und Steuerungsaufgaben werden verantwortlichen Personen üblicherweise nach dem Typ des betroffenen Teils (z. B. Baureihe) oder nach der betroffenen Kapazitätseinheit (z. B. Fabrik, Fließband oder Gruppe von Zulieferern) zugewiesen. Dieses Wissen wird für die dynamische Rollenauflösung genutzt, so dass Workitems in Abhängigkeit von Auftragsmerkmalen an Aufgabenträger gerichtet werden können.

3.5 Ereignisverarbeitung

Die Ereignisverarbeitung erkennt relevante Ereignisse in der Anwendungsumgebung und bestimmt geeignete Aktionen zu ihrer Behandlung. Ein Ereignis kann entweder durch einen Standard-Methodenaufruf eines externen Systems gemeldet werden, oder autonom von der Ereignisverarbeitung ermittelt werden. Die autonome Ermittlung des Auftretens von Ereignissen geschieht durch Polling-Mechanismen wie z. B. Software-Agenten¹⁹, die zyklisch bestimmte Datenbankeinträge abfragen. Neben dem Ereignistyp und der zur Erkennung benötigten Datenzugriffsmechanismen erfordert die Behandlung von Ereignissen Informationen über den relevanten *Kontext*, der durch verschiedene Größen determiniert werden kann (das betroffene Business Object, die das Ereignis verursachende Aktion, das "Before-" und "After-Image" eines Zustandsübergangs etc.). Die Ereignisverarbeitung identifiziert die von einem Ereignis betroffenen Workflow-Instanzen und löst auf ihnen die geeignete Aktion aus. Er stellt zudem Informationen über das von einem Ereignis beeinflusste Business Object für die WOZ-Komponente zur Verfügung.

¹⁹ Zu Software-Agenten vgl. bspw. Wooldridge, Jennings (1995); Judge et al. (1998).

3.6 Workflow-Benutzerschnittstelle

Diese Komponente verwaltet die Benutzerschnittstelle für menschliche Bearbeiter. Sie informiert potenzielle Workflow-Akteure ihren Rollen entsprechend über aktuelle Aktivitäten (Workitems). Ein Akteur kann ein Workitem zur Bearbeitung übernehmen, so dass es für andere nicht mehr sichtbar ist, und später seine Fertigstellung bestätigen. Dies kann auf zwei Arten geschehen:

Workitems werden entweder in einem Worklist-Client dargestellt, der Benutzerinteraktion ermöglicht und die Bereitstellung relevanter Anwendungsdaten vornimmt, oder die Informationen zum Workitem werden an ein anderes System in der Arbeitsumgebung des Benutzers weitergeleitet (z. B. an einen Groupware-Client) und dort weiterverarbeitet.

Das Benutzerschnittstellen-Modul kann auch zusätzliche Informationen über Workflow-Historie und -Kennzahlen, organisatorische Zuordnungen, Wissensressourcen etc. bereitstellen. Zudem erlaubt es begrenzte Modifikationen von Workitem-Zuordnungen und Prozessdefinition zur Laufzeit (*Ad-hoc-Workflows*).

3.7 Architektur-Prototyp

Ein Prototyp dieser Architektur wurde im Rahmen des Forschungsprojekts PROWORK²⁰ unter Verwendung eines kommerziellen PPS-Systems, PSIPENTA, das typischerweise von kleinen und mittleren Einzelfertigungsunternehmen verwendet wird, implementiert. Die Workflow-Ausführungskomponente wurde im Laufe des Projekts neu entwickelt, ist vergleichbar mit Standard-Workflowmanagementsystemen und kann konform zu den WfMC-Schnittstellen 1 - 3 angesprochen werden. Diese Subsysteme interagieren zurzeit mit den zusätzlichen Integrationskomponenten und externen Planungssystemen in einer Windows-NT-Umgebung unter Verwendung des COM/ DCOM Standards für Interoperabilitätszwecke.

²⁰ <http://prowork.uni-muenster.de>. Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderungsnummer: 02PV40822).

4 Koordinationsmodell für eine Workflow-integrierte PPS

Das konzeptionelle Fundament der oben beschriebenen Architektur wird von einem integrierten Modell Workflow-basierter Koordination von PPS-Prozessen repräsentiert. Das Modell beschreibt die relevanten PPS- und Workflow-Objekte und ihre Beziehungen, die im Falle der Verwendung integrierter Workflow-Koordinationsmechanismen zur Koordination von Planungsaufgaben, Akteuren, Daten und Anwendungen für Prozessaufgaben berücksichtigt werden müssen. Das Koordinationsmodell kann außerdem als Basis für eine detailliertere Anforderungsdefinition zur Entwicklung eines Workflow-integrierten PPS-Systems genutzt werden, das die oben vorgestellte Architektur realisiert.

Die Elemente des PPS-Koordinationsmodells und ihre Beziehungen sind in Abbildung 2 in Form eines erweiterten Entity-Relationship-Modells (eERM²¹) dargestellt. Auf Basis der bereits spezifizierten Architekturkomponenten kann das eERM in mehrere (nicht-disjunkte) Cluster unterteilt werden, die im Folgenden beschrieben werden.

4.1 Workflowmanagement

Das Koordinationsmodell enthält verschiedene Entitätstypen, die auch in einem typischen Workflow-Metamodell zu finden sind. In diesem Zusammenhang werden nur die Elemente berücksichtigt, die der Verdeutlichung der Charakteristika von PPS-Koordinationsaufgaben dienen.

Workflow-Aktivitäten repräsentieren die Aufgaben innerhalb eines Workflows oder den Workflow selbst, da sie Teile einer Hierarchie bzw. einer Struktur sind. Die Reihenfolge von Workflow-Aktivitäten kann auch durch den reflexiven Beziehungstyp, der in dem eERM zu finden ist, ausgedrückt werden. Eine oder mehrere *Rolle(n)* können einer Aktivität zugeordnet werden. Sie repräsentieren eine Qualifikation oder Kompetenz, die zur Durchführung einer Aufgabe notwendig ist, und können ebenfalls in Form einer Hierarchie angeordnet werden (z. B. um die Freigabe einer Bestellung durch eine übergeordnete Rolle zu modellieren). Eine *Planungsrolle* repräsentiert eine spezielle Variante einer Rolle und wird als Teil des folgenden Clusters beschrieben.

²¹ Vgl. Chen (1976); Hars (1994), S. 70 -73; Becker, Schütte (1996), S. 31 - 47.

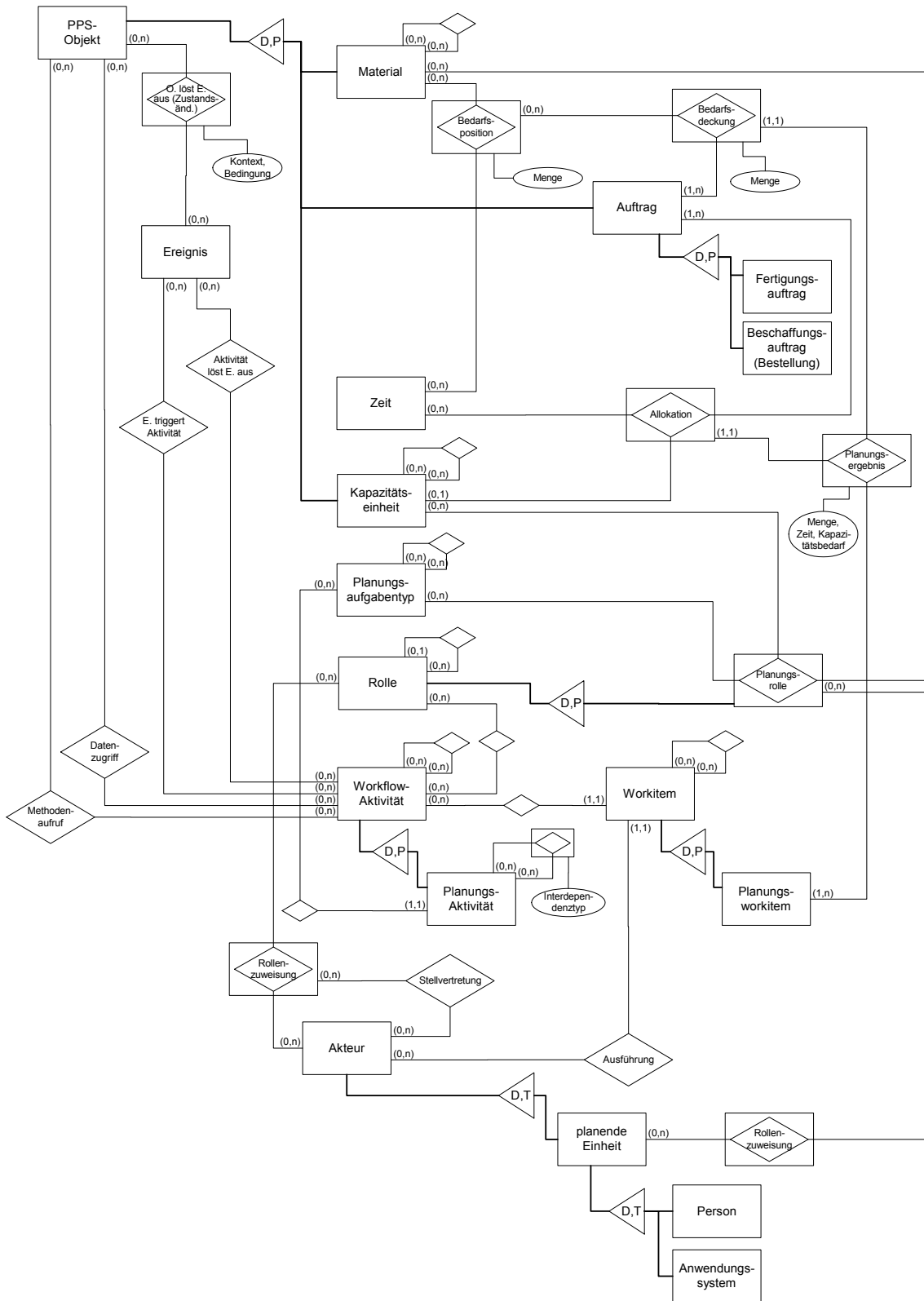


Abbildung 2: Workflow-basiertes PPS-Koordinationsmodell

Wenn ein Workflow instanziiert wird, werden die Aktivitäten (Definitionsphase) zu *Workitems* (Laufzeit). Diese werden in der elektronischen Worklist der Personen ange-

zeigt, die die passende Rolle besitzen (*Akteure*). Zusätzlich kann für jede Rollenzuordnung eine *Stellvertretung* ernannt werden.

Darüber hinaus wird ein reflexiver Beziehungstyp, der ein Workitem mit sich selbst verbindet, zur Speicherung der Informationen über die Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen von Workitems zur Laufzeit benutzt. Da eine Erstellung mehrerer Instanzen aufeinanderfolgender Aktivitäten (z. B. für mehrere Positionen eines Produktionsauftrags) oder mehrerer Instanzen von untergeordneten Workflows auf einer tieferen Abstraktionsebene erforderlich sein kann, hilft dieser Beziehungstyp, alle für ein bestimmtes PPS-Objekt relevanten Instanzen zu synchronisieren. Im Falle einer Losbildung muss das Splitten und Zusammenführen von Workflow-Instanzen gehandhabt werden.

Ein *Planungs-Workitem* ist eine Spezialisierung eines Workitems, das die Instanz einer Planungsaktivität repräsentiert. Der Output eines *Planungs-Workitems* sind insbesondere die *Zeit*, die *Menge* und der *Kapazitätsbedarf* für eine Gruppe von *Aufträgen*, was in der Allokation von Kapazitätseinheiten zu einer bestimmten Zeit zum Zwecke der Bedarfsdeckung (siehe nächste Cluster-Beschreibung) resultiert. Diese Tatsache wird durch den Beziehungstyp *Planungsergebnis* (siehe auch Beschreibung von Cluster 4.3. "Workflow-Objekt-Zuordnung") ausgedrückt. Andere Workitems (z. B. für administrative bzw. kaufmännische Aufgaben) generieren keinen Output, der diese Charakteristika eines Planungsergebnisses aufweist.

4.2 PPS-Fachkomponenten

Das zentrale Objekt des Koordinationsproblems wird durch den Entitätstypen *Planungsaktivität* (z. B. "Produktionsaufträge terminieren") repräsentiert, der eine Spezialisierung einer *Workflow-Aktivität* ist. Er stellt wegen der Interdependenzen zu zahlreichen PPS-Objekten wie Aufträgen, Material, Kapazitätseinheiten und anderen Planungsaktivitäten hohe Anforderungen an die Koordination. Dies führt auch zu Interdependenzen zwischen den entsprechenden Workflow-Aktivitäten. So kann das Ergebnis einer Planungsaktivität bspw. eine Neuplanung bestimmter Aufträge erfordern, was durch Initiierung einer geeigneten Workflow-Instanz oder durch Abbruch bestimmter bereits laufender verwandter Workflow-Instanzen geschehen kann. Zu diesem Zweck ist es notwendig, die Workflow-Instanzen bestimmen zu können, die die entsprechenden Aufträge verarbeiten (oder die *Planende Einheit* zu bestimmen, die eine geeignete Rolle zur Planung entsprechender Ressourcen besitzt etc.), was durch Implementierung des eERMs in Abbildung 2 erreicht werden kann. Diese Beispiele machen die Notwendigkeit der Definition eines integrierten Koordinationsmodells deutlich, das den Workflow-Mechanismen die Nutzung von Informationen über PPS-spezifische Objektinterdependenzen ermöglicht.

Der *Interdependenztyp* ist ein Attribut des Beziehungstypen zwischen Planungsaktivitäten. Mögliche Werte könnten "*anweisungsorientiert*" oder "*verhandlungsorientiert*" sein (vgl. Kapitel 2), was entweder bedeutet, dass eine Planungsaktivität einer anderen Planungsaktivität Vorgaben machen kann (z. B. terminliche Eckwerte, Mengen), oder dass Planungsergebnisse der Output einer Verhandlung zwischen verschiedenen Planungseinheiten, welche die entsprechenden Workitems verarbeiten, sein können (Beispiel: Die für die Terminierung verantwortliche Person schickt eine Anfrage an verschiedene autonome *Planende Einheiten* und verhandelt über die Termine zur Vervollständigung der Aufträge, welche von den vorhandenen Kapazitäten jeder einzelnen Einheit abhängen).

Darüber hinaus weisen konkrete Planungsaktivitäten (z. B. „dringliche Aufträge selektieren und rückwärts terminieren“) eine Beziehung zu einem allgemeineren *Planungsaufgabentyp* auf (z. B. "Durchlaufterminierung"). Planungsaufgabentypen können in einer Hierarchie angeordnet werden, die mit der Struktur der PPS-bezogenen Geschäftsprozesse korrespondiert. Die Beziehung zwischen *Kapazitätseinheit*, *Material* und *Planungsaufgabentyp* kann wiederum als ein neuer Entitätstyp *Planungsrolle* interpretiert werden, d. h. dass eine Rolle, die einer Person zugeordnet ist, aus einer Qualifikation oder Kompetenz zur Verarbeitung eines bestimmten Planungsaufgabentyps nur für eine bestimmte Gruppe von Teilen (Material) und Kapazitätseinheiten bestehen kann. Wenn die Rolle keine Restriktionen gegenüber Material und/oder Ressourcen aufweist, kann ihr das oberste Element der Material-Ressourcen-Hierarchie zugewiesen werden. Um überbetrieblichen Planungsprozessen Rechnung zu tragen, ist es denkbar, Rollen nicht nur mit Mitarbeitern eines Unternehmens zu besetzen, sondern auch interorganisatorische Rollen zu definieren, so dass die Workitems zu einer Workflow-Instanz von verschiedenen Partnern in der Wertschöpfungskette bearbeitet werden können (technische Problemstellungen durch heterogene, verteilte Workflow-Umgebungen werden in dieser Arbeit nicht diskutiert, da geeignete Schnittstellen und Standards vorausgesetzt werden).

Zusätzlich betrachtet das Koordinationsmodell Beziehungen zwischen *Material* und *Aufträgen*. Da der Bedarf an einer bestimmten *Menge* von Material (z. B. eine Komponente oder ein fertiges Produkt) zu einem bestimmten Datum auftreten kann, beinhaltet das Modell einen Beziehungstyp *Bedarfsposition*, welcher wiederum zur Illustration der *Bedarfsdeckung*²² durch einen *Fertigungs-, Montage- oder Beschaffungsauftrag (Bestel-*

²² Der Bedarf an einem Endprodukt wird durch einen (i. d. R. Fertigungs-) Auftrag gedeckt (*Bedarfsdeckung*). Dieser führt zu einem Bedarf an untergeordneten Teilen, der durch Stücklistenauflösung ermittelt werden kann (*Bedarfsableitung*). Die untergeordneten Bedarfe werden (nach Abgleich mit dem Lagerbestand) wiederum durch Fertigungs- bzw. Beschaffungsaufträge gedeckt usw. Vgl. Scheer (WI)(1994), S. 154ff.

lung) dient. Die Erfüllung eines Auftrags bedingt die *Allokation* von *Kapazitätseinheiten*, welche auch externe Zulieferer repräsentieren können.

4.3 Workflow-Objekt-Zuordnung

Dieses Cluster beinhaltet Entitätstypen und Beziehungstypen zur Verbindung zwischen Workflow-Aktivitäten bzw. -Rollen und den entsprechenden PPS-Objekten.

Der Entitätstyp *Planungsergebnis* ist zur Speicherung der Information darüber notwendig, welche PPS-Objekte durch den Output welcher Planungs-Workitems zur Laufzeit beeinflusst wurden. Das Planungsergebnis kann im Falle einer Losbildung mehrere Teile (*Material*) oder Aufträge betreffen. Dies ist die Basis für die Realisierung einer effektiven Ausnahmebehandlung, da das Workflow-integrierte PPS-System bei Problemen, die während der Auftragsverarbeitung bzw. der Produktionsplanung auftreten können, automatisch die Beziehungen zwischen den problembehafteten Objekten (wie eine defekte Maschine) und den Workflow-Instanzen und zugehörigen Rollen, die gerade die Objekte verarbeiten oder verarbeitet haben, bestimmen kann (Probleme können durch die Ereignisverarbeitung ausfindig gemacht werden – vgl. 4.5.).

Zweitens soll den Workflow-Teilnehmer die zur Verarbeitung der Workitems notwendige PPS-Funktionalität bereitgestellt werden. Dies geschieht durch den *Aufruf von Methoden* der im PPS-System vorhandenen Business Objects. *Attribute* von PPS-Objekten können von der Workflow-Engine durch Methodenaufruf oder direkten *Datenzugriff* gelesen oder verändert werden, was von der Implementierung der PPS-Funktionalität abhängt. Eine Teilmenge dieser Daten („Workflow-relevante Nutzdaten“) kann von der Workflow-Engine zur Verwaltung des Kontrollflusses genutzt werden, z. B. um über alternative Zweige im Workflow-Modell zu entscheiden.

4.4 Workflow-Planungsstruktur-Zuordnung

Der mit dem *Planungsaufgabentyp* und der mit der *Planungsaktivität* verknüpfte reflexive Beziehungstyp repräsentiert die Grundlage für die Modellierung der unternehmensspezifischen Planungsstruktur und ihrer Interdependenzen. Die Verbindung zwischen Planungsaktivitäten und den betroffenen Ressourcen (Kapazitätseinheiten und Material) kann in der Definitionsphase durch Spezifikation der PPS-spezifischen *Planungsrollen* und ihren Zuordnungen zu Planungsaktivitäten bestimmt werden. Zudem ist es möglich, für bestimmte PPS-Objekte anhand der modellierten Planungsstruktur zur Laufzeit geeignete Workflows, Workflow-Aktivitäten oder zuständige Akteure zum Zwecke der Ausnahmebehandlung und halbautomatischen Workflow-Generierung zu bestimmen.

Außerdem ist die Spezifikation von Ereignissen, die zum Auslösen von Planungs- bzw. Ausnahmebehandlungs-Workflows benutzt werden, Teil des Build-time-Modells der Planungsstruktur.

4.5 Ereignisverarbeitung

Workflow-Aktivitäten können durch PPS-spezifische *Ereignisse* ausgelöst werden, und Ereignisse können auch durch Workflow-Aktivitäten hervorgerufen werden. Durch geeignete Modellierung relevanter Ereignisse mit ihren Attributen kann das PPS-System ihr Eintreten automatisch erkennen und darauf durch Initiierung von Workflow-Instanzen, Fortsetzen von auf ein bestimmtes Ereignis wartenden Instanzen, Abbruch von Instanzen oder durch Benachrichtigung von Workflow-Akteuren reagieren. Die zuvor angesprochenen Ausnahmen bzw. Probleme können so auf Ereignisse abgebildet werden, die z. B. durch Workflow-Agenten identifiziert werden können. Ereignisse sind vor allem durch die Änderungen von *Attributen (Zustandsübergang)* von *PPS-Objekten* wie bspw. des zu einer bestimmten Zeit benötigten Lagerbestands einer bestimmten Komponente oder des angeforderten Liefertermins eines fertigen Produktes charakterisiert. Zusätzlich können Bedingungen definiert werden, damit nicht bei jeder Zustandsänderung eine Ereignisbehandlung ausgelöst wird (z. B. nur bei Änderung des Liefertermins um mehr als zwei Tage). Der PPS-Kontext eines Ereignisses besteht aus einer Menge von Attributen, die zur Build-time als relevant für die Problembehebung definiert werden, zur Laufzeit mit den entsprechenden Werten gefüllt werden und dem Workflow-Akteur bei der Problembehebung von Nutzen sein können.

4.6 Workflow-Benutzerschnittstelle

Siehe Cluster-Beschreibung von "Workflow Management" (4.1.).

5 Anwendungsszenarien

5.1 Szenario 1: Workflow-basierte Auftragsplanung bei Einzelfertigung

Der Nutzen der durch das integrierte Koordinationsmodell ermöglichten Mechanismen kann beispielhaft an zwei realen Anwendungsszenarien demonstriert werden. Die dem ersten Szenario zu Grunde liegende Planungsstruktur ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Rechtecke in der Abbildung repräsentieren Planungsaktivitäten, die Kanten zwischen ihnen die Informationsflüsse zwischen Planungsaktivitäten. Die aus Sicht einer Aktivität eingehenden Kanten repräsentieren Bewegungsdaten, die grundsätzlich Teilebedarfe darstellen, ausgehende Kanten (*Planungsergebnis*) repräsentieren die zeitlich begrenzte Allokation bestimmter Ressourcen (z. B. Montagetermine) bzw. Allokationsvorschläge. Bei dem Unternehmen handele es sich um einen Einzelfertiger.

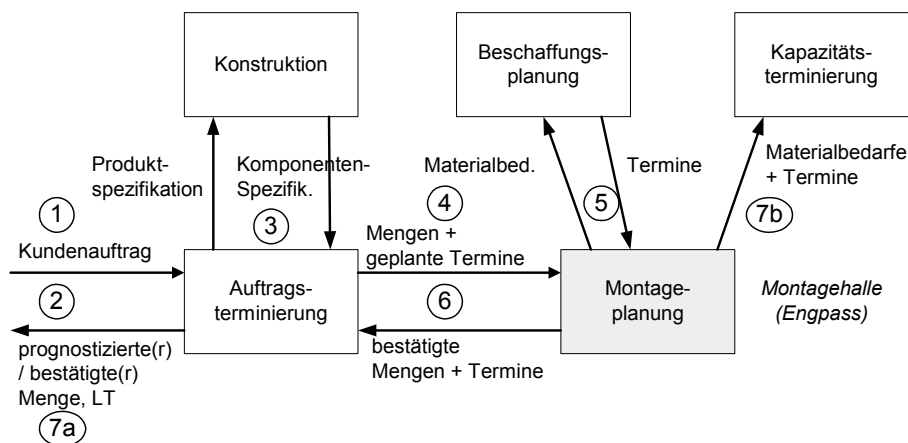


Abbildung 3: Anwendungsszenario 1

Die Aktivitäten innerhalb des Auftragsplanungsprozesses können wie folgt beschrieben werden: Der Eingang von Kundenaufträgen (*Ereignis*) löst die Auftragsterminierung (*Planungsaktivität / Workitem*) aus. Da die Stammdaten für das gewünschte Produkt in den meisten Fällen noch nicht vollständig sind, können Menge und Lieferzeitpunkt nur geschätzt werden. Bevor der Auftrag terminiert werden kann, müssen einige der zur Herstellung benötigten Komponenten noch konstruiert werden. Dies wird durch die Zuweisung eines *Workitems* zu demjenigen Konstrukteur initiiert, der die geeignete *Planungsrolle*²³ für die Aufgabe und die konstruierenden Teile (Material) besitzt (in diesem Fall ist die Rolle nicht bzgl. Kapazitätseinheiten eingeschränkt).

²³ Obwohl Konstruktionsaufgaben originär nicht zu den Planungsaufgaben gezählt werden, kann das Planungsrollen-Konstrukt hier ebenfalls angewandt werden.

Die Informationen über die Komponenten des Produkts und die geplante Fertigstellung sind der Input zur Montageplanung, welche die zentrale *Planungsaktivität* darstellt, da die Montagehalle ein permanenter Engpass ist. Daher kann die Auftragsterminierung der Montageplanung keine Vorgaben machen; der hier vorhandene *Interdependenztyp* ist *verhandlungsorientiert*, da das Auftragsterminierungs-Workitem auf die Auskunft der vorgeschlagenen Termine zur Fertigstellung warten muss. Die *Planungsaktivität* Beschaffungsplanung für extern produzierte Komponenten wird ebenfalls durch verhandlungsorientierte Workflows und *Planungsrollen* angestoßen, wobei letztere aus den vorgesehenen *Kapazitätseinheiten* (in diesem Fall: Zulieferer), Teilen (*Material*) und *Planungsaufgabentypen* (z. B. Losgrößenoptimierung, Lieferantenauswahl etc.) zusammengesetzt sind.

Die Montageplanung kann die resultierenden Materialanforderungen und Daten zur *Planungsaktivität* Kapazitätsterminierung allerdings zwingend (*anweisungsorientiert*) vorschreiben (für selbst hergestellte Komponenten, für die hier keine Engpässe zu erwarten sind). Eine Rückmeldung ist hier nur in Ausnahmefällen (*Ausnahme- bzw. Störereignis*) notwendig. Sobald ein *Ausnahmeereignis* von einem *Workflow-Agenten* in dem Workflow-integrierten PPS-System entdeckt wird, kann das System die betroffenen *Rollen* (z. B. „Montageplaner“) und *Planungsaktivitäten* (z. B. „Montageplanung anpassen“) bestimmen und Workflows, denen das Ereignis im Build-time-Workflowmodell zugeordnet ist, auslösen oder automatisch einen Kompensationsworkflow zur Laufzeit vorschlagen, welcher für die externe Zulieferung des benötigten Materials und die Neuterminierung von Aufträgen bzw. die Revision der Montageplanung auf Basis der durch den Zulieferer zugesagten Liefertermine sorgen könnte. Es kann auch erforderlich sein, einige der bereits instanziierten Beschaffungs-Workflows, die auf den alten Anforderungsdaten basieren, zu suspendieren, abzubrechen oder zu verändern.

Ein definitiver Liefertermin kann dem Kunden erst nach vollständiger Montageplanung mitgeteilt werden.

5.2 Szenario 2: Workflow-basierte Auftragsterminierung eines Serienfertigers

Ein mittelständischer Maschinenbau-Zulieferer stellt in Serienfertigung fünf Baureihen her. Jede Baureihe wird komplett in einer jeweils eigenen Fertigungshalle (*Kapazitätseinheit*) hergestellt, für die je ein Produktionsplaner (*Teilearten- und Kapazitätseinheiten-spezifische Planungsrolle*) zuständig ist. Den kritischen Engpass der Produktion stellt die Lackieranlage dar. Die Terminierung von Kundenaufträgen erfolgt zwischen diesen Planern verteilt durch folgenden Prozess:

Täglich werden die Auftragspositionen aller neu eingegangenen Kundenaufträge zunächst zentral von einem Vertriebsinnendienst-Mitarbeiter (*Planungsrolle*) bearbeitet und hinsichtlich des Kundenwuschtermins geprüft. Die Terminierung erfolgt generell wochengenau. Kundenwuschtermine, die mehr als sechs Wochen in der Zukunft liegen, werden grundsätzlich als bestätigbar betrachtet und müssen nicht weiter geprüft werden (*Planungsaktivität* „Pseudoterminierung“). Auftragspositionen mit früherem Kundenwuschtermin werden baureihenspezifisch vom zuständigen Planer terminiert (Kundenaufträge beinhalten auch Positionen, die unterschiedliche Baureihen betreffen, müssen also zur Terminierung durch verschiedene Bearbeiter aufgespalten werden). Die Planer prüfen für die Positionen, die ihre Baureihe betreffen, zunächst die Verfügbarkeit der Engpasskapazität (Lackieranlage) zum Kundenwuschtermin (*Planungsaktivität* „Kapazitätsprüfung“). Anschließend wird unter Berücksichtigung der Lagerreichweite und der Wiederbeschaffungszeit die Verfügbarkeit der *kritischen* Teile geprüft (*Planungsaktivität* „Materialprüfung“). Können Material oder Lackierkapazität nicht rechtzeitig bereitgestellt werden, um den Kundenwuschtermin einzuhalten, kann dies evtl. durch Verschiebung bereits eingeplanter Aufträge zur Baureihe ermöglicht werden (*Planungsaktivität* „Priorisierung / Konfliktauflösung“). Anderenfalls wird der frühestmögliche Bereitstellungstermin für die jeweilige Position zurückgemeldet. Der zentrale Vertriebsinnendienst-Mitarbeiter nimmt die Terminrückmeldungen der Produktionsplaner entgegen und ermittelt aus den Bereitstellungsterminen der einzelnen Positionen den zu bestätigenden Termin des Gesamtauftrags (*Planungsaktivität* „Gesamterminierung“). Weichen die Termine für die verschiedenen Positionen eines Kundenauftrags zu sehr voneinander ab, wird Rücksprache mit den zuständigen Planern gehalten, um ggf. einen früheren Termin für die Gesamtlieferung zu ermöglichen, oder dem Kunden werden Teillieferungen zu unterschiedlichen Terminen bestätigt (*Planungsaktivität* „Priorisierung / Konfliktauflösung“).

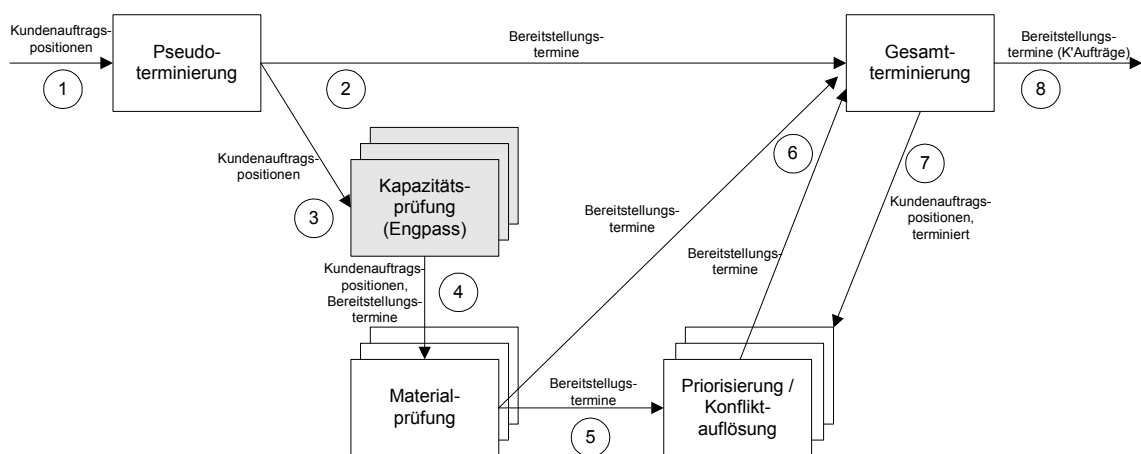


Abbildung 4: Anwendungsszenario 2

6 Zusammenfassung und Ausblick

Da die oben beschriebenen Prozesse nicht mit traditionellem MRP2 einhergehen, sind Standard-PPS-Systeme nicht in der Lage, sie adäquat zu koordinieren. Ein Workflow-integriertes PPS-System, welches auf den in dieser Arbeit vorgestellten Prinzipien basiert, stellt alle benötigten Mechanismen zur individuellen Prozessdefinition (MPR2 oder nicht-MPR2) und -koordination zur Verfügung. Es hilft, die Effizienz in der Prozessausführung durch Aktoren-, Aktivitäten-, datenbezogene und Anwendungssystem-Koordination zu erhöhen und ermöglicht eine umfassende Ausnahmebehandlung auf Grund seines Wissens über die PPS-spezifischen Interdependenzen zwischen Planungsaktivitäten, Rollen, Ressourcen und Aufträgen.

Daher kann die vorgeschlagene Architektur und das zu Grunde liegende Koordinationsmodell als Basis zur Eliminierung der im ersten Kapitel genannten Koordinationsdefizite in der PPS angesehen werden und eine ganzheitliche und integrierte PPS-Koordination ermöglichen, die die Qualität von intra- und interorganisatorischen Planungsergebnissen und zudem die Qualität der dem Kunden angebotenen Produkten und Dienstleistungen verbessert.

Zusätzlicher Forschungsbedarf besteht in einer noch weiter gehenden Abgrenzung von Workflow-Mechanismen und PPS-Fachkomponenten mit der Konsequenz einer durchgängigen, einheitlichen Behandlung von Koordinationssituationen durch die jeweils adäquaten Mechanismen. Dies würde eine weitere Verlagerung von Koordinationsaufgaben von PPS-Systemen auf das WfMS zur Folge haben und beispielsweise dazu führen, dass nicht nur Planungsaufgaben, sondern auch die Aufgaben der Produktionssteuerung einheitlich koordiniert würden (z. B. Betriebsdatenerfassung und Rückmeldung von Arbeitsgängen, Maschinenbelegung). Anders als der hier vorgestellte Ansatz, der die effektive Integration (potenziell bereits vorhandener) PPS- bzw. Workflow-managementsysteme skizziert, käme dies einer grundlegenden Neukonzeption von PPS-Systemen „auf der grünen Wiese“ gleich.

Beispielsweise besteht die Möglichkeit, Arbeitspläne und Fertigungsaufträge wie Planungsaufgaben als Workflows und Workitems zu realisieren. Die Ressourcenallokation könnte dann ebenfalls als Workflow-Rollenauflösung durchgeführt werden, wobei allerdings die Vorgaben aus der Planung als Restriktionen beachtet werden müssen. Hierzu ist die bestehende Funktionalität von WfM-Komponenten um belastungsorientierte Mechanismen zur Rollenauflösung zu erweitern. Komplexere Allokationsmechanismen, die z. B. die Berücksichtigung von PPS-Prioritätsregeln zur Maschinenbelegung erfordern, sollten allerdings in Form von PPS-Fachkomponenten umgesetzt werden, da sie

PPS-spezifisches Domänenwissen erfordern und algorithmischen Charakter aufweisen können.

7 Literaturverzeichnis

- Becker, J.; zur Mühlen, M. (1999): Towards a Classification Framework for Application Granularity in Workflow Management Systems. In: Proceedings of the 11th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE 1999). Hrsg.: M. Jarke, A. Oberweis. Heidelberg, 1999. S. 411-416.
- Becker, J.; Bergerfurth, J.; Hansmann, H.; Neumann, S.; Serries, T.: Methoden zur Einführung Workflow-gestützter Architekturen von PPS-Systemen. Arbeitsbericht Nr. 73 des Instituts für Wirtschaftsinformatik. Münster 2000. Im Internet unter <http://www-wi.uni-muenster.de/inst/arbber/ab73.pdf>.
- Becker, J.; v. Uthmann, C.; zur Mühlen, M.; Rosemann, M.: Identifying the Workflow Potential of Business Processes. In: Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS 1999). Hawaii 1999.
- Chen, P. P.: The Entity-Relationship model - Toward a unified view of data. In: ACM Transactions on Database Systems, 1 (1976) 1, S. 9 - 36.
- Christopher, M.: Logistics and Supply Chain Management. 2. Aufl., London 1998.
- Hansmann, H.; Neumann, S.; Becker, J.: Workflow in der industriellen Auftragsabwicklung. In: Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Industrial Engineering (FB/IE), 50 (2001) 4, S. 153 - 157.
- Hars, A.: Referenzdatenmodelle. Grundlagen effizienter Datenmodellierung. Wiesbaden 1994.
- Hars, A.; Heib, R.; Kruse, C.; Michely, J.; Scheer, A.-W.: Concepts of Current Data Modelling Methodologies - Theoretical Foundations. In: Veröffentlichungen des Institutes für Wirtschaftsinformatik, Heft 83. Saarbrücken 1991.
- Judge, D. W.; Odgers, B. R.; Shepherdson, J. W.; Cui Z.: Agent Enhanced Workflow. In: BT Technical Journal, 16 (1998) 3, S. 79 - 85. Im Internet unter <http://www.labs.bt.com/projects/ibsr/index.htm>
- Knolmayer, G.; Mertens, P.; Zeier, A.: Supply Chain Management auf Basis von SAP-Systemen. Perspektiven der Auftragsabwicklung für Industriebetriebe. Berlin u.a. 2000.
- Kugeler, M. (2001). Supply Chain Management und Customer Relationship Management – Prozessmodellierung für Extended Enterprises. In: Prozessmanagement. Ein Leitfaden für die prozessorientierte Organisationsgestaltung. Hrsg. : J. Becker, M. Kugeler, M. Rosemann. 3. Aufl., Berlin et al. 2001, S. 457 - 493.
- Krcmar, H.; Zerbe, S.: Negotiation enabled Workflow (NEW): Workflowsysteme zur Unterstützung flexibler Geschäftsprozesse. In: Workflowmanagement – State-of-the-Art aus Sicht von Theorie und Praxis. Proceedings zum Workshop vom 10. April 1996. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik Nr. 47. Münster 1996, S. 28-36.
- Kurbel, K.: Produktionsplanung und –steuerung: Methodische Grundlagen von PPS-Systemen und Erweiterungen. München, Wien 1999.
- Loos, P.: Einsatzpotentiale und Systemarchitektur einer workflow-gestützten PPS. In: Proceedings zum EMISA-Fachgruppentreffen 1998. Wuppertal 1998.
- Malone, T. W.; Crowston, K.: The Interdisciplinary Study of Coordination. ACM Computing Surveys, 26 (1994) 1, S. 87 – 119.

- Meyr, H.; Rohde, J.; Wagner, M.: Architectures of Selected APS. In: Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software and Case Studies. Hrsg.: H. Stadtler, C. Kilger. Berlin u. a. 2000, S. 241 - 249.
- Neumann, S.; Wiechel, W. D. (2001). Einführung von Workflowmanagement bei der Hotset Heizpatronen und Zubehör GmbH. In: Prozessmanagement. Ein Leitfaden für die prozessorientierte Organisationsgestaltung. Hrsg. : J. Becker, M. Kugeler, M. Rosemann. 3. Aufl., Berlin et al. 2001, S. 539 - 554.
- Neumann, S.; Serries, T.; Becker, J.: Entwurfsfragen bei der Gestaltung Workflow-integrierter Architekturen von PPS-Systemen. In: Information Age Economy. Hrsg.: H. U. Buhl, A. Huther, B. Reitwiesner. Heidelberg 2001, S. 133 - 146.
- Rosemann, M.; Frink, D.; v. Uthmann, C.; Friedrich, M.: Workflow-based ERP: A New Approach for Efficient Order Processing. In Proceedings of the Conference of Enterprise Management and Resource Planning Systems: Methods, Tools and Architectures (EMRPS 1999). Venedig 1999.
- Scheer, A.-W. (CIM): CIM – Computer Integrated Manufacturing: Towards the Factory of the Future. Berlin et al. 1994.
- Scheer, A.-W. (WI): Wirtschaftsinformatik. 4. Aufl., Berlin, Heidelberg 1994.
- Schütte, R.; Siedentopf, J.; Zelewski, S.: Koordinationsprobleme in Produktionsplanungs- und Steuerungskonzepten. In: Einführung in das Produktionscontrolling. Hrsg.: H. Corsten, B. Friedl. München 1999, S. 141 - 187.
- Stadtler, H.: Production Planning and Scheduling. In: Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software and Case Studies. Hrsg.: H. Stadtler, C. Kilger. Berlin u. a. 2000, S. 149 - 166.
- Strong, D. M.; Volkoff, O.; Elmes, M.: ERP Systems, Task Structure, and Workarounds in Organizations. In: Proceedings of the Seventh Americas Conference on Information System (ACIS 2001). Boston 2001.
- von Uthmann, C.; Rosemann, M.: Integration von Workflowmanagement und PPS: Potentiale und Problemstellungen. In: Proceedings of the Workshop "PPS meets Workflow". Hrsg.: Von Uthmann et al. Gelsenkirchen 1998.
- von Uthmann, C.; Rosemann, M.; Frink, D.: Workflow Management - Enabling Process Integration in Production Management. In: Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS) - Global Production Management. Hrsg.: K. Mertins. Berlin 1999.
- Workflow Management Coalition (WfMC): The Workflow Reference Model. In: TC00-1003. 1995. <http://www.wfmc.org/standards/docs.htm>. 15.08.2001.
- Wodtke, D.; Weissenfels, J.; Weikum, G.; Kotz-Dittrich, A.; Muth, P.: The Mentor Workbench for Enterprise-wide Workflow Management. In: Demonstrations and Exhibits Program. Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. Tucson 1997.
- Wooldridge, M.; Jennings, N. R.: Intelligent agents: Theory and practice. In: The Knowledge Engineering Review, 10 (1995) 2, S. 115 - 152.
- zur Mühlen, M.; Hansmann, H. (2001): Workflowmanagement. In: Prozessmanagement. Ein Leitfaden für die prozessorientierte Organisationsgestaltung. Hrsg. : J. Becker, M. Kugeler, M. Rosemann. 3. Aufl., Berlin et al. 2001, S. 373 - 409.

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 Integrationschritte 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 Kommunikations- und Informationssysteme" 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.: Workflowbasierte 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.
- Nr. 65 Scheer, A.-W.; Rosemann, M.; Schütte, R. (Hrsg.): Integrationsmanagement, Januar 1999.

- Nr. 66 zur Mühlen, M.; Ehlers, L.: Internet - Technologie und Historie, Juni 1999.
- Nr. 67 Holten R.: A Framework for Information Warehouse Development Processes, Mai 1999.
- Nr. 68 Holten R.; Knackstedt, R.: Fachkonzeption von Führungsinformationssystemen – Instanziierung eines FIS-Metamodells am Beispiel eines Einzelhandelsunternehmens, Mai 1999.
- Nr. 69 Holten, R.: Semantische Spezifikation Dispositiver Informationssysteme, Juli 1999.
- Nr. 70 zur Mühlen, M.: In Vorbereitung.
- Nr. 71 Klein, S.; Schneider, B.; Vossen, G.; Weske, M.; Projektgruppe PESS: Eine XML-basierte Systemarchitektur zur Realisierung flexibler Web-Applikationen, Juli 2000.
- Nr. 72 Klein, S.; Schneider, B. (Hrsg): Negotiations and Interactions in Electronic Markets, Proceedings of the Sixth Research Symposium on Emerging Electronic Markets, Muenster, Germany, September 19 - 21, 1999, August 2000.
- Nr. 73 Becker, J.; Bergerfurth, J.; Hansmann, H.; Neumann, S.; Serries, T.: Methoden zur Einführung Workflow-gestützter Architekturen von PPS-Systemen, November 2000
- Nr. 74 Terveer, I.: In Vorbereitung.
- Nr. 75 Becker, J. (Ed.): Proceedings of the University Alliance Executive Directors Workshop – ECIS 2001.
- Nr. 76 Klein et. al. (Eds.): MOVE: Eine flexible Architektur zur Unterstützung des Außendienstes mit mobile devices. (In Vorbereitung.)
- Nr. 77 Knackstedt, R.; Holten, R.; Hansmann, H.; Neumann, S.: Konstruktion von Methodiken: Vorschläge für eine begriffliche Grundlegung und domänenspezifische Anwendungsbeispiele, Juli 2001.
- Nr. 78 Holten, R.: Konstruktion domänenspezifischer Modellierungstechniken für die Modellierung von Fachkonzepten, August 2001.
- Nr. 79 Vossen, G., Hüsemann, B., Lechtenböcker, J.: XLX - Eine Lernplattform für den universitären Übungsbetrieb, August 2001
- Nr. 80 Knackstedt, R., Serries, Th.: Gestaltung von Führungsinformationssystemen mittels Informationsportalen; Ansätze zur Integration von Data-Warehouse- und Content-Management-Systemen, November 2001.
- Nr. 81 Holten, R.: Conceptual Models as Basis for the Integrated Information Warehouse Development, Oktober 2001.
- Nr. 82 Teubner, A.: Informationsmanagement: Historie, disziplinärer Kontext und Stand der Wissenschaft.
- Nr. 83 Vossen, G.: Vernetzte Hausinformationssysteme - Stand und Perspektive.
- Nr. 84 Holten, R.: The MetaMIS Approach for the Specification of Management Views on-Business Processes, November 2001.
- Nr. 85 Becker, J.; Neumann, S.; Hansmann, H.: Workflow-integrierte Produktionsplanung und -steuerung: Ein Architekturmodell für die Koordination von Prozessen der industriellen Auftragsabwicklung, Januar 2001.