

Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik

Herausgeber: Prof. Dr. J. Becker, Prof. Dr. H. L. Grob,

Prof. Dr. U. Müller-Funk, Prof. Dr. G. Vossen

Arbeitsbericht Nr. 50

**Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung
als Konzept für das Management
industrieller Produktentwicklungsprozesse**

Christoph v. Uthmann, Klaus Turowski

unter Mitarbeit von Markus Rehfeldt und Michael Skall

Institut für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster,
Grevener Str. 91, 48159 Münster, Tel. (0251) 83-9751, Fax (0251) 83-9754
Oktober 1996

Zusammenfassung

Die Prozesse der industriellen Produktentwicklung müssen für jedes Produkt anhand dessen spezifischer Bedingungen individuell gestaltet werden und sind aufgrund der gerade am Anfang vorherrschenden unscharfen Informationssituation und der komplexen Verzahnung der Abläufe vielen unvorhersehbaren Änderungen unterworfen. Die sich daraus ergebende erhöhte Flexibilitätsanforderung an das Prozeßmanagement kann in vielen Fällen nicht bewältigt werden, da geeignete Instrumente zur Regelung nicht im voraus modellierbarer Prozesse fehlen.

Mit der *Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung* wird ein Ansatz für die flexible informationstechnisch gestützte Regelung produktindividueller und situationsspezifischer Prozesse zur Verbesserung des Managements der industriellen Produktentwicklung. Ausgehend vom hohen Optimierungspotential, das mit Workflowmanagement realisiert werden kann, besteht der Ansatz in der kombinierten Anwendung von Geschäftsprozeßregelung, Workflowmanagement und Softcomputing. Dabei werden aufgabenbezogene Modellbausteine gebildet, die produktindividuell und situationsspezifisch zu einem Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelungsmodell zusammengefügt werden. Die zur Ausübung der Geschäftsprozeßregelung notwendigen Entscheidungsfindungsprozesse werden durch Fuzzy-Logik-Ansätze unterstützt.

Der Ansatz zielt auf eine flexible informationstechnische Unterstützung des Managements von industriellen Produktentwicklungsprozessen und zeigt damit eine bisher kaum berücksichtigte Anwendungsdomäne von Workflowmanagement auf.

Inhalt

Zusammenfassung	2
1 Workflowmanagement zur Unterstützung der Produktentwicklung	4
2 Vorhandene Ansätze zum Management der Produktentwicklung	5
2.1 Concurrent Engineering	5
2.2 Regelkreisorientierte Organisationsstrukturen	6
2.3 Informationstechnik in der Produktentwicklung	8
3 Anforderungen an das Management von Produktentwicklungsprozessen	9
4 Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung	11
4.1 Das Konzept der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung	11
4.2 Die Entwicklung eines Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelungsmodells	14
4.2.1 Grundmodell der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung	14
4.2.2 Modellbildung	16
4.3 Die informationstechnische Umsetzung der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung	18
4.3.1 Der Planungsobjekt-Ansatz	18
4.3.2 Engineering Data Management (EDM)	19
5 Zusammenfassung und Ausblick	21
Literatur	23

1 Workflowmanagement zur Unterstützung der Produktentwicklung

Der Markterfolg von Produzenten in Hochlohnländern wie Deutschland kann heute nur durch einen ständig erneuerten Innovationsvorsprung gesichert werden. Dies führt insbesondere zu erhöhten Anforderungen an die Qualität und die „Time to market“ neuer Produkte sowie die Flexibilität in Bezug auf Marktveränderungen. Berücksichtigt man, daß mit der *Produktentwicklung*¹ über einen großen Teil der Qualitätsmerkmale und des Zeitbedarfes hinaus ca. 70% der Herstellkosten von Produkten festgelegt werden, so wird deutlich, daß der Produktentwicklung für den wirtschaftlichen Erfolg von Industrieunternehmen eine zentrale Bedeutung zukommt.

Die Ablauforganisation der Produktentwicklung hat sich jedoch oft als sehr problematisch erwiesen.² Die *Prozesse*³ in diesem Bereich sind häufig durch spontane, unsystematische Vorgehensweisen, hohe Fehlerhäufigkeiten und fehlende Transparenz bei den Beteiligten gekennzeichnet, so daß die Produktentwicklung den Marktanforderungen oftmals nicht gerecht wird. In diesem Zusammenhang ist das *Prozeßmanagement*⁴ als eine zentrale Aufgabe von Industriebetrieben anzusehen.

Als ein erfolgversprechender Ansatz für die Optimierung des Prozeßmanagements wird Workflowmanagement diskutiert. *Workflowmanagement* bezeichnet die aktive, auf einem Ablaufschema basierende Steuerung, Koordination und Überwachung von Prozessen, die durch räumlich verteilte Aufgabenträger arbeitsteilig und asynchron ausgeführt werden.⁵ Somit ist Workflowmanagement als informationstechnische Weiterführung der Geschäftsprozeßmodellierung zu sehen. Hierbei können Optimierungspotentiale, u. a. durch die Unterstützung der Kooperation und Kommunikation, der Parallelisierung, der zeitgerechten Übermittlung von Informationen und der Entlastung der Aufgabenträger von Routineaufgaben, freigesetzt werden.

¹ Unter dem Begriff der Produktentwicklung wird in Anlehnung an EHRENSPIEL die Festlegung von geometrisch-stofflichen Merkmalen eines Produkts mit allen seinen lebenslaufbezogenen Eigenschaften verstanden, vgl. Ehrlenspiel (1996), S. 199-201.

² Das zeigen z. B. Ergebnisse des Arbeitskreises „Simultaneous Engineering“ der RWTH Aachen, vgl. Eversheim, Bochtler, Laufenberg (1995).

³ Unter einem Prozeß wird die zeitlich-sachlogische Abfolge von Funktionen, die zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objekts notwendig sind, verstanden, vgl. Rosemann (1994), S. 56. Vgl. auch Becker, Vossen (1996), S. 18f.

⁴ Unter Prozeßmanagement wird im folgenden die Planung, Gestaltung und Analyse von Prozessen und ihres Outputs verstanden.

Anders als in administrativen Bereichen, insbesondere von Banken und Versicherungen, findet Workflowmanagement derzeit in der Produktion bisher jedoch nur wenig Verwendung.⁶ Als Gründe hierfür sind die durch heterogene Fertigungsinformationssysteme geprägte Systemumgebung und die insbesondere in der Produktentwicklung verstärkt auftretenden komplexen, schlecht strukturierbaren und durch unscharfe Informationsflüsse gekennzeichneten Geschäftsprozesse anzuführen.

Mit der *Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung* beschreibt der vorliegende Arbeitsbericht einen Ansatz zur Nutzung des Potentials von Workflowmanagement in der erfolgskritischen industriellen Produktentwicklung. Zunächst werden einige vorhandene Ansätze zum Management der Produktentwicklung skizziert. Ausgehend von einer Analyse der Besonderheiten von Produktentwicklungsprozessen werden dann die sich daraus ergebenden Anforderungen an das Prozeßmanagement erläutert. Darauf aufbauend wird der Ansatz der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung entwickelt und dessen konzeptionelle und technische Implikationen beschrieben.

2 Vorhandene Ansätze zum Management der Produktentwicklung

Für die Gestaltung und informationstechnische Unterstützung von Prozessen in der Produktentwicklung existiert eine Reihe von Ansätzen und Techniken, die jeweils für Teilaspekte Lösungen bieten. Einige wesentliche Ansätze, auf denen der hier dargestellte Ansatz aufsetzt, werden im folgenden kurz skizziert und im Hinblick auf ihren Nutzen beurteilt.

2.1 Concurrent Engineering

Die getrennte Durchführung der Produktentwicklung und der Fertigungsplanung und -steuerung führt i. d. R. dazu, daß in der Produktentwicklung fertigungstechnische Aspekte nicht hinreichend berücksichtigt werden, oder umgekehrt, daß einseitig gesetzte fertigungstechnische Vorgaben die Realisierung gewünschter Produkteigenschaften verhindern. Neben Qualitätsproblemen führt dies zu verlängerten Entwicklungszeiten. *Concurrent Engineering*⁷

⁵ Vgl. Oberweis (1994), S. 33. Zu Workflowmanagement vgl. z. B. auch Galler, Scheer (1995); Jablonski (1995); Picot (1995).

⁶ Vgl. dazu Abschnitt 2.3.

⁷ Vgl. hierzu z. B. Ehrlenspiel (1995); Eversheim, Bochtler, Laufenberg (1995); Bullinger, Warschat (1996). Simultane Produktentwicklung, Integrierte Produktentwicklung und Simultaneous Engineering werden häufig synonym verwendet.

ist ein Ansatz zur funktionsübergreifenden, parallelen Abwicklung der Produkt- und Produktionsmittelplanung, der dieses Problem bewältigen soll. Vorrangiges Ziel ist dabei die Verbesserung der zeitlichen Abläufe durch eine höhere Überdeckung der Entwicklungsphasen sowie eine verbesserte Kooperation und Integration der Arbeitsinhalte, wobei zum einen die Verkürzung der „Time to market“, zum anderen die frühzeitige Behandlung der zielkonfliktären Wechselwirkungen zwischen den Entwicklungsphasen fokussiert werden. Hauptmerkmal des Concurrent Engineering ist die von Beginn der Produktentwicklung an integrierte Betrachtung aller Produktelemente hinsichtlich Kosten, Qualität, Funktionalität und Zeit über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg. Concurrent Engineering setzt parallele Arbeitsweisen an den Stellen des Entwicklungsprozesses ein, wo simultanes Arbeiten sinnvoll und das Risiko der Weitergabe unsicherer Informationen kalkulierbar ist. Hierzu arbeiten alle betroffenen Bereiche, auch Lieferanten und Kunden, parallel in interdisziplinären Teams zusammen, z. B. Konstruktion, Kalkulation und Beschaffung, und bringen auf diese Weise ihr spezifisches Wissen ein. Dabei ist Concurrent Engineering kein fest definiertes, einheitliches Vorgehensmodell, sondern ist als Sammelbegriff für eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden, Techniken und Instrumente aufzufassen.⁸

In bisherigen Ansätzen zur Realisierung von Concurrent Engineering wurden Organisationsgrundsätze und Handlungsempfehlungen aufgestellt, jedoch wird die wesentliche Voraussetzung eines effizienten Prozeßmanagements, die Bildung konkreter Modelle von Concurrent Engineering-Prozessen, kaum betrachtet. Die wenigen dabei entstandenen Prozeßmodelle liefern nur grobe Ablaufbeschreibungen, auf deren Grundlage ein modellbasiertes Prozeßmanagement nur sehr eingeschränkt möglich ist.⁹

2.2 Regelkreisorientierte Organisationsstrukturen

Bei der Ausübung des Managements von Produktentwicklungsprozessen steht die Erfüllung zuvor festgelegter Zielvorgaben, wie Termin-, Qualitäts-, Kosten- und Leistungsziele im Vordergrund. Dies erfordert die ständige Planung, Steuerung und Überwachung der Prozesse in

⁸ Wichtige Methoden des Concurrent Engineering sind z. B. Quality Function Deployment (QFD), Fehler-Möglichkeiten- und Einfluß-Analyse (FMEA), Technologieplanung und Design for Manufacturing bzw. Assembly (DFM bzw. DFA), vgl. Eversheim, Bochtler, Laufenberg (1995), S. 60ff. Eine Anreicherung des Concurrent Engineering um Prototyping wird von BULLINGER ET AL. vorgeschlagen, vgl. Bullinger et al. (1996).

⁹ Vgl. z. B. Götze (1995); Scheer (1995).

Regelkreisen, deren strukturelle Zusammenhänge sich aus der Organisationsform des Managements eines jeweiligen Entwicklungsprojekts ergeben.

Eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der *Anwendung von Regelkreismodellen* als organisationstheoretisches Paradigma wird bereits seit langer Zeit geführt.¹⁰ In der *Wirtschafts-kybernetik*¹¹ werden Unternehmen als sich selbstregelnde dynamische Systeme dargestellt. Formale Instrumentarien dazu stammen vor allem aus der *Regelungstechnik*¹². In diesem Rahmen bestehen Ansätze zur organisatorischen Gestaltung von Unternehmen mit dem Fokus auf deren zielgerichtete Lenkung durch die Integration der Planung mit der Überwachung des Planungsvollzugs in einem Entscheidungsmodell.¹³ Ähnliche Ansätze werden im *Qualitätsmanagement* in Form von Qualitätsregelkreis-orientierten Organisationsgestaltungen ebenfalls seit langem diskutiert.¹⁴ Auch Ansätze für die Gestaltung von Regelkreisen zur *zyklischen Anpassung bestehender Prozeßmodelle*¹⁵ sind Gegenstand zahlreicher Arbeiten.¹⁶

Zum Entwurf entsprechender Führungs- und Controllingsysteme existieren zahlreiche Arbeiten¹⁷, die jedoch meist die Betrachtung von Prozessen vernachlässigen. Realisierungen von Informationssystemen zur Unterstützung dieser regelkreisorientierten Organisationskonzepte beschränken sich bisher vor allem auf CAQ- und Fertigungsleitsysteme¹⁸, während für indirekte Bereiche allenfalls konzeptuelle Modelle entwickelt wurden. Insgesamt kann somit festgestellt werden, daß derzeit geeignete Konzepte fehlen, um die Ansätze der regelkreisorientierten Organisationsgestaltung für den praktischen Einsatz im Produktentwicklungsbereich zu instrumentalisieren.

¹⁰ Vgl. z. B. Adam (1959).

¹¹ Zur Kybernetik vgl. z. B. Wiener (1948); Niemeyer (1977); Flechtner (1984). Zur Wirtschafts-kybernetik vgl. z. B. Adam (1959); Baetge (1983). Vgl. auch Betriebskybernetik z. B. Scholz (1984). Zur Systemtheorie vgl. z. B. Bertalanffy (1971); Fitzgerarald (1981); Haberfellner (1994); Heinrich (1994). Ein neuerer kybernetischer Ansatz, der die Selbstorganisation und Selbstoptimierung organisatorischer Einheiten in einem Gesamtsystem fokussiert, ist das „Fraktale Unternehmen“, vgl. Warnecke (1993).

¹² Vgl. z. B. Haberfellner (1975); Unbehauen (1993); Föllinger (1994); Unbehauen (1994).

¹³ Vgl. Baetge (1983).

¹⁴ IMAI z. B. berichtet von Aktivitäten in japanischen Unternehmen aus den fünfziger und sechziger Jahren, vgl. Imai, M. (1992), S. 32ff. Zu Qualitätsmanagement vgl. z. B. Becker, Rosemann (1993), S. 45ff; Oakland (1995); Pfeifer (1996).

¹⁵ Galler (1994).

¹⁶ Diese Ansätze gehen ebenfalls auf die Wirtschafts-kybernetik zurück und werden in den letzten Jahren unter den Schlagworten „Change Management“, „Continuous Improvement“ oder „Kaizen“ bzw. „Lernende Organisation“ diskutiert. Vgl. z. B. Imai (1992); Czichos (1993); Wildemann (1995); Al-Ani (1996).

¹⁷ Vgl. z. B. Meffert (1971); Liesmann (1990); Huch (1993); Pawellek (1992); Fischer (1994); Wiendahl, Petermann (1994); Warnecke, Rauch (1996).

¹⁸ Oft wird in diesem Zusammenhang bezeichnenderweise den Begriff der *Fertigungsregelung* verwendet, vgl. z. B. Reinhardt, Simon (1995).

2.3 Informationstechnik in der Produktentwicklung

Ansätze zur informationstechnischen Unterstützung der industriellen Produktion entstammen vor allem der *CIM-Forschung*. Diese konzentrieren sich jedoch überwiegend auf die Automatisierung der Produktionseinheiten und die integrierte Anwendung von CAx- und PPS-Systemen und lassen dabei oftmals eine flexibel anpaßbare Integration aller zum Produktionsbetrieb gehörenden Bereiche auf organisatorischer und informationstechnischer Ebene außer acht.¹⁹ Demgegenüber wird der Einsatz von Workflowmanagement hier nur wenig diskutiert. Eine Ausnahme bilden hierbei einige konkrete Workflowmanagement-Anwendungen für die Angebot- und Auftragsabwicklung in Maschinenbauunternehmen, die vor allem die elektronische Dokumentenverwaltung in den Vordergrund stellen.²⁰ Weiterhin zeigt FRIEDRICH Einsatzpotentiale von Workflowmanagement in der industriellen Produktion auf, geht dabei allerdings nicht auf deren Umsetzung ein.²¹ Im Hinblick auf die Nutzung von Workflowmanagement im Engineering-Bereich wird wiederholt auf die Notwendigkeit des Einsatzes von *Engineering Data Management* (EDM) hingewiesen, worauf in Abschnitt 4.3.2 genauer eingegangen wird.

Eine integrierte Anwendung von Workflowmanagement zur Prozeßsteuerung, -kontrolle und -anpassung und sich daraus ergebender allgemeiner Anforderungen an Prozeßinformationssysteme diskutieren z. B. BACH/BRECHT/ÖSTERLE und HEILMANN²². Es werden dabei jedoch nur wenige konkrete Ansätze zur technischen Realisierung benannt. Derzeitige Entwicklungen entsprechender Informationssysteme decken lediglich isolierte Teilaspekte des Problems ab.

¹⁹ Vgl. Becker (1991); Becker, Rosemann (1993); Becker (1995).

²⁰ Vgl. z. B. Kaczmarek (1995); Morschheuser, Raufer, Wargitsch (1996). Zum letzteren vgl. auch Mertens, Morschheuser (1994).

²¹ Vgl. Friedrich (1994). Vgl. auch Loos (1996).

²² Vgl. Bach, Brecht, Österle (1995); Heilmann (1996).

Detaillierte umfassende Konzepte oder Realisierungen existieren hingegen nicht. Ansatzpunkte für die Unterstützung von Ad-hoc-Workflows²³, die im Rahmen der Produktentwicklung verstärkt auftreten, stellen die Sprechakttheorie²⁴ und objektorientierte Wiederverwendungskonzepte²⁵ dar. Wichtige Ansätze im Hinblick auf die informationstechnische Unterstützung einer inner-, zwischen- und überbetrieblichen Vernetzung der Produktentwicklung liefern derzeit intensive Diskussionen über CSCW, Telekooperation und multimediale Breitbandkommunikation.²⁶ Ein Ansatz zur systemgestützten Nutzung unscharfer Information in der industriellen Auftragsabwicklung wird in Arbeiten von BECKER/REHFELDT/TUROWSKI²⁷ vorgestellt. Ähnliche Überlegungen stellen EVERSHEIM ET AL.²⁸ für die Produktentwicklung an, wobei zusätzlich das Konzept der „Informationsreife“ zur Operationalisierung der im Entwicklungsprozeß zunehmenden Informationsschärfe eingeführt wird. Wichtige Ansätze zur Weiterentwicklung dieser Grundlagen bieten zahlreiche Arbeiten über *Führungsinformationssysteme*²⁹ und über die regelbasierte Steuerung von Produktionssystemen.³⁰

Bezüglich des Stands der Informationstechnik in der Produktentwicklung ist zusammenfassend festzustellen, daß zur Automatisierung der Produktionseinheiten, zur integrierten Anwendung von CAX- und PPS-Systemen und zur Unterstützung einer inner-, zwischen- und überbetrieblichen Vernetzung bereits Konzepte mit einem sehr hohen Reifegrad vorliegen. Die Potentiale von Workflowmanagement und Fuzzy-Logik-Ansätze werden derzeit jedoch noch nicht ausreichend für den Produktentwicklungsbereich genutzt.

3 Anforderungen an das Management von Produktentwicklungsprozessen

Im Vergleich zu administrativen Prozessen, z. B. in Banken, Versicherungen oder in der industriellen Auftragsabwicklung, weisen industrielle Produktentwicklungsprozesse einige Besonderheiten auf, die erhöhte Anforderungen an das Prozeßmanagement stellen.

²³ Ad-hoc-Workflows sind Workflows, die aufgrund ihrer Unvorhergesehenheit oder ihres seltenen Auftretens nicht oder nur unvollständig modelliert wurden.

²⁴ Vgl. z. B. Krcmar, Zerbe (1996).

²⁵ Vgl. z. B. Ernst, Wolf (1996); Leyman (1996); Schrefl (1996).

²⁶ Vgl. z. B. Herbst (1996); Krause, Jansen, Kiesewetter (1996); Schwabe, Krcmar (1996).

²⁷ Vgl. Becker, Rehfeldt, Turowski (Auftragsabwicklung) (1996). Vgl. auch Rehfeldt, Turowski (1994); Lipp (1993).

²⁸ Vgl. Eversheim, Bochtler, Laufenberg (1995).

²⁹ Vgl. z. B. Mertens, Griese (1993); Vetschera (1995).

³⁰ Vgl. z. B. Dangelmaier, Schneider, Vitiello (1995).

Aus dem Ansatz des Concurrent Engineering ergeben sich für die Produktentwicklung komplex ineinander verzahnte Prozesse, die i. d. R. nebenläufige und iterative Strukturen aufweisen. Daraus entsteht zum einen ein hohes prozeßbezogenes Informationsvolumen, zum anderen ergibt sich durch den hohen ressourcenbezogenen Koordinationsaufwand eine komplexe Projektsteuerungsaufgabe. Eine weitere Schwierigkeit bei der Produktentwicklung sind die unsicheren Planungsdaten in der Frühphase der Entwicklung.³¹ Prozeßrelevante Entscheidungen von hoher Tragweite müssen zu einem Zeitpunkt getroffen werden, zu dem die dazu erforderlichen Informationen noch nicht in der hinreichenden Menge und Schärfe verfügbar sind. Damit kommt dem Erfahrungswissen eine zentrale Bedeutung zu, um dieses Informationsdefizit zu kompensieren.

Die *auftragsbezogene Produktentwicklung*, wie sie etwa in der Unikatfertigung³² oder in der Produktentwicklung als Dienstleistung vorkommt, ist im Vergleich zur auftragsanonymen Produktentwicklung komplexer. Dabei müssen Aufträge konstruktionsbegleitend abgewickelt werden, so daß über den Concurrent-Engineering-Ansatz hinaus die Parallelisierung und Integration der Aktivitäten zur Auftragsabwicklung miteinbezogen werden, wozu insbesondere die Fertigung gehört. Bei der mittleren Unikatfertigung wird die sich daraus ergebende zusätzliche Prozeßüberlappung im Vergleich zur Großunikatfertigung, wie etwa dem Großanlagen- oder Schiffsbau, noch dadurch verstärkt, daß viele Aufträge kleiner und mittlerer Größe parallel zueinander bearbeitet werden müssen. Daher stellt die auftragsbezogene Produktentwicklung den komplexesten Fall der Produktentwicklung dar.

Die Prozesse der Produktentwicklung müssen für jede Neuentwicklung anhand der spezifischen Produktstruktur neu definiert werden und sind aufgrund der komplexen Verzahnung der Abläufe, der stark vernetzten Kommunikationsstrukturen, des hohen kreativen Anteils und des Arbeitens mit unscharfen Informationen durch viele unvorhergesehene Änderungen geprägt. Der gesamte Produktentwicklungsprozeß ist demnach nur sehr eingeschränkt planbar.

Die sich daraus ergebende erhöhte Flexibilitätsanforderung an das Prozeßmanagement kann in vielen Fällen nicht effizient bewältigt werden, da insbesondere geeignete Instrumente zum Management nicht im voraus festgelegter Prozesse und zur Nutzung unscharfer Informationen fehlen. Folglich kann Concurrent Engineering nur selten konsequent umgesetzt werden.

³¹ Vgl. Eversheim et al. (1995).

Entwicklungsprozesse sind dabei häufig durch spontane, unsystematische Vorgehensweisen, hohe Fehlerhäufigkeiten und fehlende Transparenz bei den Beteiligten gekennzeichnet.

Dennoch ist eine weitgehende Strukturierung und praxisgerechte Darstellung der Prozesse sowie die zielgerichtete Nutzung, Wiederverwendung und Anpassung aller für das Prozeßmanagement relevanter Informationen notwendig.

Daraus ergibt sich die Forderung nach einem informationstechnisch basierten Konzept zur Unterstützung des Prozeßmanagements einer vernetzten Produktentwicklung, das sich auf spezifische Produktstrukturen und unvorhergesehene Situationen innerhalb laufender Prozesse flexibel anpassen läßt und auch unscharfe Informationen berücksichtigt.

4 Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung

Mit der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung wird im folgenden ein auf der Nutzung von Workflowmanagement- und Fuzzy-Logik-Ansätzen basierendes Konzept zur Unterstützung eines regelkreisorientierten Managements von schwach strukturierten, komplexen und durch unscharfe Informationen gekennzeichneten industriellen Produktentwicklungsprozessen vorgestellt.

4.1 Das Konzept der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung

Das Konzept berücksichtigt drei Aufgabendimensionen des Prozeßmanagements: Die Projektsteuerung, die Interaktion von Mitarbeitern in komplexen Prozessen sowie das Management unscharfer Informationen. Die grundlegende Idee des Konzepts besteht in der kombinierten Anwendung von Geschäftsprozeßregelung, Workflowmanagement und Fuzzy-Logik zur Optimierung der Erfolgsfaktoren der Produktentwicklung (vgl. Abbildung 1).

Geschäftsprozeßregelung

Der Begriff „Geschäftsprozeßregelung“ bezeichnet die Planung, Steuerung und Kontrolle betriebswirtschaftlicher Prozesse sowie die dynamische Kompensation von Abweichungen durch regulierende Eingriffe. Sie begleitet den gesamten Produktlebensweg und erstreckt sich von der operativen bis hin zur strategischen Ebene. Die operative Geschäftsprozeßregelung bezieht sich auf Eingriffe in laufende Prozesse auf Ebene der am Prozeß beteiligten

³² Vgl. Hirsch (1992); Kuhlmann et al. (1993).

Mitarbeiter, z. B. durch horizontale Selbstabstimmung. Die taktische Geschäftsprozeßregelung geht darüber hinaus, indem sie auch vertikale Koordinationsmaßnahmen, wie die Einflußnahme durch einen Projektmanager umfaßt. Auf strategischer Ebene bezieht sich die Geschäftsprozeßregelung auf die Prozeßverbesserung im Sinne einer kontinuierlichen Entwicklung, Unterstützung und Umsetzung von Verbesserungsaktivitäten unter der institutionalisierten Einbeziehung der Mitarbeiter.

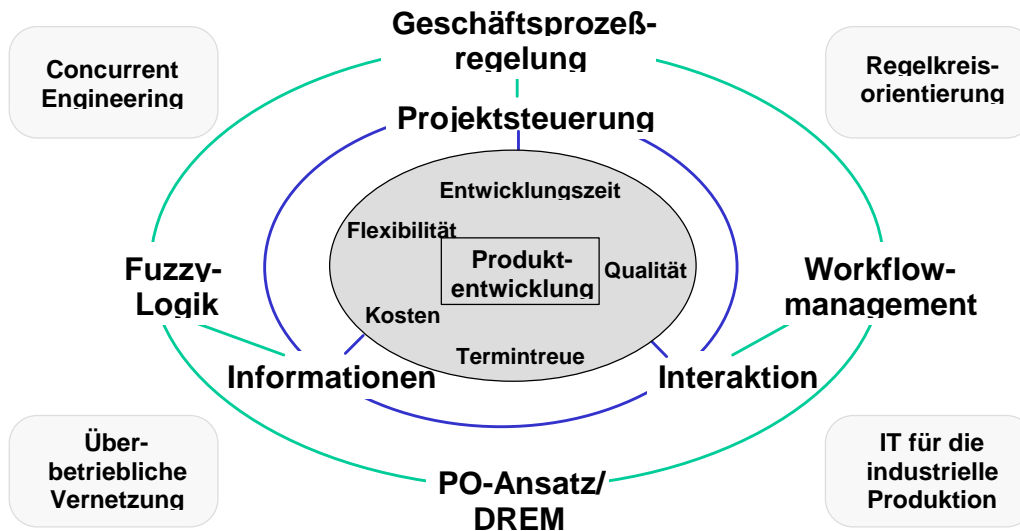


Abb. 1: Konzept der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung

Workflowmanagement

Die Geschäftsprozeßregelung kann informationstechnisch durch einen Workflowmanagement-Ansatz unterstützt werden, der die aktive Steuerung, Koordination und Überwachung der inner-, zwischen- und überbetrieblich verteilten Prozesse sowie die Kooperation der Fachbereiche eines Industrieunternehmens bzw. die Kooperation mit dessen Kunden und Zulieferern erleichtert. Zur Workflow-basierten Regelung werden für im voraus nicht planbare Geschäftsprozesse aufgabenbezogene Modellbausteine gebildet, die produktindividuell und situationsspezifisch zusammengefügt werden können. Hierauf basiert die produktstruktur- und situationsgetriebene Komposition der einzelnen Aufgaben des Prozeßmanagements und deren informationstechnische Unterstützung.

Fuzzy-Logik

Zur Ausübung der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung müssen entscheidungsrelevante Informationen für die Kontrolle von Prozessen und die Auswahl von regulierenden

Maßnahmen individuell bereitgestellt sowie die Entscheidungsfindung unterstützt werden. Zur Kompensation des Informationsdefizits sind dabei insbesondere unscharfe Prozeßinformationen und unscharfes Erfahrungswissen zu identifizieren und für die Geschäftsprozeßregelung systemgestützt bereitzustellen.³³ Außerdem können Fuzzy-Logik-basierte Mechanismen zur personenbezogenen Filterung bzw. Aggregation der vielen Prozeßinformationen und unscharfe Regeln zur Entscheidungsfindung eingesetzt werden. Der Einsatz von Fuzzy-Logik zielt somit auf die Nutzung von Informationen, die für die Geschäftsprozeßregelung relevant sind und verbessert deren Transparenz, Sicherheit und Qualität.³⁴ Dabei wird eine Abbildung der natürlichen Dispositionsfähigkeit des Menschen im kreativen Auftragsabwicklungsprozeß angestrebt.

Durch Kombination von Geschäftsprozeßregelung, Workflowmanagement und Fuzzy-Logik entsteht ein zu implementierendes *Workflow-basiertes Geschäftsprozeßregelungsmodell* als organisatorisches, informationstechnisches Instrument zur Unterstützung des Prozeßmanagements.

Informationstechnische Realisierung

Die informationstechnische Realisierung des Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelungsmodells basiert auf dem Planungsobjektansatz (PO-Ansatz).³⁵ Der PO-Ansatz zielt auf die objektorientierte DV-Unterstützung der parallelen Bearbeitung von betrieblichen Aufgaben, wobei organisatorische und DV-technische Aspekte durchgängig miteinander verbunden werden. Diese Durchgängigkeit des PO-Ansatzes wird erreicht, indem die Beschreibungsmittel der Organisationsgestaltung (z. B. Funktionen und organisatorische Einheiten) auch im Rahmen der Softwaresystemgestaltung verwendet werden. Dadurch entstehen auf Basis von modellierten Prozessen auf diese abgestimmte, prozeßorientierte und verteilte DV-Systeme.

Die Abbildung 2 faßt die wesentlichen methodischen Grundlagen der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung, die im folgendem Abschnitt noch vertieft werden, zusammen.

³³ Vgl. Spies (1993)

³⁴ Vgl. Becker, Rehfeldt, Turowski (Auftragsabwicklung) (1996).

³⁵ Zum Planungsobjektansatz vgl. Becker, Rehfeldt, Turowski (1995); Becker, Rehfeldt, Turowski (Strukturen) (1996).

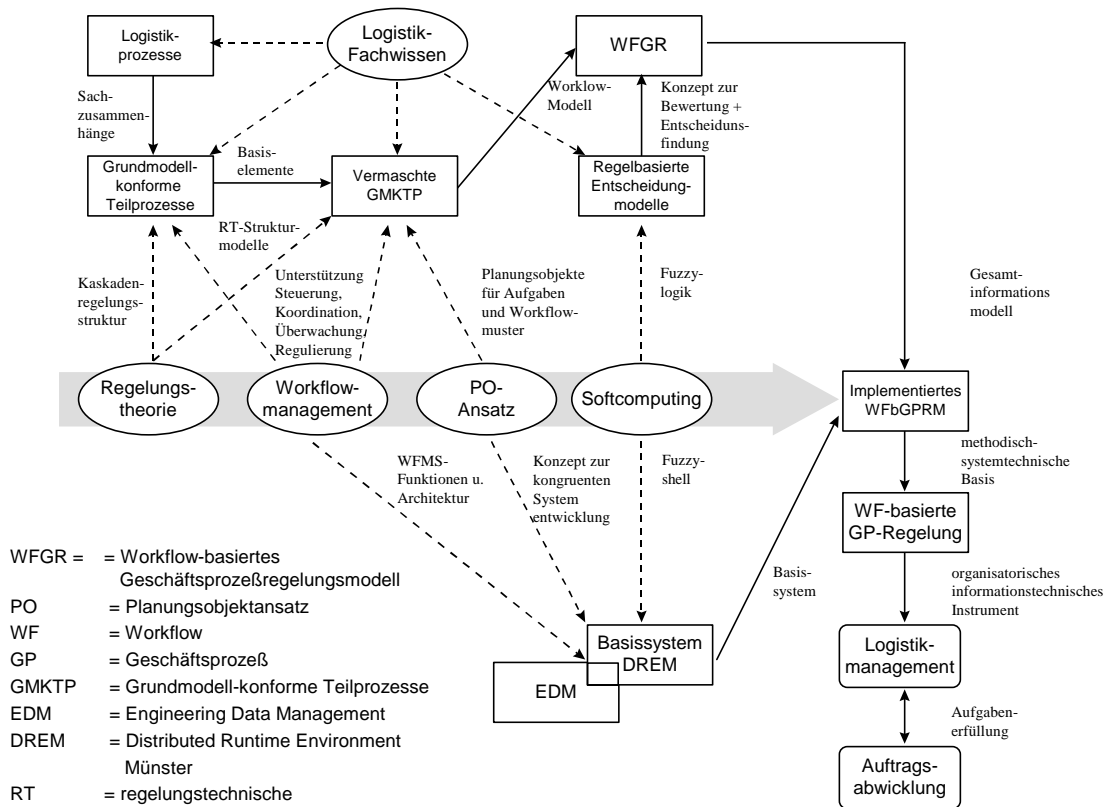


Abb. 2: Methodische Grundlagen der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung

4.2 Die Entwicklung eines Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelungsmodells

4.2.1 Grundmodell der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung

Workflowmanagement unterstützt zunächst nach dem Prinzip der Vorwärtskopplung in einem offenen Wirkungsablauf aktiv die *Steuerung* von Workflows, die hier als *Regelstrecke* zu sehen sind (vgl. Abbildung 3).³⁶ Die dabei durchzusetzenden *Führungsgrößen* sind Soll-Workflow-spezifikationen und diese ergänzende Soll-Workflowkennzahlen, die aus den Erfordernissen bzw. Erfolgsfaktoren der Fertigung abgeleitet werden (Zeiten, Mengen, Qualitätsgrößen). Die zur Laufzeit auftretenden Workflow-Istgrößen sind die *Steuergrößen*. Workflows werden von *Störgrößen*, d. h. nichtdeterminierten Störungen oder Änderungen, in unerwünschter und nicht vorhersehbarer Weise beeinflusst.

³⁶ Größenbezeichnung nach Föllinger, vgl. Föllinger (1994)

Ein geschlossener Wirkungsablauf in einem Regelkreis wird durch die Einbindung von Workflow-Monitoring erreicht. *Workflow-Monitoring* erfaßt die zur Laufzeit auftretenden Prozeß-Istgrößen, die *Regelgrößen*, bereitet diese auf und führt die Informationen nach dem Prinzip der Rückkopplung einem *Soll-Ist-Vergleich* zu.³⁷ In einem somit geschlossenen Wirkungsablauf werden Workflowmanagement-gestützt ggf. Korrekturmaßnahmen durch-gesetzt.

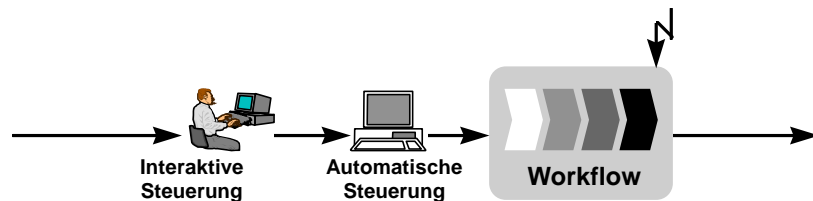


Abb. 3: Workflowmanagement im offenen Wirkungsablauf

Das in Abbildung 4 dargestellte *Grundmodell der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung* ist durch die Struktur einer dreischleifigen Kaskadenregelung, d. h. einer hierar-chischen Ineinanderschachtelung von drei einschleifigen Regelkreisen gekennzeichnet, bei der Workflowmanagement einen Bestandteil der Istwerterfassung und Regeleinrichtung bildet.

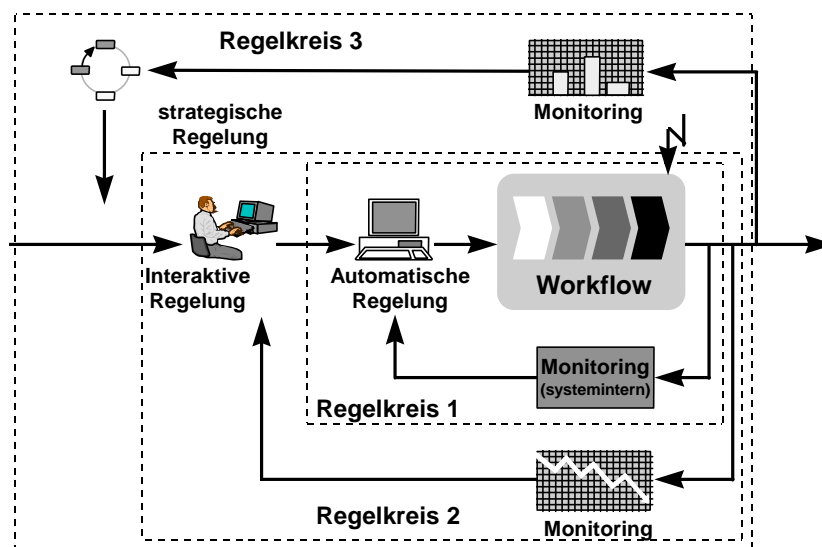


Abb. 4: Grundmodell der Geschäftsprozeßregelung

Der innere Regelkreis (*Regelkreis 1*) beschreibt die *automatisierte Geschäftsprozeßregelung*, die i. d. R. auf der operativen Ebene eingesetzt wird. Als Beispiel hierfür kann die vom Workflowmanagementsystem selbst vorgenommene erneute Aufforderung zur Bearbeitung

³⁷ Zur Workflow-Monitoring vgl. z. B. Rosemann, Püttmann (1996),

einer bestimmten Aufgabe nach einer vorher definierten Zeit angeführt werden, wie dies bei einigen Workflowmanagementsystemen möglich ist. Das Monitoring wird dabei lediglich systemintern durchgeführt, d. h. eine Mensch-Maschine-Interaktion findet nicht statt.

Der dazu übergeordnete *Regelkreis 2* bezieht sich auf die unterstützende Funktion des Workflowmanagements bei der operativen oder taktischen Geschäftsprozeßregelung durch eine oder mehrere jeweils zuständige Personen. Dabei wird auf Basis von entsprechend aufbereiteten Prozeßdaten (systemexternes Monitoring) in Interaktion mit dem Workflowmanagementsystem aktiv in den Prozeß eingegriffen. Ein einfaches Beispiel hierfür ist die automatische Meldung eines Terminverzugs durch das System an den Projektleiter, der daraufhin entsprechende Maßnahmen ergreift.

Parallel dazu führt der äußere Regelkreis (*Regelkreis 3*) die strategische Geschäftsprozeßregelung im Sinne des *Backward-Engineering*³⁸ aus. Damit beschreibt er den kontinuierlichen Verbesserungsprozeß im Rahmen des Workflow-Lebenszyklus³⁹. Entscheidungsgrundlage sind dabei ebenfalls durch systemexternes Monitoring erzeugte Prozeßdaten, die allerdings i. d. R. ein höheres Aggregationsniveau als die bei der operativen Geschäftsprozeßregelung genutzten Prozeßdaten aufweisen.

Das Grundmodell ergibt sich aus der Zerlegung einer Regelungsaufgabe in eine Abfolge von innen nach außen jeweils übergeordneter entscheidungsinstanzbezogener Teil-Regelungsaufgaben.

4.2.2 Modellbildung

Entsprechend dem Grundmodell läßt sich das gesamte Regelungsproblem, das mit der Projektmanagementaufgabe in der Produktentwicklung verbunden ist, in einfachere Teilprobleme aufteilen. Hierzu wird ein Entwicklungsprozeß in *Grundmodell-konforme Teilprozesse* zerlegt. Auf der Ebene des Projektmanagements entsteht damit für jede durchzuführende Regelungsaufgabe eine selbstregelnde Einheit, die in weitestgehender Eigenverantwortung handelt. Die dadurch erreichte Dezentralisierung der Gesamtregelungsaufgabe wird, wie im folgenden dargestellt, durch das Überordnen von Fremdregelungskreisen zu einem Modell weiterentwickelt, bei dem das erläuterte Grundmodell als Basiselement in unterschiedliche horizontal und vertikal vermaschte regelungstechnische Strukturmodelle eingebettet ist.

³⁸ Galler (1994)

³⁹ Vgl. z. B. Galler, Scheer (1995); Heilmann (1996).

Die Grundmodell-konformen Teilprozesse können auf Workflowmanagementebene jeweils auf Subworkflows abgebildet werden, die in Superworkflows entsprechend der Regelkreisvermaschung miteinander verknüpft werden. Aufgrund der Kundenauftragsindividualität des Ablaufes der Auftragsabwicklung können die Superworkflows i. d. R. nicht im voraus modelliert werden. Dagegen werden Subworkflows im voraus modelliert und als *Modellbausteine* bereitgestellt. In vielen Fällen laufen die Subworkflows nach weitgehend festen Regeln ab und können somit durch konventionelles Workflowmanagement unterstützt werden. Das Management der Superworkflows, die nicht im voraus modellierbar sind, kann durch die erläuterte Baukastentechnik unterstützt werden.

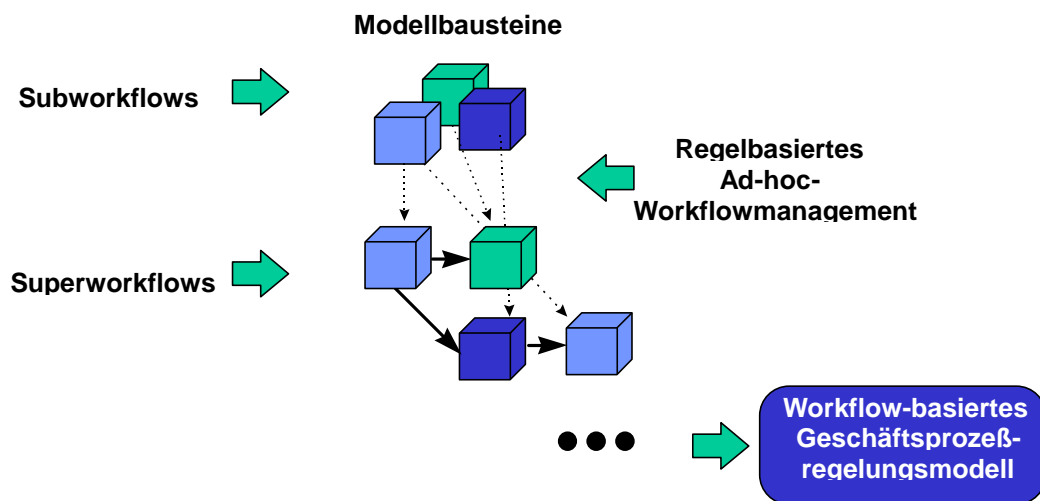


Abb. 5: Bildung des Workflow-basierten Geschäftsprozessregelungsmodells

Die Ad-hoc-Modellierung der Superworkflows kann dabei durch die Auswahl und Verknüpfung der Modellbausteine erfolgen. Dies kann durch ein unscharfes regelbasiertes System unterstützt werden. Fachbezogene Grundlage hierfür sind die Zusammenhänge zwischen dem Ablauf der Produktentwicklung und dessen Determinanten „Produktstruktur“ und „Situation“. Die Zusammenführung aller Superworkflow-Modelle führt zu einem Workflowmodell, welches die Ablaufstruktur des Workflow-basierten Geschäftsprozessregelungsmodells beschreibt (vgl. Abbildung 5).

Zur Darstellung der für die Workflow-basierte Geschäftsprozessregelung notwendigen Entscheidungsprozesse ist das Modell um Informationen anzureichern, die insbesondere auf die Darstellung unscharfer Führungsgrößenabweichungen und sich daraus ableitenden Maßnahmen der Geschäftsprozessregelung zielen. Die dazu erforderlichen Entscheidungen können zur

Laufzeit systemgestützt anhand scharfer und unscharfer Entscheidungsregeln, die auf Basis von Fuzzy-Logik zu formulieren sind, sowohl automatisch als auch interaktiv getroffen werden.⁴⁰

4.3 Die informationstechnische Umsetzung der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung

Im folgenden wird die informationstechnische Realisierung der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung beschrieben. Dazu wird zunächst die Verwendung des Planungsobjekt-Ansatzes und die darauf basierende Softwarearchitektur der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung dargestellt. Anschließend wird auf Engineering Data Management (EDM) als Ansatz zur datengetriebenen Integration von CIM-Teilsystemen eingegangen.

4.3.1 Der Planungsobjekt-Ansatz

Den Ausgangspunkt für die informationstechnische Realisierung bildet die Organisationsgestaltung, in deren Rahmen Grundmodell-konforme Teilprozesse als Basiselemente der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung identifiziert werden. Dazu werden betriebliche Aufgaben identifiziert, die als eigene Softwarebausteine (Planungsobjekttypen⁴¹) implementiert werden. Insbesondere die Regelung von Geschäftsprozessen stellt hier eine betriebliche Aufgabe dar, die als Planungsobjekttyp implementiert werden kann. Um den Übergang von der Organisationsgestaltung bis hin zur DV-Systemgestaltung durchgängig zu realisieren, können die in den Basiselementen enthaltenen Elementarworkflows als Planungsobjekttypen implementiert werden. Auf Basis des PO-Ansatzes kann auf diese Weise die Struktur des Informationssystems kongruent zur Zerlegung der Gesamtregelungsaufgabe und der Regelungsstruktur gestaltet werden. Unscharfe Informationen werden im PO-Ansatz explizit berücksichtigt und können im Rahmen der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung systemunterstützt verfügbar gemacht werden.⁴² Die Wiederverwendbarkeit der Modellbausteine (Basiselemente, Grundmodell-konforme Teilprozesse) kann durch objektorientierte Vererbungsmechanismen realisiert werden. Der PO-Ansatz erweitert den Workflowmanagement-Ansatz dahingehend, als daß neben der Regelung des Kontrollflusses zusätzlich

⁴⁰ Vgl. Rehfeldt, Turowski (Coordination) (1995). Vgl. auch Rehfeldt, Turowski (Workflow) (1995).

⁴¹ Ein Planungs- bzw. Informationsobjekttyp beschreibt jeweils die Struktur und das Verhalten aller gleichartigen Objekte. Die konkreten Objekte werden dann durch Instanziierung des Typs erzeugt. Diese Betrachtungsweise stammt aus der objektorientierten Programmierung und ist identisch mit der Typ- oder Ausprägungsunterscheidung, wie sie bei Entity-Relationship Modellen (ERM) verwendet wird. Vgl. Scheer (1994), S. 31.

⁴² Vgl. Rehfeldt, Turowski (Fuzzy Objects) (1996).

noch die Verwaltung von Nutzdaten und die Implementierung der durch Elementarworkflows⁴³ referenzierten Anwendungen berücksichtigt werden. Das für den PO-Ansatz entwickelte Basissystem DREM bietet aufgrund der genannten Charakteristika des PO-Ansatzes eine geeignete Implementierungsplattform für die Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung.⁴⁴

Die im Rahmen der Organisationsgestaltung ermittelten Informationsobjekte können als Informationsobjekttypen implementiert werden, was insbesondere auch für Fuzzy-Informationsobjekte gilt. Mittels der Fuzzy-Informationsobjekte werden die unscharfen Informationen und die unscharfen Entscheidungsregeln durch das System bzw. dem System selbst verfügbar gemacht. Für die Ausführung von nicht elementaren Workflows kann ein Workflow-managementsystem herangezogen, das ebenso wie die anderen beteiligten Anwendungssysteme auf die Entwicklungs- und Laufzeitumgebung DREM zurückgreifen kann. Nicht elementare Workflows ergeben sich aus den Basiselementen und aus deren Vermaschung. Eine mögliche Softwarearchitektur zur Umsetzung der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung zeigt Abbildung 6.

4.3.2 Engineering Data Management (EDM)

Für die effiziente Erfüllung der Produktentwicklungsaufgabe ist eine gezielte Informationsversorgung aller am Produktentwicklungsprozeß beteiligten Mitarbeiter zu gewährleisten. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit einer sinnvollen Integration der vielschichtigen Informationsflüsse zwischen den verschiedenen Arbeitsbereichen. Grundlage hierfür ist eine Datenbasis, auf die alle Arbeitsbereiche zugreifen können, wobei die hierfür erforderlichen Daten durch die den Arbeitsbereichen aufgesetzten CIM-Teilsysteme verwaltet werden. Die hierdurch realisierte anwendungsunabhängige Datenorganisation soll ermöglichen, daß Datenstrukturen unabhängig von einzelnen Anwendungen entworfen und gestaltet werden können. In der Produktentwicklung ist hierfür eine Verbindung zwischen Office-, CAx- und PPS-Systemen herzustellen. In diesem Zusammenhang ist Engineering Data Management (EDM) in den letzten Jahren Gegenstand intensiver Diskussionen.

⁴³ Ein Elementarworkflow ist ein Workflow, der auf eine externe Anwendung referenziert, vgl. Jablonski (1995), S. 20.

⁴⁴ Zu DREM vgl. Rehfeldt, Turowski (DREM) (1996).

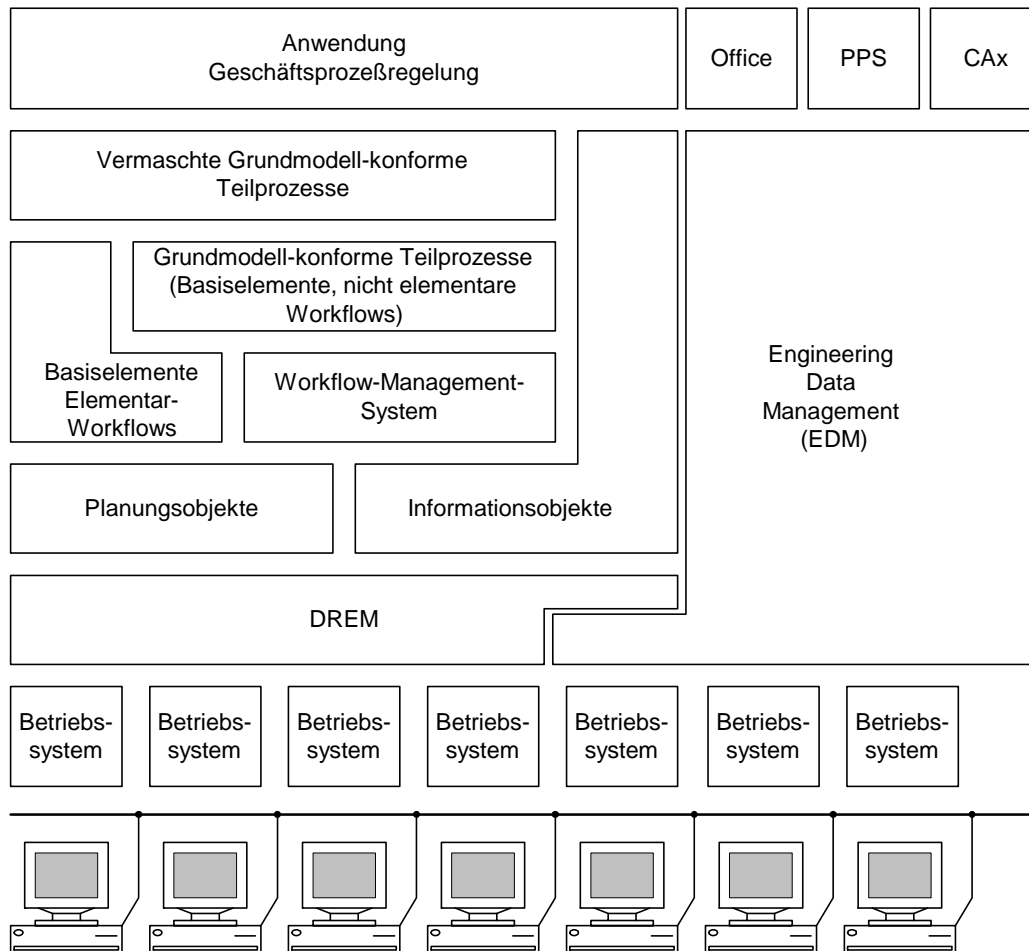


Abb. 6: Softwarearchitektur der Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung

*EDM*⁴⁵ ist ein Konzept zur bereichsübergreifenden Integration der Informationsflüsse und der Abläufe in den Geschäftsprozessen im gesamten Lebenszyklus von Produkten. Als *Engineering Daten* werden dabei alle technisch orientierten Daten und Dokumente bezeichnet, die im Verlauf des Produktentstehungsprozesses oder in der Anlagenplanung erzeugt oder verwendet und für die Weiterverarbeitung gespeichert werden. Sie werden stets produktbezogen strukturiert und gehandhabt, so daß man auch von *Produktdaten* bzw. *Produktdatenmanagement (PDM)* spricht. Die Produkt- und Anlagedaten sind Inhalt von verschiedenen Formen von Dokumenten. Unter EDM werden alle Funktionen zusammengefaßt, die für die Bearbeitung und Verteilung der Produkt- und Anlagedaten sowie von Dokumenten erforderlich sind. *EDM-Systeme* übernehmen hierbei die Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung aller produkt- und anlagenbeschreibenden Daten und Dokumente im gesamten Produkt-Lebenszyklus, einschließlich Recycling. Sie werden folglich als Basis für die Integration der

⁴⁵ Vgl. z. B. Abramovici, Bickelmann (1993); Reinhart, Brandner (1996).

Produktionsinformationssysteme über eine gemeinsame Datenbasis, für die Daten- und Dokumentenversorgung und damit auch für das Prozeßmanagement gesehen.⁴⁶

Ein wichtiger Bestandteil der informationstechnischen Realisierung der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung ist daher die Einbeziehung eines EDM-Systems in die Softwarearchitektur (vgl. Abbildung 6). Das EDM-System soll hierbei die für die Ausführung von Workflows benötigten Daten und Dokumente - insbesondere produktorientierte Engineering Daten - bereitstellen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Der Verbesserung von Produktentwicklungsprozessen kommt im Hinblick auf den wirtschaftlichen Erfolg von Industrieunternehmen eine zentrale Bedeutung zu. Die hohen Anforderungen an das Management der dort auftretenden komplexen, oft nicht vorhersehbaren und durch unscharfe Informationen gekennzeichnete Prozesse kann jedoch nur mit Hilfe entsprechender Informationssysteme effizient bewältigt werden. Die Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung ist ein geeigneter Ansatz, mit dem aus Anwendersicht folgende Verbesserungen erreicht werden können:

- Eine Verbesserung des Prozeßmanagements durch die flexible informationstechnische Unterstützung der Regelung von Prozessen, wobei insbesondere die Anpaßbarkeit an individuelle Bedingungen von Kundenaufträgen vereinfacht und die Flexibilität in Bezug auf die Beherrschung unvorhergesehener Situationen erhöht wird.
- Eine erhöhte Transparenz und Regelbarkeit komplexer Abläufe durch deren systematische regelkreis- und prozeßorientierte Gestaltung.
- Eine einfach an die individuellen Gegebenheiten anpaßbare transparente Systemarchitektur, die dediziert eine organisatorisch dezentral und technisch verteilte Gruppenarbeit und damit eine vernetzte und simultane Auftragsabwicklung unterstützt.

⁴⁶ Vgl. z. B. Horn, Brockhaus (1995); Marcial, Matthes, Petters (1995). In diesem Zusammenhang wird auch häufig die Notwendigkeit von EDM für die Realisierung von Concurrent Engineering im allgemeinen festgestellt. Vgl. z. B. Heß et al. (1996).

Die Innovation des Ansatzes liegt insbesondere in der Fundierung der Geschäftsprozeßregelung, in der Nutzung von unscharfen Informationen für das Prozeß- und Workflowmanagement, in der Verwendung von neuen Workflowmanagement-Techniken, in der Erschließung einer neuen Anwendungsdomäne für das Workflowmanagement sowie in der Integration dieser Ansätze in einem Modell. Somit kann eine Erweiterung und Zusammenführung von Regelungstheorie, Prozeß- und Workflowmanagement, Fuzzy-Logik und Systemplanung erreicht werden.

Es konnte gezeigt werden, daß entsprechende Basistechnologien zur Realisierung der Workflow-basierten Geschäftsprozeßregelung vorliegen. Gleichwohl besteht mit der Validierung des Ansatzes in der Praxis noch eine Forschungsaufgabe.

Literatur

- Abramovici, M., Bickelmann, S.: Engineering Daten Management (EDM) Systeme: Anforderungen, Stand der Technik und Nutzenpotentiale. CIM-Management, 9 (1993) 5, S. 21-28.
- Adam, A.: Messen und Regeln in der Betriebswirtschaft. Einführung in die informationswissenschaftlichen Grundzüge der industriellen Unternehmensforschung. Würzburg 1959.
- Al-Ani, A.: Continuous Improvement als Ergänzung des Business Reengineering. zfo, 65 (1996) 3, S. 143-148.
- Bach, V, Brecht, L., Österle, H.: Workflow Systeme und BPR-Tools in der Führung von Geschäftsprozessen. m&c, 3 (1995) 4, S. 285-289.
- Baetge, J.: Thesen zur Wirtschaftskybernetik. In: Kybernetische Methoden und Lösungen in der Unternehmenspraxis. Hrsg.: J. Baetge. Münster 1983, S. 11-24.
- Becker, J.: CIM-Integrationsmodell. Die EDV-gestützte Verbindung betrieblicher Bereiche. Berlin et al. 1991.
- Becker, J.: Business Process Reengineering: Sturm im Wasserglas oder Konzeption mit Ver- (und Be-)stand? m&c, 3 (1995) 1, S. 65-66.
- Becker, J., Rehfeldt, M., Turowski, K.: Koordination verteilter Objekte in der PPS. CIM-Management, 11 (1995) 3, S. 33-37.
- Becker, J., Rehfeldt, M., Turowski, K (Auftragsabwicklung): Auftragsabwicklung mit unscharfen Daten in der Industrie. In: Tagungsband zum 2. Göttinger Symposium Soft-computing. Hrsg.: J. Biethahn, A. Hönerloh, J. Kuhl, V. Nissen. Göttingen 1996, S. 51-61.
- Becker, J., Rehfeldt, M., Turowski, K. (Strukturen): DV-Unterstützung einer dezentralen Produktionsplanung und -steuerung durch Planungsobjekte. In: Werkstattmanagement, Organisation und Informatik. Hrsg.: E. Scherer, P. Schönsleben, E. Ulich. Zürich 1996, S. 333-352.
- Becker, J., Rosemann, M.: Logistik und CIM: Die effiziente Material- und Informationsflußgestaltung in Industrieunternehmen. 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.
- Bertalanffy, L.: General System Theory. London 1971.
- Bullinger, H.-J., Warschat, J.: Concurrent Simultaneous Engineering Systems. Berlin, Heidelberg 1996.
- Bullinger, H.-J., Warschat, J., Wörner, K., Wißler, K.F.: Rapid Product Development: Ein iterativer Lösungsansatz zur Verkürzung der Entwicklungszeit in dynamischen Umfeldern. VDI-Z, 138 (1996) 5, S. 38-41.
- Czichos, R.: Change-Management. Konzepte, Prozesse, Werkzeuge für Manager, Verkäufer, Berater und Trainer. München 1993.
- Dangelmaier, W., Schneider, U., Vitiello, M.: Objektorientierte Wissensbasis der Fertigungssteuerung. CIM-Management, 11 (1995) 1, S. 50-54.

- Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung: Methoden für die Prozeßorganisation, Produkterstellung und Konstruktion. München 1995
- Ernst, M., Wolf, M.-R.: Ein Vorschlag zum Einsatz von Wiederverwendungskonzepten im Workflow Management. HMD, 33 (1996) 188, S. 116-124.
- Eversheim, W., Bochtler, W., Laufenberg, L.: Simultaneous Engineering. Berlin et al. 1995.
- Eversheim, W., Roggatz, A., Zimmermann, H.-J., Derichs, T.: Kurze Produktentwicklungszeiten durch Nutzung unsicherer Informationen. it+ti, 37 (1995) 5, S. 47-53.
- Fischer, T.: Koordination betriebswirtschaftlicher Regelungsaufgaben im Rahmen eines integrierten Informationssystems der Unternehmung. Renningen et al. 1994.
- Fitzgerald, J., Fitzgerald, A.-F.: Fundamentals of Systems Analysis. 2. Ed. New York et al. 1981.
- Flechtner, H.-J.: Grundbegriffe der Kybernetik. 5. Aufl., Nördlingen 1984.
- Föllinger, O.: Regelungstechnik. Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Aufl. Heidelberg 1994.
- Friedrich, J.: CSCW in der Produktion. In: Einführung von CSCW-Systemen in Organisationen. Hrsg.: U. Hasenkamp. Braunschweig et al. 1994, S. 235-243.
- Galler, J.: Vom Geschäftsprozeßmodell zur Workflow-Anwendung. m&c, 2 (1994) 4, S. 307-308.
- Galler, J. Scheer, A.-W.: Workflow-Projekte: Vom Geschäftsprozeßmodell zur unternehmensspezifischen Workflow-Anwendung. Information Management, 10 (1995), S. 20-27.
- Götze, S.: Die multikriterielle Entscheidungsfindung als Modell für die Simultane Produktentwicklung. Aachen 1995.
- Haberfellner, R.: Systems engineering: Methodik und Praxis. Hrsg.: W. F. Daenzer. 8. Aufl. Zürich 1994.
- Haberfellner, R.: Die Unternehmung als dynamisches System. Zürich 1975.
- Heilmann, H.: Die Integration der Aufbauorganisation in Workflow-Management-Systeme. In: Information Engineering. Hrsg.: H. Heilmann et al. München 1996, S. 147-165.
- Heinrich, L. J.: Systemplanung - Planung und Realisierung von Informatik-Projekten (2 Bände). 6. Aufl. (Bd. 1) bzw. 5. Aufl. (Bd. 2). München, Wien 1994.
- Herbster, C.: Berkomp-Verbundprojekt Workflow und Telekooperation (WOTEL). DV-Management (1996) 2, S. 77-78.
- Heß, P., Hube, H., Merabti, M., Colquhoun, G., Hanneghan, M.: Concurrent Engineering effizient nutzen. VDI-Z, 138 (1996) 3, S. 51-53.
- Vgl. Hirsch, B.: CIM in der Unikatfertigung und -montage. Berlin et al. 1992.
- Horn, H., Brockhaus, R.: Workflow-Management- und EDM-Systeme. ZwF, 90 (1995) 7-8, S. 378-380.
- Huch, B.: Integrierte Informationssysteme im Controlling. In: Managementorientiertes Rechnungswesen. Hrsg: J. Bloech et al. Wiesbaden 1993, S. 21-37.
- Imai, M.: Kaizen. Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. 6. Aufl., München 1992.
- Jablonski, S.: Workflow-Management-Systeme. Modellierung und Architektur. Bonn 1995.
- Kaczmarek, H.: Beumer Maschinenfabrik: Projektverwaltung für die Auftragsfertigung. In: Unternehmenserfolg durch effizientere Arbeitsabläufe. München 1995, S. 171-173.

- Krause F.-L., Jansen, H., Kiesewetter, T.: Verteilte, kooperative Produktentwicklung. *ZwF*, 91 (1996) 4, S. 147-151.
- 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*. Hrsg.: J. Becker, M. Rosemann. Münster 1996, S. 28-36.
- Kuhlmann, Lischke, C., Oehlmann, R., Thoben, K.-D.: Concurrent Engineering in der Unikatfertigung. *CIM-Management*, 9 (1993) 2, S. 11-16.
- Leymann, F.: Workflow make Objekts really useful. *EMISA-Forum*, (1996) 1, S. 90-99.
- Liesmann: Strategisches Controlling als Aufgabe des Managements. In: *Handbuch Controlling*. Hrsg.: E. Mayer, J. Weber. Stuttgart 1990, S. 303-323.
- Lipp, H.-P.: Flexible Produktionsführung durch unscharfe Produktionsprozeßregelung. In: *Ta-gungsband zum 2. Anwendersymposium zu Fuzzy Technologien Aachen*. Hrsg.: MIT Aachen. Aachen 1993.
- Loos, P.: Workflow und industrielle Produktionsprozesse: Ansätze zur Integration. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 123. Saarbrücken 1996.
- Marcial, F., Matthes, J., Petters, H.: Grundlagen des Workflow-Management. *CAD-CAM Report*, 14 (1995) 1, S. 34-42.
- Meffert, H.: Systemtheorie aus betriebswirtschaftlicher Sicht. In: *Systemanalysen in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*. Hrsg.: K.-E. Schenk. Berlin 1971, S. 174-206.
- Mertens, P., Griese, J.: Integrierte Informationsverarbeitung II: Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie. 7. Aufl., Wiesbaden 1993.
- 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.
- Niemeyer, G.: *Kybernetische System- und Modelltheorie*. München 1977.
- Oakland, J. S.: *Total quality management: the route to improving performance*. 2. Ed. Oxford 1995.
- Oberweis, A.: *Modellierung und Ausführung von Workflows mit Petri-Netzen*. Stuttgart, Leipzig 1994.
- Pawellek, G., Best, D.: Anwendung kybernetischer Prinzipien zur Produktionsorganisation und -steuerung. *VDI-Z*, 134 (1992) 3, S. 90-93.
- Pfeifer, T. *Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken*. 2. Aufl., München 1996.
- Picot, A., Rohrbach, P.: Organisatorische Aspekte von Workflow-Management-Systemen. *Information Management*, 10 (1995) 1, S. 28-35.
- Rehfeldt, M., Turowski, K.: Impact on Integrated Information Systems through Fuzzy Technology. In: *EUFIT '94*. Hrsg.: H.-J. Zimmermann. Bd. 3. Aachen 1994, S. 1637-1645.
- Rehfeldt, M., Turowski, K. (Coordination): Anticipating Coordination in Distributed Information Systems through Fuzzy Information. In: *EUFIT '95*. Hrsg.: H.-J. Zimmermann. Bd. 3. Aachen 1995, S. 1774-1779.

- Rehfeldt, M., Turowski, K. (Workflow): A Fuzzy Distributed Object-Oriented Database System as a Basis for a Workflow Management System. In: IFSA '95. Bd. 2. Sao Paulo 1995, S. 365-368.
- Rehfeldt, M., Turowski, K. (DREM): DREM-Systemhandbuch. Internes Arbeitspapier des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Münster 1996.
- Rehfeldt, M., Turowski, K. (Fuzzy Objects): Fuzzy Objects in Production Planning and Control. In: EUFIT '96. Hsrg. H.-J. Zimmermann. Bd. 3. Aachen 1996, S. 1985-1989.
- Reinhart, G., Simon, D.: Fertigungsregelung durch zielgrößenorientierte Planung und logistisches Störgrößenmanagement. *ZwF*, 90 (1995) 3, S. 86-89.
- Reinhart, G., Brandner, S.: Prozeßmanagement im Engineeringbereich mit Produktdatenmanagementsystemen. *m&c*, 4 (1996) 3, S. 133-140.
- Rosemann, M.: Beschreibung und Gestaltung der Produktion auf der Basis Grundsätze ordnungsmäßiger Prozeßmodellierung. In: Tagungsband Re-Engineering-Kongreß. Hrsg.: IDG. Frankfurt a. M. 1994, S. 52-86.
- Rosemann, M., Püttmann, M.: Konzeption und Realisierung eines Prozeßinformationssystems. In: *Workflowmanagement: State-of-the-Art aus Sicht von Theorie und Praxis*. Hrsg.: J. Becker, M. Rosemann. Münster 1996, S. 66-71.
- Scheer, A.-W.: *Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*. 4. Aufl. Berlin et al. 1994.
- Scholz, C.: Betriebswirtschaftslehre + kybernetische Systemtheorie = Betriebskybernetik? In: *Angewandte Wirtschafts- und Sozialstatistik*. Hrsg.: B. Schiemenz, A. Wagner. Münster 1984.
- Schrefl, M., Kneng, P., Bichler, P.: Geschäftsprozeßmodellierung: ein zielbasierter Ansatz. *Information Management*, 11 (1996) 2, S. 40-50.
- Schwabe, G., Krcmar, H.: *CSCW-Werkzeuge*. *Wirtschaftsinformatik*, 38 (1996) 2, S. 209-224.
- Spies, M.: *Unsicheres Wissen*. Heidelberg et. al. 1993.
- Unbehauen, H.: *Regelungstechnik*. Bd. 1-3. Wiesbaden 1993 u. 1994.
- Vetschera, R.: *Informationssysteme in der Unternehmensführung*. Berlin 1995.
- Warnecke, H.-J.: *Revolution der Unternehmenskultur: Das Fraktale Unternehmen*. Berlin 1993.
- Warnecke, G., Rauch, C.: Produktorganisation auf der Basis von integrierten Regelkreisen. *Industrie Management*, 12 (1996) 3, S. 48-52.
- Wiendahl, H.-P., Petermann, D.: Beherrschte Abläufe: Trends in der Produktionsplanung und -steuerung. *iX* (1994) 8, 122-129.
- Wiener, N.: *Cybernetics*. Paris, New York 1948.
- Wildemann, H.: Ein Ansatz zur Steigerung der Reorganisationsgeschwindigkeit von Unternehmen: die lernende Organisation. *ZfB-Ergänzungsheft*, 65 (1995) 3, S. 1-22.

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 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 der 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, T.; Püttmann, M.: Konzeption und prototypische Realisierung eines Informationssystems für das Prozeßmonitoring und -controlling; September 1996.
- Nr. 50 von Uthmann, C., Turowski, K. unter Mitarbeit von Rehfeldt, M., Skall, M.: Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung als Konzept für das Management industrieller Produktentwicklungsprozesse; Oktober 1996.