

Darstellung und Vergleich von Vorgehensmodellen zur Entwicklung von Workflow-Anwendungen

Roland Holten

Rüdiger Striemer

Mathias Weske

Westfälische Wilhelms-
Universität Münster
Institut für Wirtschaftsinformatik
Grevener Str. 91
48159 Münster
isroho@wi.uni-muenster.de

Fraunhofer-Institut für
Software- und Systemtechnik
Postfach 52 01 30
44207 Dortmund
striemer@do.isst.fhg.de

Westfälische Wilhelms-
Universität Münster
Institut für Wirtschaftsinformatik
Grevener Str. 91
48159 Münster
weske@uni-muenster.de

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt eine vergleichende Analyse von Vorgehensmodellen zur Entwicklung von Workflow-Anwendungen vor. Auf der Basis eines Vorgehens-Meta-Modells werden unterschiedliche, der Literatur entnommene Vorgehensmodelle auf einheitliche Weise dargestellt und anhand eines Kriterienkataloges miteinander verglichen.

Schlüsselworte: Workflow-Management, Vorgehensmodelle, Meta-Modellierung

1 Einleitung

Workflow-Anwendungen werden in komplexen Prozessen entwickelt, an denen in der Regel eine Reihe von Personen beteiligt sind, die unterschiedliche Methoden, Techniken und Werkzeuge verwenden und auf komplexe Art und Weise interagieren, um ausgehend von einer gegebenen betriebswirtschaftlichen Problemstellung zu einer effizienten und den definierten Anforderungen genügenden Workflow-Anwendung zu gelangen [LeyAlt95,

GeHoSh95]. Abstraktionen solcher Prozesse werden als *Vorgehensmodelle* bezeichnet. Weil der Vorgehensweise bei der Entwicklung von Workflow-Anwendungen eine zentrale Bedeutung zukommt, ist es wichtig, Vorgehensmodelle zu studieren, zu klassifizieren und ihre Eigenschaften hinsichtlich von Einsatzkriterien miteinander zu vergleichen. In diesem Beitrag stellen wir einen Ansatz zur einheitlichen Beschreibung und vergleichenden Analyse von Vorgehensmodellen vor.

Das dieser Arbeit zugrundegelegte Verständnis des Begriffes "Vorgehensmodell" umfaßt nicht nur die logische Abfolge von Entwicklungsphasen sondern auch die in einer Phase erstellten Dokumente, die verwendbaren Sprachen und die durchführenden Personen. Diese Komponenten werden in einem Meta-Modell mit ihren gegenseitigen Beziehungen angeordnet, um einen Vergleich verschiedener Vorgehensmodelle in einer einheitlichen Beschreibungsform zu ermöglichen.

Dieser Beitrag ist wie folgt gegliedert: In Kapitel 2 stellen wir ein Meta-Modell vor, das die Modellierung von Vorgehensmodellen erlaubt. Dieses Meta-Modell verwendend, beschreibt Kapitel 3 ausgehend von einem beispielhaften Ansatz eine Reihe gängiger und in der Literatur diskutierter Vorgehensmodelle. Kapitel 4 stellt zunächst einen Kriterienkatalog zur vergleichenden Analyse dieser Modelle auf und vergleicht die Vorgehensmodelle unter Betrachtung der entwickelten Kriterien. Ein Ausblick auf zukünftige Arbeiten beschließt diesen Beitrag.

2 Darstellung von Vorgehensmodellen

In der Literatur sind eine Reihe von Vorgehensweisen zur Entwicklungen von Workflow-Anwendungen beschrieben worden (etwa [Jab95, ScNZ95, DGS95]). Dabei wurde untersucht, welche Aktivitäten auszuführen sind, um ausgehend von einer konkreten Problemstellung in einem Unternehmen zu einer effizienten und angemessenen Workflow-Anwendung zu gelangen. Diese Vorgehensmodelle werden oft lediglich implizit dargestellt, was eine vergleichende Analyse der Vorgehensmodelle unterschiedlicher Ansätze erschwert. Um unterschiedliche Vorgehensweisen auf einheitliche Weise darstellen zu können, ist eine Modellierung dieser Vorgehensweisen notwendig. In diesem Kapitel wollen wir ein *Meta-Modell zur Beschreibung von Vorge-*

hensmodellen angeben, und damit die Voraussetzung für eine eine vergleichende Analyse unterschiedlicher Vorgehensmodelle schaffen.

Bei der Modellierung sind unterschiedliche Abstraktionsebenen zu unterscheiden. Auf der Meta-Modell-Ebene beschreiben wir die Komponenten von Modellen und deren Beziehungen. Daher ist ein Modell stets eine Instanz eines Meta-Modells. Beispielsweise ist ein konkretes Vorgehensmodell eine Instanz des Vorgehens-Meta-Modells. Analog besteht eine Modell-Instanz-Beziehung zwischen einem konkreten Vorgehensmodell und einer Ausführung dieses Modells, d.h. einer Entwicklung einer Workflow-Anwendung.

Zur Darstellung von Meta-Modellen verwenden wir eine ER-basierte Notation, in der Entitäten der Realwelt in Typen klassifiziert sind, deren Beziehungen durch gerichtete und mit Bezeichnern versehene Kanten markiert sind. Beziehungen zwischen Entitytypen können durch Kardinalitäten konkretisiert werden, denen die übliche (min,max)-Bedeutung zugeschrieben wird.

Zunächst wird das dieser Arbeit zugrundegelegte Verständnis des Begriffes *Vorgehensmodell* und anschließend das resultierende Meta-Modell beschrieben. Vorgehensmodelle unterscheiden eine Reihe von Phasen, in denen Dokumente erstellt werden, die von anderen Phasen verwendet werden können. Diese Sichtweise ist in unterschiedlichen Anwendungsgebieten zu erkennen, in denen kreative Prozesse stattfinden, die auf die Erzeugung von Dokumenten ausgerichtet sind, etwa im Software Engineering [Nagl90] oder in der objektorientierten Analyse [Booch94]. Das Ergebnis einer Phase ist eine Menge von Dokumenten, die in Folgephasen verwendet werden können. Dokumente werden in Sprachen verfaßt, wobei sowohl formale Sprachen (etwa Petri-Netze oder Programmiersprachen) als auch semi-formale (graphische Sprachen) und nicht-formale Sprachen verwendet werden. Tendenziell werden in frühen Phasen weniger formale Sprachen eingesetzt, in späteren Phasen werden formale Sprachen eingesetzt.

Meist werden in einer Phase in unterschiedlichen Sprachen verfaßte Dokumente verwendet, während die Ausgabe-Dokumente in einer Sprache verfaßt sind. Es sind allerdings auch Vorgehensmodelle denkbar, die in einer Phase in unterschiedlichen Sprachen verfaßte Dokumente erstellen; dies wird an dem folgenden Beispiel veranschaulicht:

Man betrachte ein Vorgehensmodell mit einer Phase, in der ein Prozeßmodell als Petri-Netz formalisiert wird, während die Struktur der Organisation als Organigramm dargestellt wird. In diesem Fall sind die in einer Phase entwickelten Dokumente in unterschiedlichen, den jeweiligen Anforderungen gerecht werdenden Sprachen verfaßt.

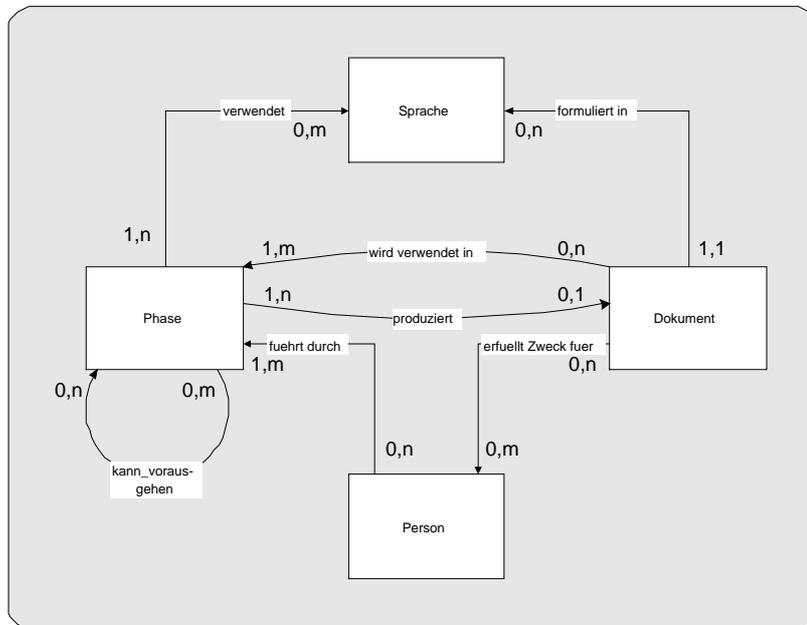


Bild 1

Meta-Modell zur Beschreibung von Vorgehensmodellen

Phasen sind durch kreative Prozesse gekennzeichnet. Dieser Auffassung ist dadurch Rechnung getragen, daß an der Durchführung von Phasen stets Personen beteiligt sind. Wir werden daher eine maschinelle und damit automatische Übersetzung eines Dokuments von einer Sprache A in eine Sprache B nicht als eigenständige Phase darstellen. Dokumente erfüllen innerhalb von Vorgehensmodellen Zwecke für unterschiedliche Personen. So sind eher technisch ausgerichtete Dokumente im Rahmen von konkreten Implementierungsprojekten relevant, während von technischen Details abstrahierende und betriebswirtschaftliche Problemstellungen fokussierende Dokumente im allgemeinen primär von organisatorischen Gestaltern eines Unternehmens verwendet werden.

Diese Charakterisierung von Vorgehensmodellen führt zu einem *Vorgehens-Meta-Modell*, das in Bild 1 dargestellt ist. Es werden vier Entitytypen unterschieden: *Phasen*, *Sprachen*, *Dokumente* und *Personen*. Instanzen dieser Typen können in Vorgehensmodellen auf unterschiedliche Arten miteinander in Verbindung stehen. So werden die Phasen innerhalb eines Vorgehensmodells nicht isoliert voneinander in beliebiger Reihenfolge ausgeführt, sondern es besteht eine Beziehung *kann_vorausgehen*, die eine mögliche relative Reihenfolge zwischen den Phasen festlegt. Durch Kardinalitäten wird festge-

legt, daß jede Phase beliebig vielen Phasen vorausgehen kann und jede Phase auf beliebig viele Phasen folgen kann.

Dokumente werden entweder von einer Phase erstellt oder sie wurden durch externe Aktivitäten erstellt, d.h. durch Aktivitäten, die nicht Teil des Vorgehensmodells sind. Jede Phase verwendet mindestens ein Eingabe-Dokument, und jedes Dokument kann von beliebig vielen Phasen verwendet werden. Jede Phase kann eine oder mehr Sprachen verwenden (durch die Kardinalitäten (1,n) angezeigt), jede Sprache von Null oder mehr Phasen verwendet werden (0,m). Jede Phase erstellt beliebig viele Dokumente, die auch in unterschiedlichen Sprachen verfaßt sein können.

In dem oben skizzierten Beispiel besteht die Ausgabe einer Phase aus zwei Dokumenten, wobei das erste (das Prozeßmodell) als Petri-Netz und das zweite (das Organisationsmodell) als Organigramm dargestellt ist.

3 Vorgehensmodelle

Nach diesen auf Meta-Ebene geführten Überlegungen wollen wir jetzt konkrete Vorgehensmodelle untersuchen und zunächst anhand eines Beispiel-Vorgehensmodells die Eigenschaften des Meta-Modells rekapitulieren, eine graphische Notation zur Darstellung von Vorgehensmodellen vorstellen und die im folgenden verwendete Begriffswelt definieren.

3.1 Beispiel-Vorgehensmodell

In dem nun vorzustellenden Beispiel-Vorgehensmodell (Bild 2) werden vier Phasen unterschieden; die Phase der Laufzeit schließt sich diesen Phasen an. Gehört diese Phase nicht unmittelbar zum Vorgehensmodell, so ist sie dennoch zu betrachten, da in ihr Informationen anfallen, die zur Analyse und Optimierung von Workflows verwendet werden können. Im folgenden werden wir die Inhalte dieser Phasen untersuchen und dabei insbesondere auf die Entitäten und ihre Beziehungen eingehen, die in dem in Abbildung 1 dargestellten Vorgehens-Meta-Modell erscheinen.

1. *Informationserhebung:* Die Phase der Informationserhebung ist die erste Phase dieses Vorgehensmodells. In dieser Phase werden unter Einsatz unterschiedlicher und der jeweiligen Anwendung angemessener Methoden und Techniken die Informationen der Anwendungsumgebung und der in ihr ablaufenden betrieblichen Prozesse erhoben, die für das Workflow-Management wichtig sind. Dabei eingesetzte Techniken umfassen Beobachtung, Interviewtechniken, Erstellen und Auswerten von Fragebögen und das Studium bereits existierender Dokumente.

Ergebnis dieser Phase sind Dokumente, die von der jeweils eingesetzten Methode erzeugt werden, so etwa ausgewertete Fragebögen und Interviews sowie aufbereitete Dokumente. Damit werden in dieser Phase diverse und von unterschiedlichen Personenkreisen vorgenommene Aktivitäten ausgeführt; da in dieser Phase im wesentlichen fachliche Informationen über die in der betreffenden Unternehmung ablaufenden Prozesse von Interesse sind, sind an der Durchführung dieser Phase insbesondere Mitarbeiter der Fachabteilungen beteiligt. Diese arbeiten mit Beratern zusammen, um die relevanten Informationen zusammenzutragen, in geeigneter Weise aufzubereiten und den nachfolgenden Phasen als Ausgabe-Dokumente zur Verfügung zu stellen. In dieser Phase werden meist nicht-formale Sprachen verwendet; die erstellten Dokumente besitzen informalen Charakter.

2. *Geschäftsprozeßmodellierung:* Basierend auf den Ergebnis-Dokumenten der Erhebungsphase werden in der Phase der Geschäftsprozeßmodellierung diejenigen Daten verdichtet, die zur Identifikation, Optimierung und kontrollierten Ausführung von Geschäftsprozessen notwendig sind. Dazu werden meist graphische, semi-formale Beschreibungssprachen verwendet, die eine gemeinsame Diskussionsbasis von Beratern, Mitarbeitern der Fachabteilungen und der Unternehmensführung bilden und die Kommunikation zwischen diesen erleichtern können. In dieser Phase werden aus den zunächst noch natürlich-sprachlich beschriebenen Prozessen mittels graphischer Beschreibungssprachen semi-formal beschriebene Geschäftsprozesse erstellt und diese validiert. Dabei spielt die Syntax und die Semantik der in dieser Phase zur Verfügung stehenden Beschreibungstechniken und -sprachen eine wichtige Rolle, die auch Auswirkungen auf das Vorgehen besitzen können. Wir werden diesen Punkt in den nachfolgenden Abschnitten ausführlicher diskutieren.

In dieser Phase liegt das Hauptaugenmerk auf betrieblichen Prozessen; diese reichen von manuell und ohne technische Unterstützung durchgeführten Aktivitäten (etwa Tätigkeiten in der Wareneinlagerung) über teilautomatisierte Abläufe (Auftragsannahme, unterstützt durch Software-Systeme) bis hin zu vollautomatisiert durchgeführten Aktivitäten (automatischer Buchungsvorgang, Datenbank-Transaktion).

Die Geschäftsprozeßmodellierung selbst als eigenständige Phase hat die Aufgabe, ein konsolidiertes Verständnis der Ablauforganisation zu schaffen. Das Verständnis des zugrundeliegenden Begriffes Geschäftsprozeß ist jedoch nicht eindeutig. So definieren Becker, Rosemann und Schütte einen Geschäftsprozeß als die "sachlogische und zeitliche Abfolge der Funktionen ..., die zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objektes notwendig sind" [BeRS95].

Ferstl, Sinz definieren Geschäftsprozesse aus strukturorientierter und verhaltensorientierter Sicht [FeSi95]. Die strukturorientierte Sicht wird unterteilt in die Leistungs- und die Lenkungssicht; die verhaltensorientierte Sicht wird durch die Ablaufsicht konkretisiert. In der Leistungssicht werden die erstellten betrieblichen Leistungen beschrieben. Die Lenkungssicht beschreibt die Koordination der betrieblichen Objekte, die die Leistungen erstellen. Der ereignisgesteuerte Ablauf der Aufgaben, die den betrieblichen Objekten zugeordnet sind, wird in der Ablaufsicht dargestellt. Gemäß der ARIS-Architektur [Sche92, Sche95] integrieren Geschäftsprozesse die Organisations-, Funktions- und Datensicht in der Steuerungssicht und stellen die zeitlich-logische Abfolge von Funktionen dar. Die ersten drei Sichten stellen dabei die statischen Beschreibungsobjekte von Geschäftsprozessen dar. Die dynamischen Aspekte werden in der Steuerungssicht visualisiert [ScNZ95, GaSc94].

3. *Workflow-Modellierung*: Basierend auf einer in Phase 2 entwickelten semi-formalen Beschreibung von Geschäftsprozessen sind in dieser Phase aus der Sicht des Workflow-Management wichtige Aspekte zu modellieren. Dabei fassen wir Workflow-Management als diejenige Aktivität auf, die auf die kontrollierte und automatisierte Ausführung von Geschäftsprozessen gerichtet ist. Es folgt, daß von den manuell oder teilautomatisiert durchgeführten Aktivitäten nur die entsprechenden Teilaspekte zu modellieren sind. Demgegenüber sind für teilautomatisiert bzw. automatisiert ausgeführte Prozesse eine Reihe von Zusatzinformationen notwendig, um das Ziel der kontrollierten Ausführung von Geschäftsprozessen zu erreichen. Dies bedeutet, daß auf Basis eines Geschäftsprozeßmodells auf der einen Seite Abstraktionen (von manuell oder teilautomatisiert durchgeführten Tätigkeiten) durchzuführen, auf der anderen Seite jedoch zusätzliche Informationen notwendig sind.

Beispiele in dieser Phase hinzuzufügender Informationen sind etwa Modellierung von Aktivitäten sowie von Daten- und Kontrollfluß zwischen diesen oder Hierarchisierung von Aktivitäten [LeyAlt95, GeHoSh95]. Man beachte, daß zunächst noch keine implementierungstechnischen Aspekte aufgenommen werden; dies obliegt der nun zu diskutierenden Phase der Workflow-Spezifikation. An der Workflow-

Modellierung sind neben Beratern auch IT-Manager beteiligt, die eine Umsetzung eines Geschäftsprozeßmodells in ein Workflow-Modell vornehmen, dabei werden abstrakte, formale Beschreibungssprachen verwendet.

4. *Workflow-Spezifikation*: Workflow-Management-Systeme sind Software-Systeme, die basierend auf einer Vielzahl von Informationen über die organisatorische und technische Struktur einer Unternehmung sowie der in ihr ablaufenden und als Workflows modellierten Geschäftsprozesse deren kontrollierte Ausführung ermöglicht. Die Gesamtheit dieser Informationen wird als *Workflow-Spezifikation* bezeichnet. Workflow-Spezifikationen sind formale und in der Sprache von Workflow-Management-Systemen verfaßte Programme, die als Eingabe für ein Workflow-Management-System dienen und es diesem ermöglichen, zur Laufzeit die kontrollierte Ausführung der entsprechenden Workflows sicherzustellen. Daher ist der Unterschied zwischen Workflow-Modell und Workflow-Spezifikation wie folgt beschrieben: Workflow-Modelle beschreiben die für das Workflow-Management wichtigen Eigenschaften von Unternehmungen. Diese Beschreibung erfolgt auf einer Ebene, die sich (wie unter 3. diskutiert) auf abstrakte Eigenschaften der Prozesse beziehen, etwa Kontrollfluß, Datenfluß oder die Hierarchisierung von Prozessen und Aktivitäten.

Workflow-Spezifikationen basieren auf Workflow-Modellen und konkretisieren diese in bezug auf ein konkretes Workflow-Management-System. Darüber hinaus werden in dieser Phase auch technische Eigenschaften modelliert, wie etwa konkrete Rechnernamen, Pfadnamen der aufgerufenen Anwendungsprogramme sowie deren Parameter, d.h., in dieser Phase erfolgt die *Integration der Werkzeuge*. Datenfluß wird etwa durch die Angabe von Datencontainern spezifiziert; Kontrollfluß kann durch spezielle Prädikate beschrieben werden, die auch als Übergangsbedingungen bezeichnet werden [LeyAlt95].

Die Durchführung dieser Phase wird von IT-Managern in Zusammenarbeit mit IT-Entwicklern vorgenommen, dabei werden formale und von einem Workflow-Management-System unmittelbar umsetzbare Sprachen verwendet.

Es schließt sich die Betriebsphase an, die von Mitarbeitern der Fachabteilungen vorgenommen wird und in der Informationen anfallen, die zur weiteren Optimierung des Prozesses in der Phase der Geschäftsprozeßmodellierung verwendet werden können.

In Bild 2 werden die Ausführungen zum Beispiel-Vorgehensmodell zusammengefaßt. In den Darstellungen der folgenden Vorgehensmodelle werden wir aus Gründen der Übersichtlichkeit auf eine explizite Modellierung der Per-

sonen und Sprachen verzichten. Dafür werden wir dort, wo dies sinnvoll ist, zusätzliche gestrichelte Kanten zur Darstellung der möglichen Reihenfolge von Phasen (vgl. auch die Relation "kann_vorausgehen" im Meta-Modell in Bild 1) benutzen.

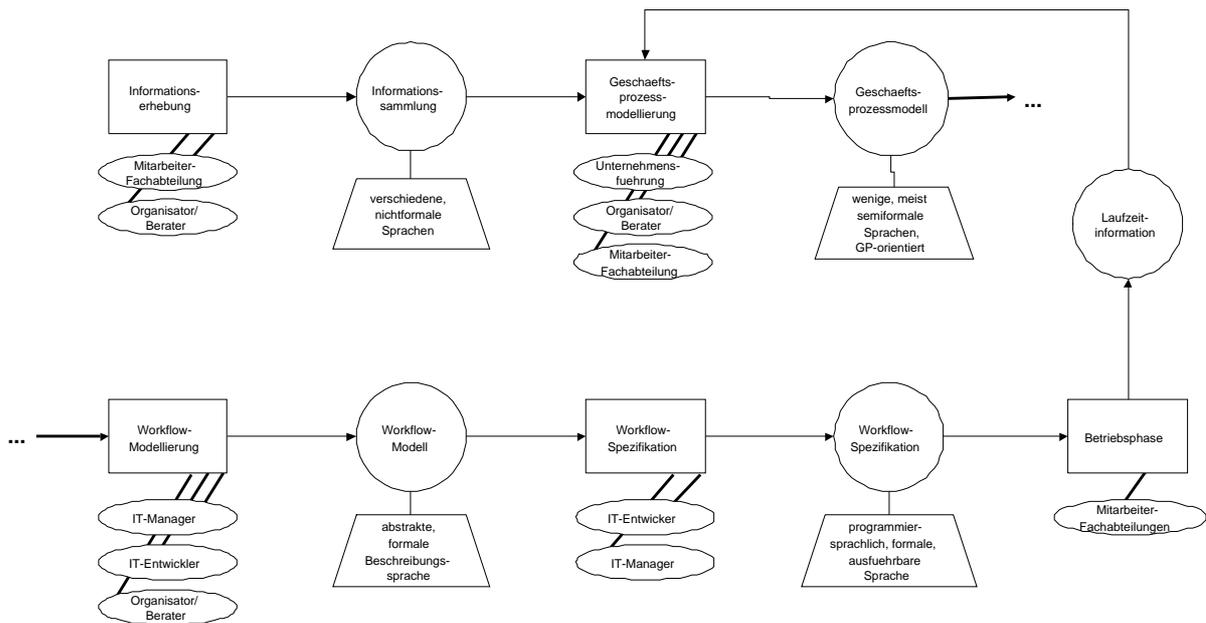


Bild 2 Ein Beispiel-Vorgehensmodell

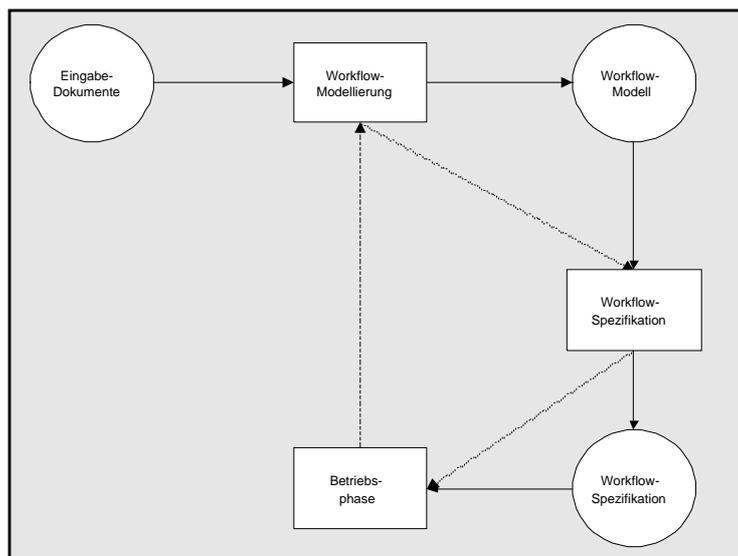
3.2 Isolierte Ansätze

Die erste nun zu diskutierende Klasse von Vorgehensmodellen betrachtet die verschiedenen Phasen isoliert voneinander. Insbesondere findet die Workflow-Modellierung und -Spezifikation unabhängig von der Phase der Geschäftsprozessmodellierung statt. Bei Ansätzen dieser Klasse wird davon ausgegangen, daß Informationen über Geschäftsprozesse in einer Form vorliegen, die es einem IT-Manager in Zusammenarbeit mit einem Berater und einem IT-Entwickler ermöglichen, diese in ein Workflow-Modell zu überführen. In der Phase der Workflow-Modellierung werden meist spezielle, auf die besonderen Erfordernisse von Workflow-Anwendungen hin ausgerichtete Programmiersprachen verwendet. Diese Phase verwendet Dokumente, die außerhalb des Vorgehensmodells erstellt wurden und im allgemeinen in einer Reihe unterschiedlicher Sprachen verfaßt sind. Diese Phase wird in der Regel durch Workflow-Management-Systeme graphisch unterstützt (Workflow-Modelle werden z.B. als gerichtete Graphen dargestellt), was insbeson-

dere die Kommunikation von IT-Fachleuten und Beratern erleichtert und zur Validierung der Umsetzung eines Geschäftsprozeßmodells in ein Workflow-Modell verwendet werden kann.

Es schließt sich die Phase der Workflow-Spezifikation an, in der die technisch und für die Implementierung relevanten Eigenschaften der Anwendung durch IT-Entwickler formuliert werden. Dabei sind ebenfalls Systemunterstützungen denkbar, wie etwa das Bereitstellen von Masken, in denen die relevanten Informationen, etwa zur Werkzeug-Integration, eingetragen werden können. Am Ende dieser Phase steht ein Workflow-Programm, das sodann (wie in der traditionellen Programmierung üblich) von einem Übersetzer in ausführbaren Code - die Workflow-Anwendung - transformiert wird und schließlich ausgeführt werden kann.

Dieser Ansatz wird von programmieretechnisch orientierten Workflow-Systemen [Jab95] sowie von kommerziellen Workflow-Management-Systemen [FM94] verwendet. Die dabei verwendeten Programmiersprachen erlauben die Spezifikation einer Reihe von Aspekten, die bei der Entwicklung von Workflow-Anwendungen zu berücksichtigen sind. In [Jab95] werden u.a. ein funktionaler, ein operationaler und ein organisatorischer Aspekt genannt. Kommerzielle Workflow-Management-Systeme stellen graphische Editoren bereit, mit denen Workflow-Modelle beschrieben werden können. Diese können anschließend in einem zweiten Schritt mit technischen, die Werkzeug-Integration betreffenden Informationen erweitert werden, so daß sowohl die Workflow-Modellierung als auch die Workflow-Spezifikation durch Werkzeuge unterstützt wird [FM94].



Die zentrale Eigenschaft von isolierten Ansätzen besteht in ihrem Fokus auf die späten Phasen bei der Entwicklung von Workflow-Anwendungen. Sie nehmen die frühen Phasen als gegeben an und betrachten die Umsetzung der dort gewonnenen Informationen in eine konkrete Workflow-Anwendung; sie konzentrieren sich daher auf die systemspezifische Umsetzung von Geschäftsprozeßmodellen in Workflow-Anwendungen (Bild 3).

3.3 Sequentielle Ansätze

Kennzeichnend für *sequentielle Ansätze* ist, daß die Modellierung von Workflows auf der Grundlage von Geschäftsprozeßmodellen erfolgt. Die Geschäftsprozeßmodellierung wird in diesen Ansätzen als eine selbständige Phase aufgefaßt, die der Workflow-Modellierung vorausgeht. Sie wird als Grundvoraussetzung für die systematische Gestaltung von prozeßorientierten Informationssystemen aufgefaßt [ScNZ95]. Geschäftsprozeßmodelle stellen in der Phase der Workflow-Modellierung Input-Dokumente dar, die gemäß den verfolgten Zwecken um workflowspezifische Informationen angereichert oder in völlig neue Output-Dokumente transformiert werden.

Sequentielle Ansätze sehen die Geschäftsprozeßmodellierung als notwendige Voraussetzung zur Workflow-Modellierung. Die den SOM-Ansatz charakterisierende Unternehmensarchitektur unterscheidet die drei Modellebenen Unternehmensplan, Geschäftsprozesse und die Ebene der Aufbauorganisation, Anwendungssystem- und Anlagen-Architektur. Die Modelle dieser Ebenen werden gemäß einem sequentiellen Vorgehensmodell erstellt [FeSi95]. Im hier interessierenden Zusammenhang können diese Phasen jedoch zur Phase der Geschäftsprozeßmodellierung zusammengefaßt werden. Amberg versteht unter *geschäftsprozeßgestützter Workflow-Modellierung* ein zweistufiges Verfahren. Im ersten Schritt wird dem SOM-Ansatz folgend ein umfassendes Geschäftsprozeßmodell entwickelt, das im zweiten Schritt in ein oder mehrere Workflow-Modelle transformiert wird [Ambe96]. Ein Workflow-Modell wird dabei als ein Teil der Ablaufsicht der Geschäftsprozeßmodelle des SOM-Ansatzes aufgefaßt. Die Ablaufsicht des Geschäftsprozeßmodells wird also um workflow-relevante Informationen angereichert. Diese Aspekte beziehen sich insbesondere auf die automatisiert auszuführenden Aufgaben und die den Aufgaben zugeordneten Aufgabenträger, die aufgrund der Zweckorientierung im Workflow-Modell detaillierter abzubilden sind als im Geschäftsprozeßmodell. Eine Spezifikation von Workflows wird nicht getrennt von ihrer Modellierung vorgenommen.

Basierend auf der ARIS-Konzeption stellen [ScNZ95] und [GaSc94] ein Rahmenkonzept für das Management von Geschäftsprozessen vor. Die Geschäftsprozeßmodellierung und -gestaltung wird dabei als strategische Aufgabe verstanden, bei deren Ausführung eine Orientierung an den Unternehmenszielen erforderlich ist. In dieser Phase der Prozeßgestaltung werden Prozeßmodelle, die eventuell eine unternehmensspezifische Konkretisierung von Referenzmodellen darstellen können, als Output-Dokumente erstellt. Als Modellierungssprache für Prozeßmodelle wird in ARIS auf die erweiterten Ereignisgesteuerten Prozeßketten (eEPK) [KeNS92, GaSe94] zurückgegriffen. In der Phase der Prozeßkoordination, die auch als *Workflow* oder *Workflow-Steuerung* bezeichnet wird, werden die Prozeßmodelle um spezifische Informationen ergänzt und verfeinert. So erfordern Workflow-Modelle eine detailliertere Beschreibung der Daten als Prozeßmodelle. Ebenso müssen Verzweigungsbedingungen, die im Prozeßmodell anhand semi-formaler Bezeichnungen visualisiert werden, im Workflow-Modell mathematisch überprüfbar sein. Auf der Ebene des Workflow-Modells müssen weiterhin den Organisationseinheiten explizit Rollen zugeordnet werden und mit eindeutigen Handlungsanweisungen versehen werden. Für die Integration von Anwendungssystemen müssen schließlich die erforderlichen Parameter angegeben werden. Auf der Ebene der Prozeßkoordination, der im ARIS-Ansatz das Workflow-Modell zuzurechnen ist, werden einzelne Vorgänge den auszuführenden Organisationseinheiten zugeordnet, es wird ein Scheduling bei alternativen Bearbeitungsstrategien vorgenommen und es werden Informationen über die Prozeßausführung gesammelt, welche als Anregung für die weitere, evolutionäre Prozeßgestaltung herangezogen werden sollen.

Wesentlich ist, daß der ARIS-Ansatz die Phasen der Workflow-Modellierung und der Workflow-Instantiierung als zu einer Ebene zugehörig zusammenfaßt. Gemäß dem in dieser Arbeit zugrundegelegten Verständnis handelt es sich aber um zwei getrennt darzustellende Phasen. Das Workflow-Modell ist das Output-Dokument der Workflow-Modellierung, während die Dokumentation der Workflow-Instantiierung das in diesem Zusammenhang wesentliche Dokument eben dieser Phase darstellt. Außerdem wird nicht explizit zwischen den Phasen Workflow-Modellierung und Workflow-Spezifikation unterschieden. Es ist davon auszugehen, daß im ARIS-Ansatz nicht zwischen Workflow-Modellierung und Workflow-Spezifikation unterschieden wird.

Außerdem ist noch darauf hinzuweisen, daß Scheer et al. ihren Ansatz als *evolutionär* bezeichnen und entsprechend Feedback-Loops in ihrem Rahmenmodell vorsehen, die den Rücksprung von der Workflow-Instantiierung zur Prozeßgestaltung vorsehen, falls sich aufgrund der Dokumentation Handlungsbedarf ergibt. Dies stellt jedoch keine eigene Wartungsphase von Prozeßmodellen und Workflow-Modellen dar, sondern ist gemäß dem im Software Engineering üblichen Verständnis als Rücksprung in der Implementierung logisch vorausgehende Phasen der Gestaltung zu verstehen [Nagl90].

Sequentielle Ansätze der Entwicklung von Workflow-Systemen sind durch drei Entwicklungsphasen, die das Konstrukt "Phase" des Meta-Modells (vgl. Bild 1) instantiieren, charakterisiert. Die Phasen sind die Prozeßmodellierung, die Workflow-Modellierung/Workflow-Spezifikation und die Workflow-Instantiierung. Die Prozeßmodellierung wird von Organisatorischen Gestaltern und Informationssystementwicklern gleichermaßen ausgeführt. Darauf aufbauend führen Entwickler von speziellen Informationssystemen, nämlich Workflow-basierten Informationssystemen, die Phase der Workflow-Modellierung/Workflow-Spezifikation aus. Diese beiden Phasen werden in den sequentiellen Ansätzen zusammengefaßt. Die Phase der Workflow-Instantiierung wird durch die Mitarbeiter des Unternehmens im täglichen Geschäft bei der Durchführung konkreter Geschäftsprozesse unter Benutzung des Workflow-basierten Informationssystems ausgeführt.

Die Phasen Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Modellierung betrachten Geschäftsvorfälle auf Typebene, während die Phase der Workflow-Instantiierung konkrete Durchführungen von Prozessen und somit Geschäftsprozeßinstanzen zum Gegenstand hat. Entsprechend beschreiben die Output-Dokumente der ersten beiden Phasen, also das Prozeßmodell und das Workflow-Modell, die Ablauforganisation eines Unternehmens unter verschiedenen Blickwinkeln auf Typebene. Sie definieren somit die Klasse der durchführbaren Geschäftsprozesse. Das *Ausführungsprotokoll*, welches als Output-Dokument der Workflow-Instantiierung aufzufassen ist, hingegen dokumentiert die konkrete Ausführung genau definierter und identifizierbarer Prozeßinstanzen. Es faßt somit Prozeßausführungen auf Instanzenebene zusammen. Das Ausführungsprotokoll dient den Entwicklern der logisch vorausgehenden Phasen als Hilfsmittel bei der Prozeßanpassung. Bild 4 faßt die Ausführungen dieses Abschnitts zusammen.

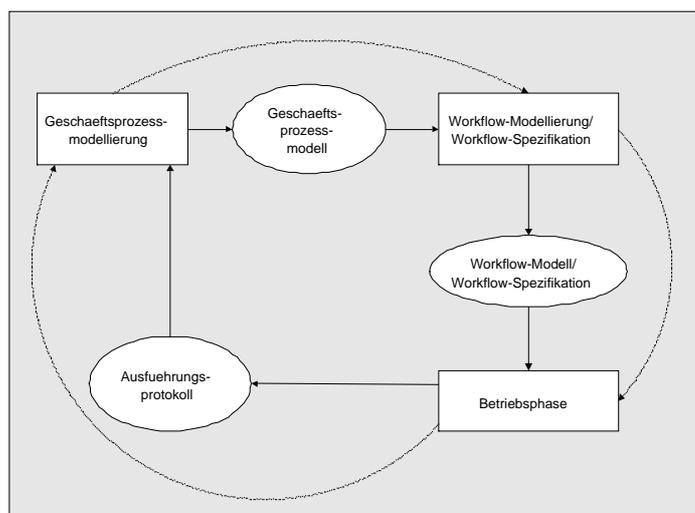


Bild 4

Sequentielle Ansätze

Eine weitere Zusammenfassung der Phasen stellen [ScGa94] dar. In dem auf dem ARIS-Konzept basierenden Ansatz werden Prozeßmodelle zur direkten Umsetzung in ein prototypisch realisiertes Workflow-Management-System übergeben und dienen dort zur Koordination von Workflow-Instanzen. Die Trennung der Phasen Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Modellierung wird explizit aufgehoben. Die Geschäftsprozeßmodelle werden zur Konfiguration von Workflow-Systemen direkt herangezogen. Die Phase der Workflow-Spezifikation findet demnach statt. Allerdings gibt es nur ein zentrales Dokument. Dieser Ansatz ist vom Ablauf und von der Intention her den integrierten Ansätzen (vgl. Abschnitt 3.4) schon sehr ähnlich. Allerdings wird nicht erkennbar, wie die einzelnen Phasen auf ein integriertes Modell zugreifen und wie die Konsistenzsicherung des Modells gewährleistet wird. Vom Ablauf ist dieser Ansatz als sequentiell zu bezeichnen, da Rücksprünge von der Workflow-Spezifikation zur Geschäftsprozeßmodellierung / Workflow-Modellierung nicht diskutiert werden. Bild 5 visualisiert die Zusammenhänge.

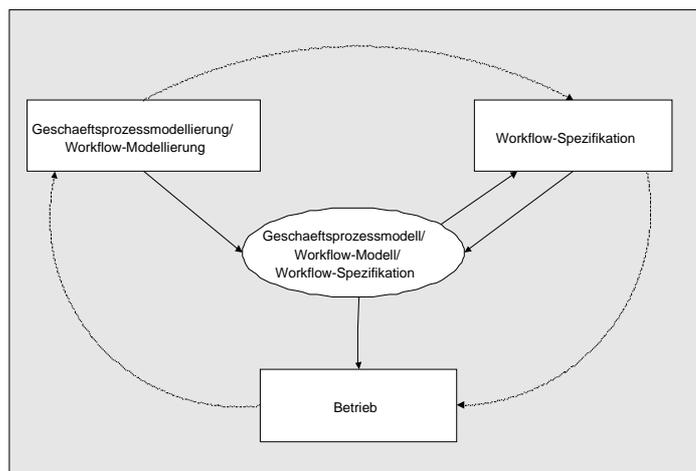


Bild 5

Integration aller Entwicklungsphasen nach [ScGa94]

3.4 Integrierte Ansätze

*Integrierte Ansätze*¹ zur Entwicklung von Workflows haben zum wesentlichen Charakteristikum, daß eine Integration der Phasen des Entwicklungsprozesses über die produzierten Dokumente stattfindet. Dies bedeutet, daß alle Phasen des Vorgehensmodells sich auf eine zentrale Modellbibliothek stützen [DGS95]. Auch in den integrierten Ansätzen werden Phasen mit definierten Tätigkeiten unterschieden. So existiert zunächst eine Phase der Modellierung des Geschäftsprozesses. Diese Phase ist ähnlich mit vergleichbaren Phasen etwa aus sequentiellen Ansätzen. Als Ergebnis der Phase existiert ein Geschäftsprozeßmodell, welches dann als Grundlage für eine Verfeinerung zu einem Workflow-Modell in der Workflow-Modellierungsphase dienen kann. Im Unterschied zu den sequentiellen Ansätzen wird dabei jedoch weder eine andere Sprache benutzt noch überhaupt ein zweites Modell erstellt, vielmehr wird das identische Modell um eine Reihe von Informationen, die für eine Workflow-Ausführung von Bedeutung sind, angereichert. Gleiches gilt für die Phase der Spezifikation. Auch die Phase der Workflow-Ausführung greift auf das gleiche Modell zurück. Es erfolgt eine Interpretation des Modells, ohne daß ein Transformationsschritt durchgeführt wird.²

Das wesentliche Charakteristikum integrierter Ansätze kann also in der Nutzung eines einzigen Beschreibungsmittels in allen Phasen des Vorgehensmodells mit Ausnahme der Informationserhebung gesehen werden. Es findet keine Trennung in verschiedene Dokumente, die einzelnen Phasen zugeordnet sind, statt. Somit ist auch keine Transformation zwischen Beschreibungsmitteln vorgesehen, da nur eine Sprache benutzt wird. An eine solche Sprache sind im Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen Vorgehen gewisse Anforderungen zu stellen. So muß die Sprache mächtig genug sein, alle

1 Integrierte Ansätze werden in der Literatur häufig wie auch sequentielle Ansätze mit dem Attribut "evolutionär" gekennzeichnet [DS95]. Aus Gründen der besseren Differenzierung werden wir im folgenden nur den Begriff "integriert" verwenden.

2 In den integrierten Ansätzen finden sich darüber hinaus Phasen wie Modellanalyse und Post-Evaluierung, die zu Optimierungszwecken dienen. Auf die Beschreibung dieser Phasen wird jedoch im Sinne einer einheitlichen Darstellung der Phasen verzichtet.

Informationen und Zusammenhänge darzustellen, die in der jeweiligen Phase relevant sind.

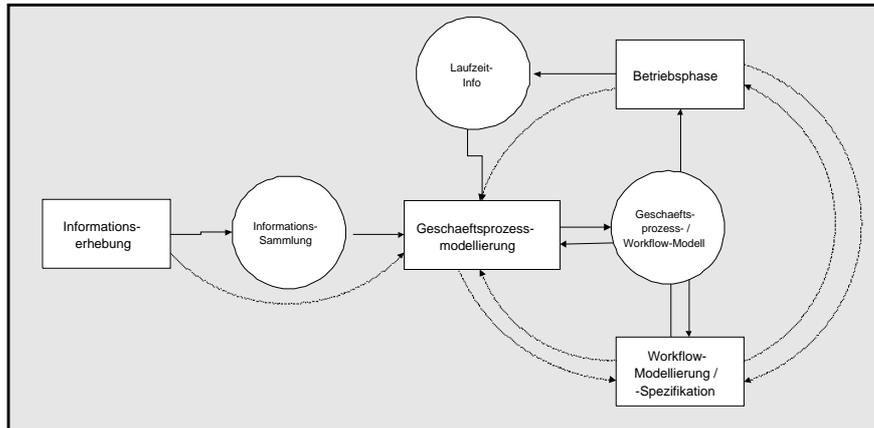


Bild 6

Integrierte Ansätze

Die Bild 6 stellt das Vorgehensmodell des integrierten Ansatzes dar. Im Regelfall folgen die einzelnen Phasen - wie im sequentiellen Ansatz - aufeinander. Werden Rücksprünge in frühere Phasen notwendig, können diese ohne weitere Restriktionen durchgeführt werden, da keine neue Transformation in die Dokumente der jeweils nächsten Phase notwendig wird. Auch können Phasen parallel ausgeführt werden. Voraussetzung ist allerdings, daß nicht zur gleichen Zeit Modifikationen an den gleichen Modellteilen durchgeführt werden.

An der Informationserhebung partizipieren Mitarbeiter aus Fachabteilungen, Prozeßmodellierer und Organisatoren. Es werden die zur Erstellung eines Geschäftsprozeßmodells relevanten Informationen im Rahmen von Workshops und Einzelinterviews erhoben. In die Phase der Geschäftsprozeßmodellierung sind Personenkreise wie Organisatoren, Prozeßmodellierer und Manager involviert. Die Geschäftsprozeßmodellierung dient der Abbildung der erhobenen Informationen und der Sicherstellung der Vollständigkeit. In dieser Phase werden die betrieblichen Funktionen und ihre zeitliche und kausale Ordnung, die Organisationsstrukturen und die verarbeiteten Dokumente und Daten (allgemein: die betrieblichen Objekte) sowie die vielfältigen Bezüge unter diesen modelliert. Dazu werden verschiedene Sichten auf das Prozeßmodell gebildet [Deit93]. Im Vordergrund steht die Reorganisation bzw. Optimierung des Geschäftsprozesses, eine Abbildung auf Workflow-Systeme findet dann im Rahmen der Workflow-Modellierung statt. Diese wird durch Prozeßmodellierer und IT-Entwickler durchgeführt. Aufbauend auf dem organisatorischen Modell werden die automatisierbaren Funktionen sowie

Benutzeraktivitäten, die durch das Workflow-System unterstützt werden sollen, verfeinert. Das Geschäftsprozeßmodell wird um die benötigten Informationen angereichert. Wie auch am Ende der Geschäftsprozeßmodellierungsphase können Analysen durchgeführt werden, die ggf. zu einem Rücksprung in die vorhergehende Phase führen. Schließlich vervollständigen IT-Entwickler die Workflow-Modelle im Rahmen der Spezifikation zu ausführbaren Workflow-Systemen. In dieser Phase werden Werkzeuge integriert, technische Infrastruktur definiert und prototypische Umsetzungen getestet, um dann in die Phase der Workflow-Ausführung überzuleiten.

Das integrierte Vorgehensmodell erfordert die Verfügbarkeit von Sprachen zur Modellierung von Domänen der einzelnen Phasen. Zu diesem Zweck wird die Sprache FUNSOFT [Gruh91] vorgeschlagen, die als Beschreibungsmittel für alle Phasen dient. Daneben erfordert das integrierte Vorgehensmodell auch die Existenz von Werkzeugen, die alle beschriebenen Phasen unterstützen. Derartige Prozeßmanagementumgebungen werden im wissenschaftlichen und beratenden Bereich mit dem System CORMAN,³ im kommerziellen Bereich mit dem System LEU [Slag96] verwendet.

4 Analyse

Im folgenden sollen die dargestellten Vorgehensmodelle einer Analyse unterzogen werden. Ziel der Analyse ist es nicht, eine Bewertung im Sinne einer generell besseren Eignung eines bestimmten Vorgehensmodells für die Workflow-Entwicklung zu erarbeiten. Vielmehr basiert unsere Gegenüberstellung - wie auch der Gang der Untersuchung zeigen wird - auf der Prämisse, daß abhängig von der Zielsetzung eines konkreten Projektes bestimmte Vorgehensmodelle für dieses Projekt geeigneter sind als das andere.

Aus diesem Grund ist die nachfolgende Untersuchung wie folgt aufgebaut: Zunächst werden Kriterien für die Beurteilung von Vorgehensmodellen definiert, die dann in einem zweiten Schritt als Grundlage für eine Gegenüberstellung der vorstehend beschriebenen Ansätze herangezogen werden.

³ vormals "Melmac" [DGW94]

4.1 Beurteilungskriterien

Ein Vergleich von Vorgehensmodellen erfordert die Definition von Kriterien, anhand derer ein solcher Vergleich auf eine methodische Basis gestellt werden kann. Vergleichende Betrachtungen von Vorgehensmodellen finden sich in der Literatur insbesondere im Software Engineering, wo Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung gegenübergestellt werden (beispielhaft etwa [Summ92]). Eine Übernahme etwaiger dort verwendeter Kriterien gestaltet sich jedoch aus mehreren Gründen problematisch: Zum einen werden in der Literatur kaum Kriterienkataloge entwickelt, die dann auf verschiedene Vorgehensmodelle angewendet werden. Empirische Vergleiche beziehen sich auf Fallstudien (z.B. [GJM91]), die keinen allgemeinen Schluß zulassen. Vergleiche allgemeinen Charakters finden sich vor allem in eher lehrbuchartigen Beschreibungen [Som92]. Diese verwenden in der Regel keine expliziten Kriterien, sondern handeln verschiedene Vorgehensmodelle anhand der Darstellung von Phasen oder Einzeltätigkeiten ab. Explizite Kriterien dagegen finden sich meist nur in Papieren zu einzelnen Ansätzen, dort wiederum dienen die Kriterien oftmals zur Würdigung des eigenen Ansatzes und weniger zum objektiven Vergleich.

Zum anderen sind die Kriterien des Software Engineering aufgrund der unterschiedlichen Zielsetzung nur bedingt übertragbar. Im Software Engineering steht die Entwicklung von Software, die die Anforderungen weitestgehend abdeckt, im Vordergrund. Dies gilt zweifelsohne auch für die Workflow-Entwicklung. Darüber hinaus ergeben sich durch die Spezifika der Workflow-Entwicklung (z.B. die explizite Trennung in Modell- und Applikationsebene) jedoch eine Reihe von Kriterien, die im Software Engineering geringere oder keine Bedeutung besitzen.

Im folgenden werden wir daher Kriterien für die Beurteilung von Vorgehensmodellen vorschlagen, die nur zum Teil aus der Literatur stammen, zum Teil aus der Berücksichtigung von Besonderheiten der Workflow-Entwicklung resultieren. Es sei angemerkt, daß der vorgeschlagene Kriterien-Katalog keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, sondern eine aus unserer Sicht angemessene Sammlung von Vergleichsmerkmalen zur Gegenüberstellung von Vorgehensmodellen zur Workflow-Entwicklung darstellt.

Adaptierbarkeit

Davis et al. verwenden zur Gegenüberstellung von Vorgehensmodellen zur Software-Entwicklung die Kriterien "Adaptability", "Longevity", "Shortfall", "Lateness" und "Inappropriateness" [DBC88]. Dabei bezeichnet "Longevity" die Dauer der Entwicklung von einer Version zur nächsten, mit "Shortfall" wird die Distanz der aktuellen Systemeigenschaften von den Anforderungen der

Benutzer gemessen. "Lateness" dient als Maß für die Zeit zwischen dem Auftauchen neuer Benutzeranforderungen und dem Erfüllen dieser Anforderungen durch das System, "Inappropriateness" hingegen bezeichnet das Verhalten des "Shortfall" über die Zeit. Die vier letztgenannten Kriterien lassen sich im wesentlichen als Funktionen des Kriteriums "Adaptability" betrachten. Als *Adaptierbarkeit* bezeichnen Davis et al. nämlich die Geschwindigkeit, mit der sich die Funktionalität des Systems an die (permanent steigenden) Benutzeranforderungen annähert. In einer weiteren (und damit zumindest das Kriterium "Longevity" umfassenden) Interpretation wollen wir Adaptierbarkeit als die Geschwindigkeit begreifen, in der Änderungen am Workflow-System durchgeführt werden, die zu einer neuen Version führen. Letztlich also handelt es sich dabei um die Zeit, die für den Durchlauf eines Entwicklungszyklus benötigt wird.

Dokumentenkonsistenz

Die *Dokumentenkonsistenz* resultiert aus der Einsicht, daß die Dokumente der einzelnen Phasen eines Vorgehensmodells auch über die Funktion als Input für die jeweils nächste Phase hinaus eine Bedeutung haben. So dient ein Geschäftsprozeßmodell sicherlich nicht nur der Ableitung eines Workflow-Modells, sondern besitzt darüber hinaus eine wesentliche Bedeutung für die Analyse und Beurteilung organisatorischer Zusammenhänge des zugrundeliegenden Geschäftsprozesses. Die sich hieraus ergebende Forderung ist, daß die einzelnen Dokumente jeweils auf dem neuesten Stand sind, also bei Änderungen in einem Dokument auch andere, in Beziehung stehende Dokumente nachgezogen werden. Die Erfahrungen aus dem Software Engineering - insbesondere bei der praktischen Umsetzung des Wasserfall-Modells - haben gezeigt, daß dies realistischere Weise genau dann gewährleistet ist, wenn nur eine geringe Anzahl verschiedener Dokumente existiert. Andernfalls besteht die Gefahr, daß ein Rücksprung in einzelne Phasen zu einer Manipulation der in diesen Phasen erzeugten Dokumente führt, die Dokumente früherer Phasen jedoch nicht entsprechend aktualisiert werden.

Übergangssicherheit

Als *Übergangssicherheit* wird die Forderung bezeichnet, daß beim Übergang zwischen einzelnen Phasen Irrtümer und Mehrdeutigkeiten möglichst ausgeschlossen werden sollten. Jeder Übergang hat eine Transformation von Dokumenten zur Folge. Bei einer solchen Transformation kommt es u.a. zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Umwandlung von Inhalten der Dokumente in eine andere Form (bzw. ein anderes Beschreibungsmittel). Unterscheiden sich die Beschreibungsmittel signifikant, besteht die Gefahr, daß bestimmte Zusammenhänge durch die Verwendung eines anderen Beschreibungsmittels mißgedeutet oder in einem anderen Sinnzusammenhang inter-

pretiert werden. Solche Probleme lassen sich weitestgehend dann ausschalten, wenn eine überwiegend automatisierbare Transformation stattfindet. Auf diese Weise können Mißinterpretationen durch manuelle Übersetzung verhindert werden, und die Sicherheit in der Entwicklung wird erhöht.

Zielgruppenbreite

In Projekten zur Workflow-Entwicklung arbeiten gewöhnlich eine Reihe von Personen mit gänzlich unterschiedlichen Hintergründen zusammen. So sind am gesamten Entwicklungsprozeß in der Regel Manager, Organisatoren, Mitarbeiter aus Fachabteilungen, IT-Fachleute, etc. beteiligt (vgl. auch Bild 2). Diese Personenkreise betrachten die erstellten Dokumente, aber auch den Zweck einzelner Phasen im Vorgehensmodell höchst unterschiedlich. Vorgehensmodelle lassen sich daher anhand der unterschiedlichen Personenkreise, die in bestimmten Phasen berücksichtigt werden oder die an der Erstellung oder am Verständnis einzelner Dokumente partizipieren, unterscheiden. Unter der *Zielgruppenbreite* soll die Anzahl der interessierten Personengruppen verstanden werden, die im jeweiligen Vorgehensmodell berücksichtigt werden.

Beschreibungsmodularität

In diesem Zusammenhang ist auch die *Beschreibungsmodularität* zu sehen. Werden unterschiedliche Personengruppen im Vorgehensmodell berücksichtigt, ist von Belang, in wie weit die Personengruppen in die Lage versetzt werden, die für sie relevanten Informationen aus der Menge der modellierten Informationen herauszufiltern. Dies führt zu der Anforderung, daß die erstellten Dokumente einen gewissen Grad an Zweckangemessenheit (also: Zielgruppenbezogenheit) erfüllen, bzw. in zielgruppenbezogene Moduln unterteilt werden können.

Entwicklungsfokus

Bei der Entwicklung von Workflow-Systemen wird im Gegensatz zur klassischen Software-Entwicklung besonderer Wert auf die modellhafte Darstellung von betriebswirtschaftlichen Zusammenhängen (Abläufe, Organisationsstrukturen, etc.) gelegt. Gleichwohl sind bestimmte Vorgehensmodelle und die darauf beruhenden Ansätze mehr oder weniger für eine betriebswirtschaftliche Betrachtung und Analyse ausgelegt. Dieser Zusammenhang wird durch das Kriterium *Entwicklungsfokus* ausgedrückt. Dabei sind grundsätzlich zwei Extreme denkbar. Ein Vorgehensmodell kann mehr prozeßorientiert oder mehr produktorientiert sein. Dabei wird unter "Prozeßorientierung" die

Fokussierung des zugrundeliegenden Geschäftsprozesses verstanden. Prozeßorientierte Vorgehensmodelle legen besondere Schwerpunkte auf die Behandlung des Geschäftsprozesses, während die "Produktorientierung" einen besonderen Fokus auf das erstellte Produkt, nämlich die Workflow-Anwendung legt und die Behandlung des Geschäftsprozesses nur implizit erfolgt.

Späte Alternativenauswahl

In [Ambe96] werden zur Gegenüberstellung eines ein- und zweistufigen Modellierungsansatzes die Kriterien "Flexibilität hinsichtlich Automatisierungsentscheidungen" und "Flexibilität hinsichtlich Realisierungsalternativen" genannt. Beiden Kriterien liegt die Forderung zugrunde, daß bestimmte Entscheidungen (nämlich zum einen über die Aktivitäten, die automatisiert werden sollen und zum anderen über den Einsatz spezifischer Workflow-Management-Systeme und Realisierungsplattformen) erst spät im Entwicklungszyklus getroffen werden können. Wir werden diese Kriterien unter dem Begriff *Späte Alternativenauswahl* zusammenfassen und um die Festlegung eines letztendlichen Abstraktionsgrades bzw. der Workflow-Modell-Architektur erweitern.

4.2 Gegenüberstellung

Die vorstehend beschriebenen Vorgehensmodelle des isolierten, sequentiellen und integrierten Ansatzes werden im folgenden anhand der festgelegten Vergleichskriterien gegenübergestellt. Dabei liegt - neben der Vergleichbarkeit der bereits vorgestellten Ansätze - ein Schwerpunkt auf der Übertragbarkeit auf andere denkbare Ansätze. Ziel ist es, ein Vergleichsverfahren anhand der vordefinierten Kriterien zu entwickeln, das für beliebige mit Hilfe der vordefinierten Modellierungskonstrukte beschriebenen Vorgehensmodelle angewendet werden kann.

Adaptierbarkeit

Adaptierbarkeit wurde als die benötigte Zeit für den Durchlauf eines Entwicklungszyklus genannt. Beinhaltet ein Vorgehensmodell nur wenige Phasen oder reicht zu einer Versionsänderung mitunter ein Rücksprung um eine oder wenige Phasen aus, so kann davon ausgegangen werden, daß die Durchlaufzeit für einen Zyklus geringer ist, als wenn das gesamte Vorgehensmodell bei einer Änderung erneut durchlaufen werden muß. Die Beschreibungen und insbesondere die graphischen Darstellungen der verschiedenen Ansätze zeigen, daß hier der isolierte Ansatz sicherlich die höchstmögliche Adaptier-

barkeit aufweist. Durch die Tatsache, daß keine Phase der Geschäftsprozeßmodellierung vorgesehen ist - und diese somit auch bei Änderungen nicht durchzuführen ist - können Änderungen auf der Basis von Anpassungen des Workflow-Modells bzw. der Workflow-Spezifikation direkt durchgeführt werden. Der integrierte Ansatz weist einen ähnlichen Grad an Adaptierbarkeit auf. Allerdings hängt der Rücksprung im Entwicklungszyklus von der Art der durchzuführenden Änderungen ab. Sollen grundlegende Änderungen auf der Ebene der Geschäftsprozesse durchgeführt werden, ist in die Phase der Geschäftsprozeßmodellierung zu springen. Die Entscheidung, ob anschließend eine erneute Durchführung der Workflow-Modellierungsphase notwendig ist, hängt davon ab, ob beispielsweise nur Reihenfolgen von Aktivitäten geändert, oder auch neue Aktivitäten aufgenommen wurden. Sollen dagegen nur Änderungen auf der Basis von Workflow-Modell oder -Spezifikation durchgeführt werden, ist eine Durchführung der Phase der Geschäftsprozeßmodellierung nicht notwendig. Im sequentiellen Ansatz dagegen ist in jedem Fall ein Rücksprung in die Phase der Geschäftsprozeßmodellierung erforderlich. Anderenfalls würden evtl. Änderungen an Workflow-Modell bzw. -Spezifikation durchgeführt, die im Geschäftsprozeßmodell nicht nachgezogen werden. Ein solches Vorgehen würde zumindest das Kriterium der Dokumentenkonsistenz verletzen, so daß jeweils ein kompletter Durchlauf des gesamten Entwicklungszyklus notwendig wird. Die Adaptierbarkeit ist für diesen Ansatz somit am geringsten.

Allgemein kann festgehalten werden, daß Vorgehensmodelle, die das Aufsetzen auch in späten Phasen ohne Verletzung der Dokumentenkonsistenz zulassen, eine höhere Adaptierbarkeit gewährleisten. Anhand der Modellierung des Vorgehensmodells kann dieses Kriterium überprüft werden. Dies setzt voraus, daß Phasenübergänge nur dann als solche modelliert werden, wenn sie die o.a. Forderung erfüllen.

Dokumentenkonsistenz

Als Operationalisierung der Dokumentenkonsistenz wurde die Anzahl der verschiedenen im Vorgehensmodell verwendeten Dokumententypen vorgeschlagen. Dies geschah aus der Erkenntnis, daß die Wahrung der Konsistenz verschiedener Dokumente aus Gründen der Komplexitätsbeherrschung nur bei Verwendung möglichst weniger verschiedener oder verschiedenartiger Dokumente realistisch ist. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, daß nur ein einziges oder wenige Dokumente, wohl aber daß wenige Dokumententypen, also Sprachen, verwendet werden. Die Nutzung derselben Sprache für unterschiedliche Dokumente kann nämlich zumindest durch automatische Anpassung von Dokumenten vorgelagerter Phasen für die Wahrung der Konsistenz eingesetzt werden. Handelt es sich dagegen um unterschiedliche Sprachen, ist eine solche Anpassung nur äußerst schwierig durchzuführen.

Das vorgestellte Kriterium kann somit direkt anhand der modellhaften Darstellung der Vorgehensmodelle überprüft werden. Allgemein lautet somit die Forderung, daß Dokumente, die außer ihrer Funktion als Input für Phasen einen Zweck für bestimmte Personengruppen erfüllen, in möglichst wenigen unterschiedlichen Sprachen existieren sollten. Dieser Zusammenhang wird in Bild 7 dargestellt.

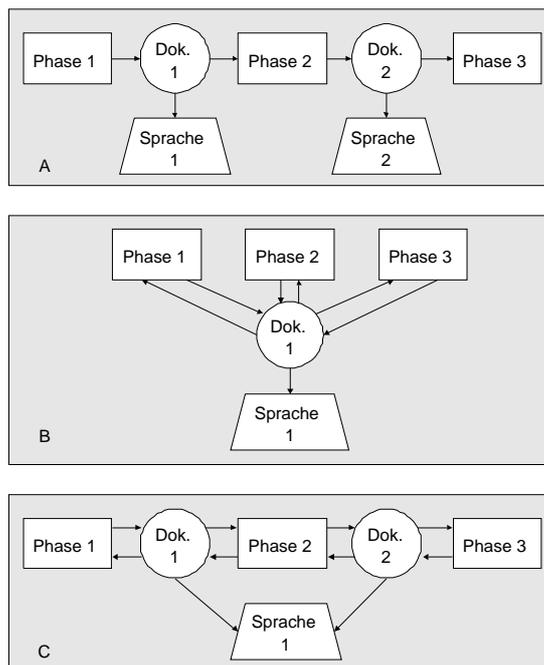


Bild 7 Dokumentenkonsistenz in verschiedenen Fällen

Vorgehensmodell A weist keine Dokumentenkonsistenz auf, da für die produzierten Dokumente unterschiedliche Sprachen benutzt werden. In Vorgehensmodell B dagegen wird ein einziges Dokument für verschiedene Zwecke und unterschiedliche Phasen benutzt, somit ist Konsistenz gewährleistet. Ähnliches gilt für Vorgehensmodell C, in dem unterschiedliche Dokumente derselben Sprache verwendet werden, falls eine automatische Anpassung in beide Richtungen möglich ist.

Für die vorstehend beschriebenen Vorgehensmodelle bedeutet dieser Zusammenhang, daß im integrierten Ansatz eine weitestgehende Dokumentenkonsistenz gegeben ist. Es existiert - abgesehen von der Phase der Informationserhebung - nur ein einziges Dokument, das demzufolge auch immer Konsistenz aufweist. Im Gegensatz dazu werden im sequentiellen Ansatz verschiedene Dokumente unterschiedlicher Sprachen ineinander überführt.

Eine automatische Konsistenzwahrung ist bei Änderungen nicht möglich, da Transformationen nicht in beliebigen Richtungen möglich sind. Für den isolierten Ansatz stellt sich das Problem der Dokumentenkonsistenz nicht in der beschriebenen Form, da hier Phasen wie Geschäftsprozeßmodellierung nicht vorgesehen sind; in den betrachteten Phasen liegt allerdings eine hohe Dokumentenkonsistenz vor, da Workflow-Modell und -Spezifikation in einer einheitlichen Sprache formuliert werden.

Übergangssicherheit

Im Zusammenhang mit der Dokumentenkonsistenz ist auch die Übergangssicherheit zu sehen. Ausgangspunkt ist hier die Verhinderung von Irrtümern und Mehrdeutigkeiten bei der Transformation von Dokumenten in einer Phase des Vorgehensmodells. Betrachtet werden dabei die im Vorgehensmodell erlaubten Übergänge zwischen einzelnen Phasen. Ist es möglich, eine vollkommen automatische Transformation durchzuführen bzw. ist eine solche Transformation nicht notwendig, so ist die Übergangssicherheit gewährleistet. Dies gilt aus den im Zusammenhang mit der Dokumentenkonsistenz behandelten Gründen für den integrierten Ansatz mit Ausnahme der - in diesem Zusammenhang relevanten - Informationserhebung.

Dagegen existiert bisher kein sequentieller Ansatz, der eine eindeutige Abbildung von Geschäftsprozeßmodellen auf Workflow-Modelle erlaubt. Für den SOM-Ansatz wurden Regeln für die Ableitung von Geschäftsprozeß-Modellen aus dem SOM-Ansatz in Workflow-Modelle für das Workflow-Management-System FlowMark von IBM aufgestellt. Es zeigt sich, daß nicht für alle Konstrukte des SOM-Ansatzes entsprechende Pendanten in FlowMark verfügbar sind [Ambe96]. Somit ist eine automatische Transformation nur für den Übergang von der Phase der Geschäftsprozeßmodellierung zur Workflow-Modellierung, nicht aber umgekehrt möglich. Ähnliches gilt für den ARIS-Ansatz. Galler et al. stellen einen Ansatz vor, nach dem eine Ableitung von Geschäftsprozeßmodellen aus dem ARIS-Toolset wiederum in FlowMark-Modelle ermöglicht wird. Eine automatische Ableitung in die Gegenrichtung ist jedoch nicht vorgesehen. Allerdings existiert mit *ContAct* ein Werkzeug, das eine automatische Benachrichtigung der Akteure in der Phase der Geschäftsprozeßmodellierung bei Änderung des Workflow-Modells übernimmt [GHS95]. Derszteler beschreibt einen Ansatz, nach dem Modellierungswerkzeuge und Workflow-Management-Systeme auf ein einheitliches "Workflow Dictionary" zugreifen [Ders96]. Allerdings ist auch hier eine nicht vollständig automatisierte Transformationsphase notwendig. Für die Vorgehensmodelle des sequentiellen Ansatzes läßt sich also zusammenfassend festhalten, daß die Übergangssicherheit gewährleistet ist, solange die Entwicklungsphasen strikt entlang des Vorgehensmodells durchgeführt werden.

Für den isolierten Ansatz gilt wiederum, daß die Übergangssicherheit weniger problematisch ist, da keine Phase der Geschäftsprozeßmodellierung vorgesehen ist. Begreift man den Ansatz als Teil eines größeren Vorhabens, in dem auch die Informationserhebung und Geschäftsprozeßmodellierung eine Rolle spielen kann, ist keinerlei Übergangssicherheit gegeben. Die verwendeten Sprachansätze eignen sich für die Geschäftsprozeßmodellierung nicht, Transformationen aus anderen Modellierungssprachen sind nicht vorgesehen. Allerdings muß festgehalten werden, daß der isolierte Ansatz diesen Anspruch explizit nicht erhebt.

Zielgruppenbreite

Als Zielgruppenbreite soll die Anzahl der verschiedenen Personenkreise bezeichnet werden, die in einem Vorgehensmodell zur Workflow-Entwicklung berücksichtigt werden. Die beispielhafte Beschreibung der Vorgehensmodelle zeigt sehr deutlich, daß die sequentiellen und die integrierten Ansätze eine ähnlich hohe Zielgruppenbreite aufweisen. Als involvierte Personenkreise sind hier Organisatoren, Mitarbeiter aus Fachabteilungen, IT-Manager, IT-Entwickler und das Unternehmensmanagement zu nennen. Diese Personenkreise arbeiten jeweils in einer oder mehreren Phasen an der Erhebung von Informationen und Erstellung von Dokumenten mit. Der isolierte Ansatz hingegen fokussiert sehr stark auf die späten Phasen (Workflow-Modellierung und -Spezifikation) und orientiert sich demgemäß vor allem an Entwicklern. Die Phase der Informationserhebung (bzw. der Anforderungsanalyse) ist nicht explizit vorgesehen, gleichwohl eine solche Phase unzweifelhaft notwendig ist und auch durchgeführt wird. Jedoch werden keine speziellen Vorgehensweisen für diese Phase vorgeschlagen, auch die Unterstützung durch bestimmte Beschreibungsmittel oder Werkzeuge ist nicht vorgesehen. Somit kann der isolierte Ansatz als ein Vorgehensmodell mit einer geringen Zielgruppenbreite verstanden werden, an dem Personenkreise wie Organisatoren, Mitarbeiter und Management zumindest nicht explizit - etwa durch die Bereitstellung von zielgruppenspezifischen Dokumenten - beteiligt sind.

Beschreibungsmodularität

Eng in diesem Zusammenhang steht die Beschreibungsmodularität, die jedoch - wie zu zeigen sein wird - zu anderen Ergebnissen hinsichtlich der Einordnung von Vorgehensmodellen führen kann. Die Beschreibungsmodularität instrumentalisiert die Forderung nach zielgruppenspezifischen Beschreibungen. Beschreibungsmodularität ist dann gegeben, wenn die einzelnen, im Vorgehensmodell vorgesehenen Personengruppen durch entsprechende Dokumente in die Lage versetzt werden, die für sie relevanten Informationen gefiltert und frei von nicht relevanten Zusammenhängen zu erhalten. Für den isolierten Ansatz gilt zunächst, daß aufgrund der geringen Zielgruppenbreite

die Beschreibungsmodularität sehr hoch ist. Die erstellten Dokumente - im wesentlichen das Workflow-Modell - dienen den Workflow-Entwicklern hinreichend als Hilfsmittel zur Durchführung ihrer Aufgaben. Spezielle Dokumente oder Teildokumente für andere Personengruppen (etwa graphische Beschreibungen für Organisatoren oder Manager) sind nicht vorgesehen, diese Personengruppen sind im isolierten Ansatz jedoch auch nicht involviert.

Läßt sich für die sequentiellen und die integrierten Ansätze hinsichtlich der Zielgruppenbreite ein ähnliches Ergebnis konstatieren, zeigen sich bezüglich der Beschreibungsmodularität Unterschiede. Während in den sequentiellen Ansätzen eine breitere Vielfalt an zielgruppenspezifischen Dokumenten existiert (etwa Geschäftsprozeßmodelle für Mitarbeiter und Management, Workflow-Modelle für Entwickler), ist im integrierten Ansatz im wesentlichen ein einheitliches Dokument - das Prozeßmodell - für alle Personenkreise vorgesehen. Dabei existieren Konzepte zur Anpassung der Informationsmenge an die Bedürfnisse des jeweiligen Personenkreises. Zu nennen sind hier beispielsweise die Bildung von Sichten oder die Möglichkeit des "Ausblendens" bestimmter Zusammenhänge. Schlußendlich werden im integrierten Ansatz jedoch die gleichen Darstellungsmittel als Beschreibung für unterschiedliche Personenkreise verwandt, die Beschreibungsmodularität ist also weniger hoch als in den sequentiellen Ansätzen.

Verallgemeinert weist ein Vorgehensmodell genau dann hohe Beschreibungsmodularität auf, wenn einzelnen Personenkreisen jeweils unterschiedliche Dokumente zur Verfügung gestellt werden. Bild 8 stellt diesen Zusammenhang beispielhaft dar. Während im Vorgehensmodell A für jeden Personenkreis ein eigenes Dokument erstellt wird - also hohe Beschreibungsmodularität herrscht -, erfüllen in Vorgehensmodell B verschiedene Dokumente einen Zweck für jeweils mehrere Personengruppen, es ist also davon auszugehen, daß jeweils auch nicht relevante Informationen dargestellt werden. Im Vorgehensmodell C

schließlich ist keine Beschreibungsmodularität vorhanden; alle Personenkreise bedienen sich der gleichen Dokumente.

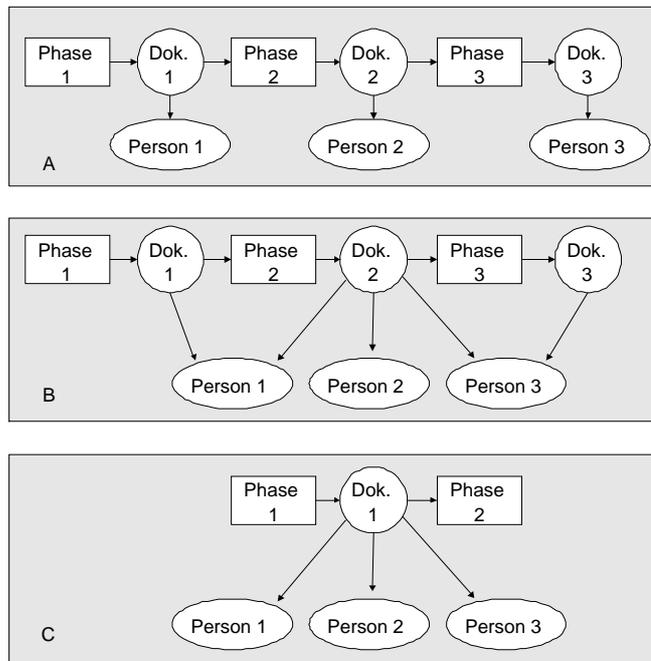


Bild 8

Beschreibungsmodularität in verschiedenen Fällen

Entwicklungsfokus

Die Fokussierung von Ansätzen zur Workflow-Entwicklung auf das Management von Geschäftsprozessen einerseits, auf die Entwicklung von prozeßorientierten Informationssystemen andererseits kann anhand der beschriebenen Ansätze beispielhaft dargestellt werden. Die vornehmlich aus der Wirtschaftsinformatik stammenden sequentiellen Ansätze legen einen eindeutigen Schwerpunkt auf die Behandlung von betriebswirtschaftlichen Zusammenhängen. Das Management von Geschäftsprozessen steht hier im Vordergrund und kann an sich bereits als komplexe Aufgabe betrachtet werden. Die optimierten Geschäftsprozesse dienen dann als Grundlage für eine Workflow-Entwicklung. Eine ähnliche Fokussierung weist auch der integrierte Ansatz auf. Historisch gesehen entstammt dieser Ansatz dem Software-Prozeßmanagement [DG90], wobei ein Schwerpunkt auf der Darstellung und Optimierung des Prozesses der Software-Entwicklung lag. Die spätere Ausführung des Software-Prozesses konnte dann auf der Grundlage des modellierten Prozesses durchgeführt werden. Später konnte gezeigt werden, daß die Konzepte auf das Management von Unternehmensprozessen übertrag-

bar waren. In neuerer Zeit wird die Geschäftsprozessorientierung als Paradigma der Informationssystem-Entwicklung - speziell: der Workflow-Entwicklung - gesehen [Gruh96]. Der Fokus des Ansatzes liegt dennoch klar auf dem Prozeßmanagement. Im Gegensatz dazu weist der isolierte Ansatz eine eindeutige Fokussierung auf die Software-Entwicklung auf. Die Modellierung und Optimierung der zugrundeliegenden Geschäftsprozesse wird als mögliche Vorstufe zwar erkannt, aber nicht in das Vorgehensmodell einbezogen, sondern als isolierte Tätigkeit gesehen.

Späte Alternativenauswahl

Durch die Tatsache, daß in den sequentiellen Ansätzen der Workflow-Modellierung und -Spezifikation eine Phase der Geschäftsprozeßmodellierung vorausgeht, besteht die Möglichkeit, die Entscheidung über die Realisierungsalternativen erst sehr spät im ersten Entwicklungszyklus festzulegen. Zunächst steht die Behandlung der betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge im Vordergrund des Interesses. Aus diesem Grund ist es auch möglich, zuerst ein von allen Beteiligten getragenes gemeinsames - und vor allem vollständiges - Verständnis des behandelten Prozesses zu gewinnen. Erst wenn dieses Verständnis vorhanden ist, müssen Entscheidungen über Realisierungsalternativen getroffen werden, wenn in der nächsten Phase die Spezifikation des Systems angegangen wird. Insbesondere bei der Wahl einer geeigneten Workflow-Modell-Architektur, aber auch bei der Entscheidung über die technische Realisierung bietet der Bruch zwischen der Phase der Geschäftsprozeßmodellierung und der Phase der Workflow-Modellierung die Chance, einen neuen Entwurf basierend auf den in frühen Phasen gewonnenen Erkenntnissen zu erstellen.

Bezüglich der Entscheidung über Realisierungsalternativen gilt ähnliches für den integrierten Ansatz. Die Auswahl der technischen Realisierung kann erst sehr spät im Entwicklungszyklus stattfinden, da auch hier zunächst eine Phase der Behandlung von Geschäftsprozessen auf einem abstrakten Niveau vorgesehen ist. Ein Neuentwurf der Workflow-Modell-Architektur ist jedoch schwieriger möglich, da beim Übergang in die Phase der Workflow-Modellierung kein neues Modell erstellt, sondern eine Anreicherung des bestehenden Geschäftsprozeßmodells durchgeführt wird. Nutzt man in einem der sequentiellen Ansätze jedoch die Möglichkeit der teilautomatischen Überführung, gilt hier gleiches.

Ein wesentlicher Unterschied zeigt sich hier im isolierten Ansatz. Aufgrund der Tatsache, daß im Vorgehensmodell mit der Modellierung des Workflows begonnen wird, sind Entscheidungen über den Abstraktionsgrad und die Architektur des Modells bereits sehr frühzeitig zu treffen. Problematisch ist dieser Zusammenhang, da oft erst in der Phase der Modellierung ein komplettes Bild des Prozesses gewonnen werden kann, so daß die Wahl eines

geeigneten Abstraktionsgrades bzw. der Modellarchitektur eigentlich erst nach einer ersten Modellbildungsphase stattfinden kann. Wird der isolierte Ansatz in Kombination mit einer vorhergehenden Geschäftsprozeßmodellierung angewandt, gelten die gleichen Zusammenhänge wie für die sequentiellen Ansätze.

4.3 Zusammenfassung

In der Tabelle 1 werden die dargestellten Kriterien und ihre Ausprägungen für die einzelnen Ansätze noch einmal schematisch zusammengefaßt.

Kriterium	isoliert	sequentiell	integriert
Adaptierbarkeit	hoch	niedrig	mittel
Dokumentenkonsistenz	-	niedrig	hoch
Übergangssicherheit	-	mittel	hoch
Zielgruppenbreite	niedrig	hoch	hoch
Beschreibungsmodularität	niedrig	hoch	niedrig
Entwicklungsfokus	produktorientiert	prozeßorientiert	prozeßorientiert
späte Alternativenwahl	nicht möglich	möglich	bedingt möglich

Tabelle 1

Zusammenfassung der Kriterien und Vorgehensmodelle

So ist abzulesen, daß der isolierte Ansatz eine hohe Adaptierbarkeit erlaubt, allerdings Dokumentenkonsistenz und Übergangssicherheit nicht unterstützt werden. Die Zielgruppenbreite dieses Ansatzes ist gering und speziell auf IT-Manager und -Entwickler zugeschnitten; eine späte Alternativenauswahl ist nicht vorgesehen.

Der sequentielle Ansatz zeichnet sich aus durch eine hohe Zielgruppenbreite sowie einen auf die jeweilige betriebswirtschaftliche Problemstellung ausgerichteten Fokus. Da in unterschiedlichen Phasen unterschiedliche Dokumente verwendet werden, ist der Grad der Dokumentenkonsistenz als eher niedrig anzusehen. Aufgrund der Entkoppelung von Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Spezifikation ist bei diesem Ansatz eine späte Alternativenauswahl möglich.

Der integrierte Ansatz stellt während des gesamten Vorgehensmodells eine einheitliche Sprache zur Verfügung, in der sowohl Geschäftsprozesse als auch Workflow-Modelle und deren Spezifikationen ausgedrückt werden können. Damit wird ein hohes Maß an Dokumentenkonsistenz und Übergangssicherheit sowie eine große Zielgruppenbreite ermöglicht. Dem steht eine niedrige Beschreibungsmodularität gegenüber.

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Workflow-Anwendungen diskutiert. Zum Zwecke einer einheitlichen Darstellung der Vorgehensmodelle wurde ein Meta-Modell vorgeschlagen. Wesentliche Komponenten des Meta-Modells sind Phasen, Dokumente, Sprachen und Personen. Es zeigt sich, daß eine grobe Klassifizierung der Vorgehensmodelle in die Klassen "isolierte", "sequentielle" und "integrierte Ansätze" sinnvoll ist. Entscheidend für eine solche Klassifizierung ist der Umfang der betrachteten Entwicklungsphasen, deren mögliche Kopplung in Form von erlaubten Folgebeziehungen und Rücksprüngen sowie der gemeinsame Zugriff auf Dokumente aus verschiedenen Phasen heraus.

Zur Analyse und Beschreibung der Vorgehensmodelle wurde ein Kriterienkatalog vorgeschlagen. Der Kriterienkatalog ermöglicht die vergleichende Analyse der anhand des Meta-Vorgehensmodells einheitlich beschriebenen Vorgehensmodelle. Die entwickelten Kriterien beziehen sich auf Dokumente, deren Zielgruppen und Transformation sowie auf die Bandbreite der in den Ansätzen behandelten Entwicklungsphasen.

Der Vergleich der Vorgehensmodelle "isoliert", "sequentiell" und "integriert" in Kapitel 4 zeigt, daß deren Struktur im Hinblick auf die im Meta-Modell identifizierten Komponenten (d.h. Personen, Sprachen, Dokumente, Phasen) starke Auswirkungen auf die Eigenschaften und damit auch auf die Einsatzmöglichkeiten dieser Vorgehensmodelle besitzt.

In zukünftigen Arbeiten ist der Kriterienkatalog zu erweitern und zu verfeinern. Für anwendungsbezogene Darstellungen und Analysen sind Szenarien und Fallstudien zu erarbeiten. Weiterhin sind die Grundlagen für eine stärkere Kopplung von Vorgehensmodellen und deren Instanzen, also konkreten Entwicklungen im Sinne des Process Change Management zu schaffen.

Literatur

- [Ambe96] Amberg, M.: *Transformation von Geschäftsprozeßmodellen des SOM-Ansatzes in workflow-orientierte Anwendungssysteme*, in: Becker, J. / Rosemann, M. (Hrsg.): *Proceedings zum Workshop Workflowmanagement - State-of-the-Art aus Sicht von Theorie und Praxis*, Münster, 10.4.1996, S. 44-54.
- [BeRS95] Becker, J. / Rosemann, M. / Schütte, R.: *Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung*, in: *Wirtschaftsinformatik* 37 (1995) 5, S. 435-445.
- [Booch94] Booch, G.: *Object-Oriented Analysis and Design*, Benjamin Cummings, Redwood City, 1994.
- [DBC88] Davis, A.M. / Bersoff, E.H. / Comer, E.R., *A Strategy for Comparing Alternative Software Development Life Cycle Models*, in: *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 14, No. 10, 1988, S. 1453-1461
- [Deit93] Deiters, W.: *A View Based Approach to Software Process Management*, Dissertation, Technische Universität Berlin, 1993
- [DG90] Deiters, W. / Gruhn, V.: *Managing Software Processes in the Environment MELMAC*, in: *Proceedings of the Fourth ACM SIGSOFT Symposium on Software Development Environments*, Irvine, California, December 1990
- [DGS95] Deiters, W. / Gruhn, V. / Striemer, R.: *Der FUNSOFT-Ansatz zum integrierten Geschäftsprozeßmanagement*, in: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, Heft 5, 1995, S. 459-466
- [DGW94] Deiters, W. / Gruhn, V. / Weber, H.: *Software Process Evolution in MELMAC*, in: *Cooke, D.: The Impact of Case on the Software Development Life Cycle*, Singapore u.a., 1994
- [DS95] Deiters, W. / Striemer, R.: *Ein Paradigmenwechsel in Informationstechnologie und Organisation*, in: *Schweiggert, F. / Stickel, E. (Hrsg.): Informationstechnik und Organisation - Planung, Wirtschaftlichkeit und Qualität, Gemeinsame Fachtagung der Gesellschaft für Informatik (GI) und des German Chapter of the ACM*, Ulm, 28./29. September 1995, Stuttgart: Teubner, 1995, S. 205-217
- [Ders96] Derszteler, G.: *Workflow Management Cycle - Ein Ansatz zur Integration von Modellierung, Steuerung und Überwachung workflowgestützter*

Geschäftsprozesse, Arbeitsbericht des Fachgebietes Systemanalyse und EDV der Technischen Universität Berlin, Februar 1996

[FeSi95] Ferstl, O.K / Sinz, E.J.: *Der Ansatz des Semantischen Objektmodells (SOM) zur Modellierung von Geschäftsprozessen*, in: WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Heft 3, 1995, S. 209-220.

[FM94] IBM: *FlowMark: Modeling Workflow*. Release 1.1, Publ. No. SH-19-8175-01, September 1994.

[GaSe94] Galler, J. / Scheer, A.-W.: *Workflow-Management: Die ARIS-Architektur als Basis eines multimedialen Workflow-Systems*, in: Scheer, A.-W. (Hrsg.): Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 108, Saarbrücken 1994.

[GeHoSh95] Georgakopoulos, D. / Hornick, M. / Sheth, A.: *An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure*, in: Distributed and Parallel Databases, Heft 3, 1995, S. 119-153

[GHS95] Galler, J. / Hagemeyer, J. / Scheer, A.-W.: *Asynchronous Cooperation Support for Distributed Collaborative Information Modeling*, in: Sandkuhl, K. / Weber, H. (Hrsg.): Telekooperationssysteme in dezentralen Organisationen, ISST-Bericht 31/96: Tagungsband zum Workshop der GI-Fachgruppe "CSCW in Organisationen", 22.-23. Februar 1996, S. 67-79

[GJM91] Ghezzi, C. / Jazayeri, M. / Mandrioli, D.: *Fundamentals of Software Engineering*, Prentice-Hall, 1991

[Gruh91] Gruhn, V.: *Validation and Verification of Software Process Models, Dissertation*, Universität Dortmund, 1991

[Gruh96] Gruhn, V.: *Geschäftsprozeß-Management als Grundlage der Software-Entwicklung*, in: Informatik Forschung und Entwicklung, Heft 2, 1996, S. 94-101

[JaSt95] Jablonski, S. / Stein, K.: *Die Eignung objektorientierter Analysemethoden für das Workflow Management*, in: HMD 185/1995, S. 95-115

[Jab95] Jablonski, S.: *Workflow-Management Systeme*, Thomson's Aktuelle Tutorien, Band 9, ITP, Bonn, 1995

[KeNS92] Keller, G. / Nüttgens, M. / Scheer, A.-W.: *Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)"*, in: Scheer, A.-W. (Hrsg.): Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 89, Saarbrücken, 1992

[LeyAlt95] Leymann, F. / Altenhuber, W.: *Managing Business Processes as an Information Resource*, in: IBM Systems Journal 33 (2), 1995, S. 326-348

[Nagl90] Nagl, M.: *Softwaretechnik: Methodisches Programmieren im Großen*, Berlin et al., 1990.

[Sche92] Scheer, A.-W.: *Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung*, 2. Aufl., Berlin et al., 1992

[Sche95] Scheer, A.-W.: *Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*, 6. Aufl., Berlin et al., 1995.

[ScGa94] Scheer, A.-W. / Galler, J.: *Die Integration von Werkzeugen für das Management von Geschäftsprozessen*, in: A.-W. Scheer (Hrsg.): *Prozeßorientierte Unternehmensmodellierung*, SzU, Band 53, 1994, S. 101-117.

[ScNZ95] Scheer, A.-W. / Nüttgens, M. / Zimmermann, V.: *Rahmenkonzept für ein integriertes Geschäftsprozeßmanagement*, in: WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Heft 5, 1995, S. 426-434

[Slag96] Slaghuis, H.: *Der direkte Übergang von BPR zu Workflow mit Leu*, in: Becker, Jörg / Rosemann, Michael (Hrsg.): *Proceedings zum Workshop "Workflowmanagement - State-of-the-Art aus Sicht von Theorie und Praxis"*, Münster, 10. April 96, S. 55-63

[Summ92] Sommerville, I.: *Software Engineering*, Addison-Wesley, 1992