

# **Referenzmodelle für Workflow-Applikationen in technischen Dienstleistungen**

Jörg Becker,

European Research Center for Information Systems (ERCIS), Universität Münster

Stefan Neumann,

Ford-Werke GmbH, Köln

## **Inhalt**

- 1 Prozessorientierte Informationssysteme für technische Dienstleistungen
  - 1.1 Domänenspezifische Anforderungen an die Informationssystemgestaltung
  - 1.2 Workflow-basierte Auftragsabwicklung für technische Dienstleistungen
  - 1.3 Ein prozessorientierter Ordnungsrahmen für Informationssysteme in technischen Dienstleistungen
- 2 Darstellung der zentralen Komponenten
  - 2.1 Prozesse und Aktivitäten
  - 2.2 Leistungsprodukte
  - 2.3 Technische Objekte
  - 2.4 Verträge
  - 2.5 Serviceaufträge
- 3 Auftragsabwicklungstypen in technischen Dienstleistungen
  - 3.1 Abwicklung von Einzelaufträgen
  - 3.2 Planmäßiger Service
  - 3.3 Störungsmanagement
  - 3.4 Projektabwicklung
  - 3.5 Beratung
- 4 Anwendung der Referenzmodelle
- Literaturverzeichnis

# 1 Prozessorientierte Informationssysteme für technische Dienstleistungen

## 1.1 Domänenspezifische Anforderungen an die Informationssystemgestaltung

In dem Maße, in dem die Industrialisierung von Dienstleistungen den Bedarf an ingenieurmäßigen Methoden zur Gestaltung von Leistungsprodukten hervorgebracht hat, steigen auch die Anforderungen an eine integrierte und flexible Unterstützung durch Informationssysteme im Service. Eine Kategorie von Leistungen, deren effiziente Planung und Steuerung ohne den Einsatz adäquater Softwaresysteme heute bereits unmöglich scheint, sind technische Dienstleistungen. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie primär an technischen Objekten des Kunden – z. B. Maschinen, Anlagen, Immobilien oder Netzen – verrichtet werden. Dabei wird hier ein Verständnis von technischen Dienstleistungen zugrunde gelegt, das den „After-Sales-Service“ an technischen Objekten nach ihrer Herstellung und Inbetriebnahme fokussiert. Beispiele für diese Leistungen sind die Instandhaltung (mit Inspektion, Wartung und Instandsetzung), Umrüstung, Optimierung und Stilllegung bzw. Demontage von Anlagen. Die Anbieter technischer Dienstleistungen sind im industriellen Bereich neben produzierenden Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus, die sich durch produktbegleitende Dienstleistungen diversifizieren, auch zunehmend eigenständige Serviceunternehmen. Letztere sind häufig ein Ergebnis des Outsourcings zuvor intern erbrachter Leistungen ihres Hauptkunden, mit dem sie noch durch vielfältige und wenig standardisierte Leistungsbeziehungen verbunden sind.

Die besonderen Merkmale der Dienstleistungsproduktion, der industrielle Charakter technischer Dienstleistungen und die typischen Formen der Leistungsbeziehungen in dieser Domäne haben spezifische Anforderungen an die Informationssystemgestaltung zur Folge:

- Im Zusammenhang mit dem immateriellen Charakter von Dienstleistungen wird häufig ihre schlechtere Beschreib- oder Messbarkeit problematisiert [1]. Für technische Dienstleistungen liegen zwar verschiedene, gängige Systematisierungsansätze vor, Probleme bei der Standardisierung der Auftragsabwicklung und der Formalisierung adäquater Prozessbeschreibungen zur Leistungserbringung erschweren jedoch die Abbildung in Informationssystemen. Vereinbarungen mit dem Kunden werden zu großen Teilen in natürlicher Sprache getroffen und in unstrukturierten Verträgen dokumentiert, die unzureichend für eine automatisierte Prozesssteuerung sind.

- Zudem bestehen unterschiedliche Möglichkeiten, die Komponenten der erbrachten Leistung abzurechnen und aus Kundensicht zu kontieren: Produktbegleitende Dienstleistungen im Maschinen- und Anlagenbau werden oftmals nur in Verbindung mit dem Sachgut fakturiert. Outsourcing-Partnerschaften basieren häufig auf komplexen Konditionsbedingungen oder Pauschalabrechnungen. Die Kosten der Leistungen an Immobilien und Anlagen können unter bestimmten Umständen durch Schlüsselung auf die Nutzer verteilt werden oder bei investivem Charakter für den Eigentümer aktivierungsfähig sein.
- Da technische Dienstleistungen unterschiedliche personelle und materielle Komponenten, diverse Abrechnungsarten und sowohl Eigen- als auch Fremdleistungsanteile enthalten können, ist die Abfolge organisatorischer und Systemfunktionen nicht immer ex-ante festzulegen. Die Auftragsabwicklung wird dadurch fehleranfällig und intransparent.
- Geschäftsprozesse beinhalten auch Leistungsanteile des Kunden (Integrativität). Dies erfordert sowohl den Austausch von Stamm- und Bewegungsdaten als auch die Koordination von Aktivitäten mit dem „externen Faktor“ während der Auftragsbearbeitung. Die erforderlichen Arbeitsgänge eines Auftrags ergeben sich vielfach erst zur Laufzeit aus dem Kundenverhalten oder aus dem Zustand seiner technischen Objekte. Dadurch müssen Planungs- und Dispositionsaktivitäten u. U. mehrfach iteriert werden. Die räumliche Verteilung der Bearbeitung muss in die Planung einbezogen werden.

Der Heterogenität dieser Anforderungen wird häufig mit verschiedenen Typen von Anwendungssystemen zur Planung und Steuerung der Auftragsabwicklung begegnet. Damit verbunden sind unterschiedliche Koordinationskonzepte, Funktionen und Daten, die sich nur schwer integrieren lassen. Dem wird in diesem Beitrag ein Workflow-gestützter Ansatz zur Modellierung und Koordination von Geschäftsprozessen gegenübergestellt, der den oben genannten spezifischen Problemstellungen Rechnung trägt. Insbesondere werden Beispiele für die Kopplung von generischen Workflow- und domänenspezifischen Fachkomponenten gezeigt. Es handelt sich dabei um die Grundzüge eines Workflow-basierten Informationssystems für technische Dienstleistungen.

## **1.2 Workflow-basierte Auftragsabwicklung für technische Dienstleistungen**

Mit der Komplexität interorganisatorischer Geschäftsprozesse einerseits und der Komponentenorientierung neuerer Softwaretechnologie andererseits hat mittlerweile ein Koordinationskonzept Einzug in die betriebliche Praxis gehalten, das unter dem Begriff Workflowmanagement bereits seit Mitte der 90er Jahre intensiv diskutiert worden ist. Unter Workflowmanagement wird die durch Informationssysteme unterstützte Koordination und Kontrolle von Arbeitsabläufen verstan-

den [2]. Auf der Grundlage einer Ablaufspezifikation (des Workflowmodells) werden dabei zur Laufzeit eines Prozesses die jeweils anstehenden Aktivitäten ermittelt und die für sie zuständigen Bearbeiter ermittelt (Rollenauflösung). Der jeweilige Bearbeiter wird benachrichtigt und mit den für seine Aktivitäten benötigten Daten und Systemfunktionen zeitgerecht versorgt. Dies gilt auch für den zwischenbetrieblichen Austausch von Geschäfts- und Kontrolldaten. Neben diesen domänenunabhängigen Leistungen sind von Workflowmanagementsystemen in technischen Dienstleistungen besondere Merkmale zu fordern, die in Tabelle 1 im Überblick dargestellt werden [3][4].

Das Konzept des Workflowmanagements erfordert eine Kopplung zwischen Workflowmanagementsystem und den eingebundenen Applikationen, wofür unterschiedliche Architekturansätze existieren. Betriebliche Standard-Anwendungssysteme werden zunehmend mit integrierter Workflowmanagement-Funktionalität angeboten. Die aus einer solchen Kombination von Workflowmanagement- und Fachkomponenten resultierende Softwareanwendung wird auch als *Workflow-Applikation* bezeichnet [5].

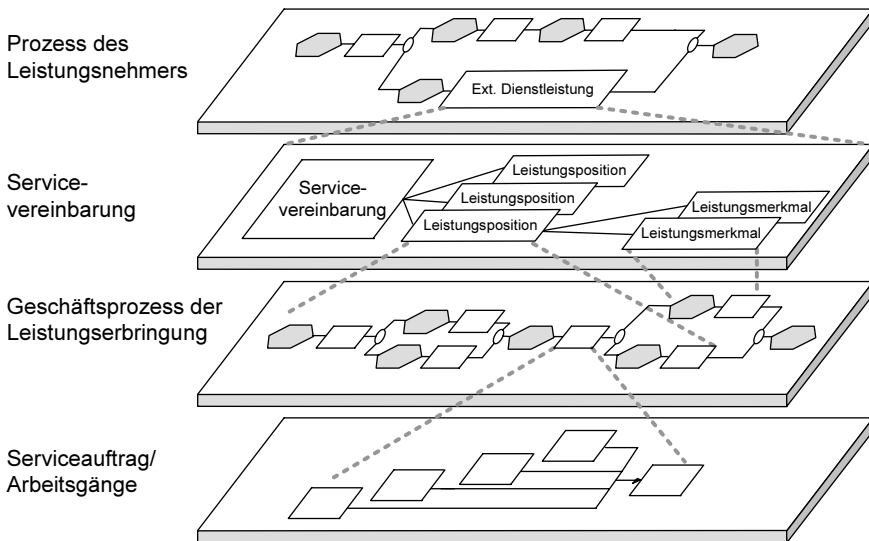
Aktivitätenkoordination	Aktorenkoordination	Datenkoordination	Monitoring u. Controlling
<ul style="list-style-type: none"><li>- Steuerung der Aktivitäten auf Basis eines Prozessmodells</li><li>- Konfigurierbarkeit von Prozessen auf Basis von Leistungsmerkmalen</li><li>- Konsistenz von Vertragsmerkmalen und Aktivitätsdefinition</li><li>- Erzeugung von auftragsspezifischen Prozessvarianten</li><li>- Veränderbarkeit der Prozessdefinition zur Laufzeit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ermittlung und Beauftragung geeigneter Akteure für Aktivitäten</li><li>- Differenzierte Berücksichtigung technischer Qualifikationen</li><li>- Berücksichtigung der räumlichen Verteilung und Wegezeiten bei der Rollenauflösung</li><li>- Unterstützung von Abstimmungsvorgängen zwischen Kunden und Lieferanten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prozessorientierte Steuerung von Datenflüssen zwischen heterogenen Anwendungssystemen</li><li>- Zwischenbetrieblicher Austausch von Objekt- und Leistungsstammdaten</li><li>- Konsistenz von Workflow- und Objektstrukturen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Automatisierte Überwachung der korrekten und termingerechten Aktivitätsbearbeitung</li><li>- Unterstützung der Eskalation bei Leistungsstörungen gem. Service Level Agreements</li><li>- Rücksetzbarkeit von Prozessen, auch betriebsübergreifend</li><li>- (eingeschränkte) Transparenz des Auftragsfortschritts auch für Kunden</li><li>- Prozesse als einheitliche Bezugsobjekte des Controllings</li></ul>

**Tabelle 1: Workflow-Unterstützung von Dienstleistungsprozessen**

Für eine durchgängige Koordination technischer Dienstleistungen, die sowohl operative und dispositive Aktivitäten als auch Informationsbedarfe und Aktionen des Kunden mit einschließt, ist eine Betrachtung der Auftragsabwicklungsprozesse auf mehreren Ebenen erforderlich (vgl. Abbildung 1) [6]. Auf der obersten Ebene werden die Prozesse des Leistungsnehmers betrachtet, in denen technische Dienstleistungen eines externen Lieferanten in Anspruch genommen werden müssen. Der Bedarf an diesen Leistungen führt zum Start des Auftragsabwicklungsprozesses auf Seiten des Dienstleisters. Das Bindeglied zwischen Kunden- und Lieferantenprozessen stellt eine *Servicevereinbarung* dar, in der die aus Kunden-

sicht relevanten Elemente des Lieferantenprozesses spezifiziert sind. Im Zentrum der Auftragsabwicklung steht der eigentliche Serviceauftrag, der die operativen (direkten) Aktivitäten der Leistungserbringung umfasst.

Grundgedanke bei der Konzeption von Workflow-Applikationen ist die Unterteilung des komplexen Leistungsbündels der Auftragsabwicklung in standardisierte Prozess- und Systembausteine, die flexibel und mit Bezug zur individuellen Ausprägung eines Geschäftsprozesses kombiniert werden. Diese Sichtweise überträgt den betriebswirtschaftlich-strategischen Ansatz des Service Engineering auf die Ebene der Informationssystemgestaltung.

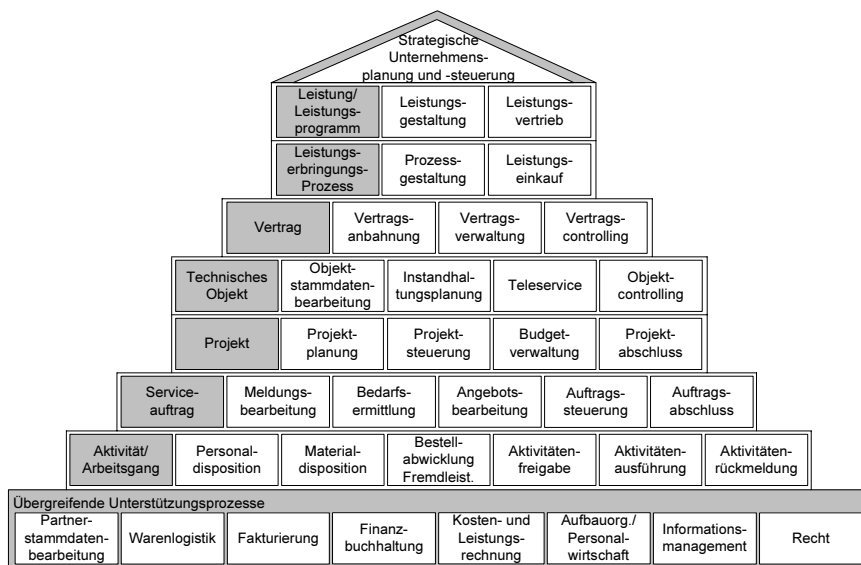


**Abbildung 1: Ebenenmodell vertragsbasierter Workflow-Applikationen**

### 1.3 Ein prozessorientierter Ordnungsrahmen für Informationssysteme in technischen Dienstleistungen

Die unterschiedlichen Typen von Geschäftsprozessen, gekoppelt mit den häufig langfristig ausgerichteten Kundenbeziehungen, eröffnen verschiedene Möglichkeiten zur Strukturierung der Domäne der technischen Dienstleistungen. Dabei ist häufig ein unsystematisches und ineffizientes Vorgehen zu beobachten, das sich u. a. an funktionalen Kriterien, an Leistungsprodukten, am Objektlebenszyklus oder an Kombinationen dieser Merkmale orientiert. Abbildung 2 zeigt einen Ordnungsrahmen für Informationssysteme in technischen Dienstleistungen, der die domänenspezifischen Fachkomponenten aufführt und anhand zweier Kriterien strukturiert: In der vertikalen Dimension weist die Servicemanagement-Pyramide verschiedene Ebenen für die zentralen *Geschäftsobjekte* der Domäne auf. Tenden-

ziell besteht zwischen Objekten einer über- und einer untergeordneten Ebene eine (1:n)-Beziehung und weisen Objekte auf höherer Ebene eine höhere Persistenz auf. In horizontaler Richtung sind die *Kernprozesse* zur Bearbeitung der jeweiligen Geschäftsobjekte angegeben. Objekt- und kernprozessübergreifend werden das Dach der Pyramide durch die Aufgaben der Unternehmensplanung und -steuerung und der Sockel durch die Unterstützungsprozesse mit Querschnittscharakter gebildet [7].



**Abbildung 2: Servicemanagement-Pyramide**

Das dominierende Geschäftsobjekt ist die am Markt anzubietende *Leistung*. Ihre Definition geht einher mit der Gestaltung der *Leistungserbringungsprozesse*. Dazu gehören sowohl die Gestaltung der Geschäftsprozesse einschließlich der Interaktion mit Marktpartnern als auch die eigentliche (generische) Arbeitsplanung. Zu Leistungen, die vollständig oder in Teilen von Dritten bezogen werden, werden geeignete Lieferanten ausgewählt und Rahmenvereinbarungen getroffen.

Vereinbarungen zwischen Dienstleistern und Leistungsnehmern sind vielfach langfristiger Natur. Dies beinhaltet nicht nur die auftragsneutrale Definition von Leistungsinhalten und Konditionen, sondern auch die eigenständige Feststellung von Maßnahmenbedarfen durch den Dienstleister, z. B. die Erkennung von Störungen. Diese Vereinbarung werden in *Verträgen* dokumentiert. Bei engerer Kundenbindung mit bei einer größeren Zahl betreuter Objekte finden i. d. R. ein systematisches Controlling dieser Leistungsbeziehungen und periodische Vertragsanpassungen statt. Damit einher geht die Notwendigkeit einer taktischen und strategischen Abstimmung der Ressourcenplanung [8].

*Technischen Objekten* kommt für Anbieter technischer Dienstleistungen besondere Bedeutung zu. Die Aufnahme und Aktualisierung von Objektdaten und die objektspezifische Instandhaltungsplanung werden vielfach als eigenständige Leistungen angeboten und repräsentieren Kernprozesse des Dienstleisters. Dies gilt insbesondere für Anlage- und Gebäudedaten. Ebenso wird die Objektinstandhaltung durch die kontinuierliche Überwachung des Objektzustands vor Ort oder mittels Ferndiagnosesystemen unterstützt.

Längerfristige Maßnahmen oder Vorhaben, denen komplexe Planungen zugrunde liegen, werden als *Projekte* organisiert. Die Ausführung von Projektaktivitäten selbst kann durch die Instanziierung von Serviceaufträgen erfolgen. Zur Planungs- und Steuerungsfunktionalität des Projektmanagements gehören Funktionen der Budgetverwaltung, mit denen auch langfristige Verläufe von Instandhaltungsbudgets nach Leistungsarten und Objektgruppen gegliedert abgebildet werden können.

Ein *Serviceauftrag* ist ein Konstrukt zur Gruppierung der Arbeitsgänge und Materialien, die im Rahmen einer an einem Objekt durchzuführenden Maßnahme erforderlich sind. Serviceaufträge fungieren nicht nur als Instrumente zur maßnahmenbezogenen Koordination von Arbeitsgängen, sondern auch als vertriebliche Bezugsbelege für die Angebotserstellung und Fakturierung.

Auf der untersten Objektebene repräsentieren *Aktivitäten* die aus organisatorischer Sicht relevanten Elemente der Prozessbearbeitung. Aktivitäten beanspruchen unterschiedliche Arten von Ressourcen und werden durch eigenes Personal oder externe Dienstleister ausgeführt.

Zur Bearbeitung eines konkreten Geschäftsvorfalles wird eine Folge dieser Prozesse oder ihrer Subprozesse ausgeführt. Die Koordination der jeweils geeigneten Aktivitäten und der Interaktion der beteiligten Akteure ist ebenenübergreifend die Aufgabe der Workflow-Steuerung. Die Interdependenzen zwischen Workflow-Komponenten und den für technische Dienstleistungen typischen Fachkomponenten stehen im Mittelpunkt der nachfolgenden Abschnitte.

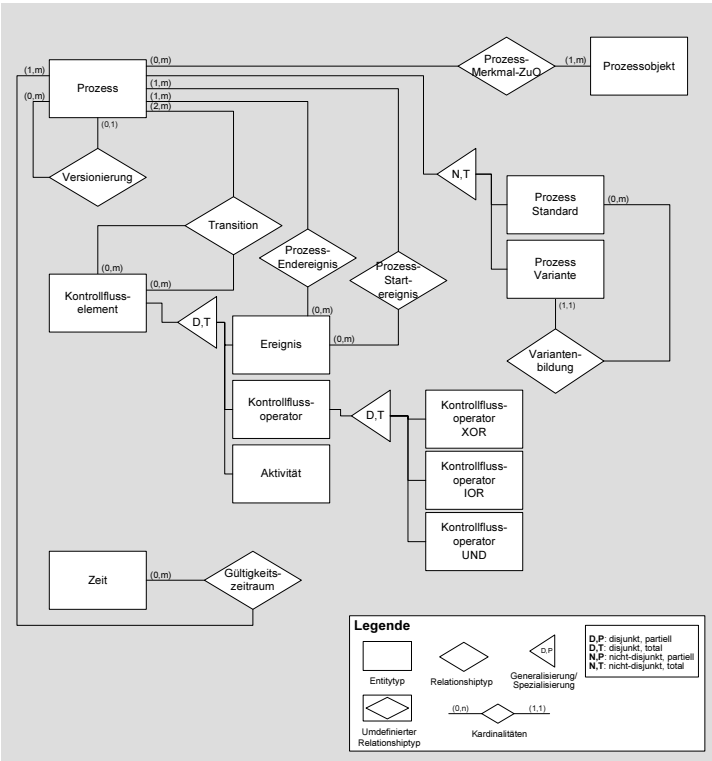
## **2 Darstellung der zentralen Komponenten**

### **2.1 Prozesse und Aktivitäten**

Ein Prozess im hier behandelten Sinne ist eine Folge von Aktivitäten und Ereignissen zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objekts, das durch ein Datenobjekt der Workflow-Applikation repräsentiert wird. Ein Prozess wird häufig durch ein betriebswirtschaftlich relevantes Objekt geprägt (das „prozessprägende Objekt“), mit dessen Instanziierung seine Ausführung als Workflow

gestartet wird [9]. Ablaufalternativen und Parallelbearbeitungen werden mittels Kontrollflussoperatoren spezifiziert. Ereignisse markieren das Eintreten von Zuständen oder Bedingungen. Die Ausführung eines Prozesses wird beim Eintritt definierter Ereignisse gestartet und seine Erledigung durch ein oder mehrere Endereignisse markiert.

Für die einzelnen Elemente des Leistungsprogramms werden Prozesse definiert, in denen die Form der Auftragsabwicklung einschließlich der indirekten Aktivitäten (z. B. Planung oder Einkauf von Leistungen) spezifiziert wird. Dabei handelt es sich auf generischer Ebene um Referenzprozesse. Die vertrags- oder auftrags-spezifische Konfiguration von Leistungen, die die Variabilität des Dienstleistungsgeschäfts bedingt, führt zur Definition individueller Prozessvarianten. Prozessvarianten werden aus Referenzprozessen abgeleitet und ggf. noch zur Laufzeit modifiziert. Abbildung 3 verdeutlicht diese Zusammenhänge in Form eines erweiterten Entity-Relationship-Modells [10][11].



**Abbildung 3: Datenmodell Prozess**

Eine Aktivität in einem Prozess kann selbst durch einen anderen Prozess verfeinert werden, der beim Start der Aktivität als Subprozess ausgeführt wird. Auf diese Weise entsteht zur Laufzeit eine Hierarchie von Prozessinstanzen, die auch





insbesondere die Terminabstimmung mit dem Kunden, aber auch die individuelle Vereinbarung von Leistungsinhalten elektronisch unterstützt werden. Abstimmungsaktivitäten beziehen sich immer auf ein konkretes Datenobjekt, das allerdings auch als Aggregation mehrerer Objekte fungieren kann. Das Abstimmungsobjekt kann auch eine Aktivität des weiteren Prozessablaufs darstellen, bspw. bei der Terminfindung.

Da Umfang und Art der zu erbringenden Leistung vielfach erst zur Laufzeit ermittelt werden können, eignet sich bei der Modellierung auch das Konzept der Aktivitätenbündel [14]. Ein Aktivitätenbündel repräsentiert eine Aktivität, von der in einem Prozess beliebig viele Instanzen erzeugt und bearbeitet werden können. Mit Aktivitätenbündeln kann die Planung, Steuerung und Ausführung von Arbeitsgängen modelliert werden, die zur Definitionszeit noch nicht vollständig bekannt sind. Ein Aktivitätenbündel kann auch durch einen Subprozess verfeinert werden, der während einer Auftragsabwicklung mehrfach ausgeführt wird (vgl. Abbildung 4).

## 2.2 Leistungsprodukte

Als Leistungen werden hier zunächst unspezifische objektneutrale Verrichtungen bezeichnet, z. B. „Wartung“ oder „Reparatur“. Leistungen können in Leistungsverzeichnissen katalogartig gruppiert werden. Da die Form der Leistungserbringung und die Verrechnung einer Leistung stark variieren können, ergibt sich die Definition eines *Leistungsprodukts* jedoch erst aus der Kombination einer Leistung im verrichtungsorientierten Sinn mit der Objektklasse, an der die Leistung erbracht werden kann. So handelt es sich z. B. bei „Inspektion einer raumluftechnischen Anlage“ und „Inspektion eines Kraftfahrzeugs“ auf Grund der betrachteten Objektklasse offensichtlich um verschiedene Produkte. Das Leistungsprodukt stellt das eigentliche Absatzobjekt des Dienstleisters dar. Seine Spezifikation beinhaltet Angaben zur Form der Ausführung und ist damit von hoher Workflow-Relevanz. Daher wird mit dem Leistungsprodukt eine Referenzprozess-Definition verknüpft. Objektneutrale Eigenschaften können auch der Leistung zugeordnet und dann an alle betroffenen Leistungsprodukte „vererbt“ werden. Zu Leistungsprodukten, die generell fremdbezogen werden, existiert ein (ggf. produktspezifischer) Beschaffungsprozess (vgl. Abbildung 5).

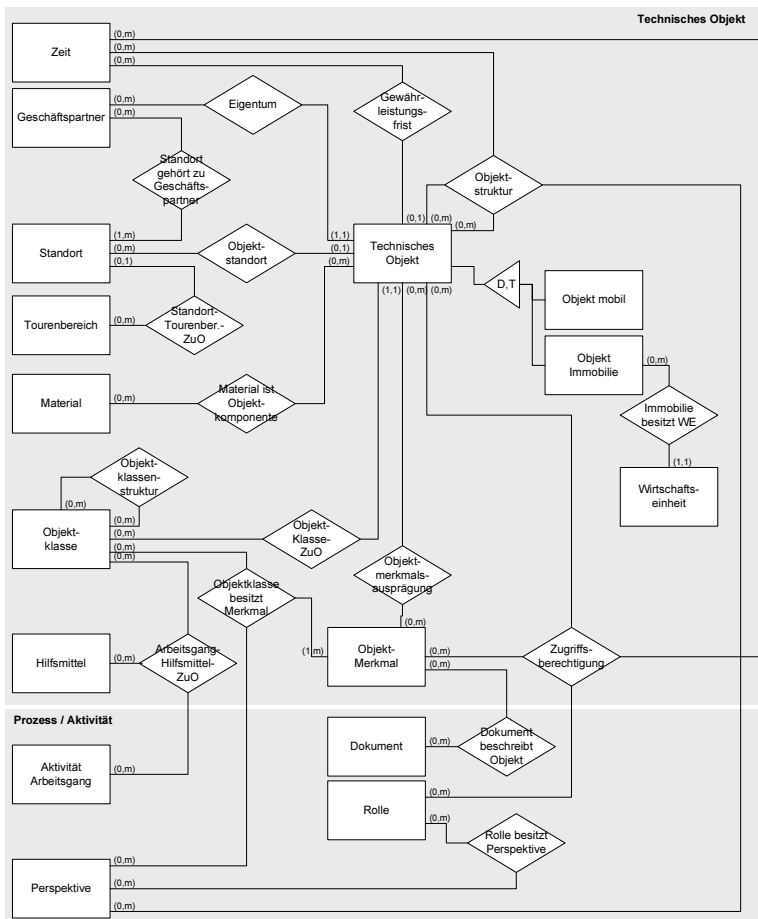
Die Vielfalt der unterschiedlichen Ausprägungen eines Leistungsprodukts wird durch Konfiguration mittels individuell definierbarer Merkmale abgebildet, die die Leistungserbringung und Abrechnung determinieren. Die merkmalsbasierte Konfiguration einer Leistungsproduktvariante findet ihre Entsprechung in der Konfiguration des Prozesses der Leistungserbringung. Dabei werden an der Definition des Referenzprozesses Änderungen (Entfernen, Ersetzen oder Hinzufügen) vorgenommen, die sich auf den Kontrollfluss oder die den Prozessaktivitäten zugewiesenen Ressourcen auswirken. Beispiele für solchermaßen spezifizierte



der leistungserbringende Prozess geprägt (vgl. Abbildung 6). Aus der Art des Objekts resultieren zudem Vorgaben für die Prozessaktivitäten und ihren Ressourcenbedarf. Technische Objekte besitzen eine Vielzahl weiterer Eigenschaften, die sowohl zur Planung als auch zur Ausführung von Arbeitsgängen bekannt sein müssen. Da es sich um die unterschiedlichsten Typen von Objekten handeln kann, müssen Objektklassen und die sie beschreibenden Merkmale individuell definierbar sein. Objekte können selbst strukturiert sein und sich aus anderen technischen Objekten oder Teilen zusammensetzen (z. B. Hauptbaugruppen, Baugruppen, Bauteile und Ersatzteile) [16]. Mobile Objekte können ihren Einsatzort verändern. Bei immobilien Objekten handelt es sich um Liegenschaften, Gebäude oder Flächen in Gebäuden, die auch relevante Wirtschaftseinheiten des kaufmännischen Immobilienmanagements darstellen können [17]. Bei Immobilien kann überdies die Modellierung der gebäudeinternen Verkehrswege von Bedeutung sein, um zu effizienten Reihenfolgen von Arbeitsgängen oder realisierbaren Plänen beim Umzug mobiler Objekte zu gelangen [18].

Daten zu technischen Objekten werden auf Grund der Heterogenität der auf sie zugreifenden Workflowteilnehmer multiperspektivisch verwaltet. So sind für die technische Bewirtschaftung von Objekten andere Informationen relevant als für die kaufmännische, für den Objekteigentümer andere als für Nutzer oder Dienstleister. Die unterschiedlichen Perspektiven betreffen sowohl die Merkmale als auch die Strukturierung von Objekten. So lassen sich Objekte nach bspw. räumlichen oder funktionalen Kriterien verschieden strukturieren oder in unterschiedlichen Detaillierungsgraden abbilden. Unternehmensübergreifend resultiert die Multiperspektivität i. d. R. in mehreren, teilredundanten Datenbeständen. Zu den Aufgaben des Workflowmanagements gehört daher auch die Sicherstellung der Konsistenz dieser Bestände durch einen möglichst automatisierten Datentransfer bei Änderungen der Objektstammdaten.

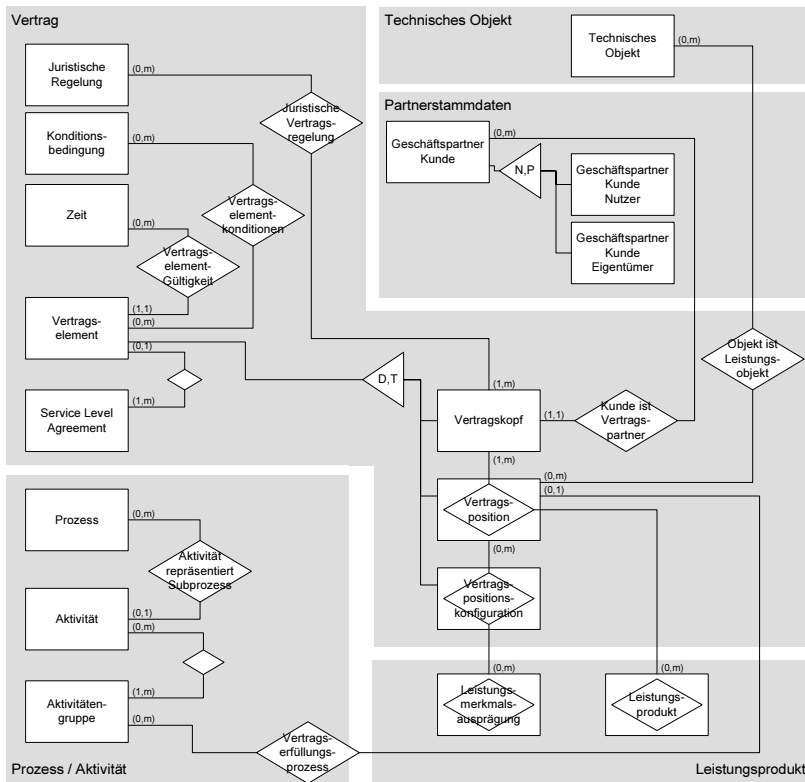
Beim Fremdbezug von Leistungen muss außerdem der externe Dienstleister Daten zum Objekt lesen und ggf. aktualisieren können. Dazu kann auch ein Überblick über die in der Vergangenheit oder gegenwärtig am Objekt durchgeführten Maßnahmen zählen. Die Workflow-Applikation stellt ihm dazu einen temporären, für die Dauer der Leistungserbringung befristeten Zugriff auf die benötigten Merkmale bereit [19].



### Abbildung 6: Datenmodell technisches Objekt

## 2.4 Verträge

Die Spezifikation von Leistungsprodukten erfährt eine Konkretisierung bei der Anlage von Dienstleistungs-Verträgen. In einer Vertragsposition wird die Erbringung eines Leistungsprodukts in einer spezifischen Konfiguration an einer Menge von technischen Objekten des Geschäftspartners vereinbart (vgl. Abbildung 7). Einer Vertragsposition ist mit dem Leistungsprodukt auch eine konfigurierbare Prozessdefinition zugeordnet. Die Prozesskonfiguration bezieht sich auf das Leistungsprodukt insgesamt oder einzelne seiner Merkmalsausprägungen. Sie kann aus den Leistungsstammdaten abgeleitet werden (s. o.) oder vertragsspezifisch erfolgen.



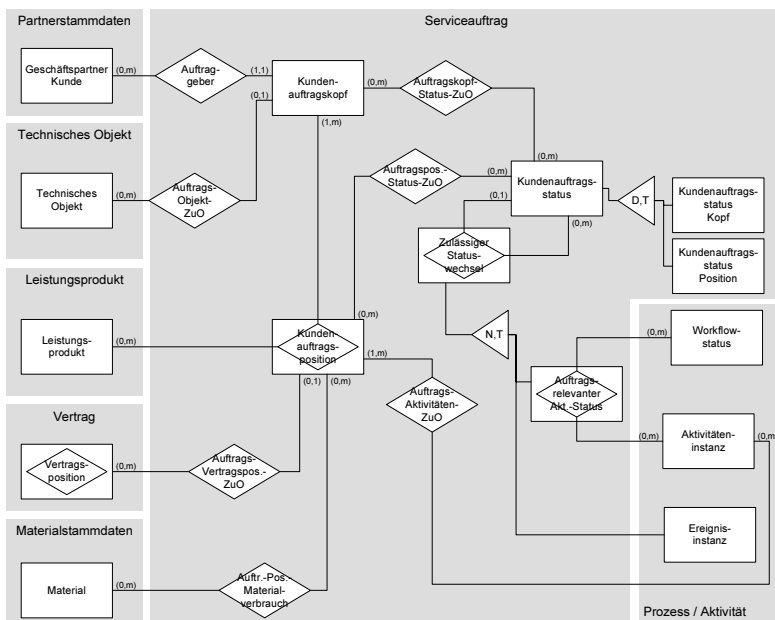
**Abbildung 7: Datenmodell Vertrag**

Ein Vertrag wird zwischen dem Dienstleister und einem (einzigen) Kunden geschlossen. Da Eigentümer und Nutzer eines Objekts nicht identisch sein müssen, können Objekte in mehreren Verträgen referenziert werden. Neben den betroffenen technischen Objekten werden eine Gültigkeitsdauer des Vertrags und die Abrechnungskonditionen vereinbart. Beides kann sowohl auf Vertragskopf- als auch auf Positionsebene erfolgen.

Das Eintreten bestimmter Ereignisse, die nicht Element des Sollprozesses sind, kann als *Leistungsstörung* gewertet werden. Für diese Fälle können Eskalationsprozesse definiert werden, die automatisch instanziiert werden. Häufig beschränkt sich die Spezifikation der Eskalation auf die Angabe von Organisationseinheiten oder Aufgabenträgern, die in einer vorgegebenen Eskalationsreihenfolge mit der Kompensation der Leistungsstörung beauftragt werden.

## 2.5 Serviceaufträge

Im Gegensatz zu den bisher betrachteten Datenstrukturen, die Stammdaten repräsentieren, stellen Serviceaufträge Bewegungsdaten der Workflow-Applikation dar. Serviceaufträge dienen der Koordination vertraglich vereinbarter Leistungen oder als eigenständige Vertriebsbelege ohne Vertragsbezug. Ein Serviceauftrag verweist auf eine Prozessvariante, die sich aus den Arbeitsgängen für eine konkrete Maßnahme an einem technischen Objekt zusammensetzt (vgl. Abbildung 8). Bei planmäßiger Leistungserbringung, vorwiegend bei Wartungs- und Inspektionsleistungen, werden Serviceaufträge automatisch generiert. Dies geschieht auf der Basis eines Instanzierungsschemas, das Informationen zur Instandhaltungsstrategie, zu Ausführungsintervallen und zu weiteren planungsrelevanten Parametern beinhaltet.



**Abbildung 8: Datenmodell Serviceauftrag**

Ein individualisiertes Auftragsmonitoring ist durch die Definition einer Statusfolge realisierbar, die einen geringeren Detaillierungsgrad aufweist als das Prozessmodell selbst. Statuswechsel werden durch Prozessereignisse ausgelöst. Damit kann auch der Kunde eine Sicht auf den Fortschritt der Leistungserbringung erhalten, ohne dass ihm Zugriff auf die Daten der Einzelaktivitäten eingeräumt werden müsste.

### 3 Auftragsabwicklungstypen in technischen Dienstleistungen

Trotz der Heterogenität der Produkte in technischen Dienstleistungen und der Variabilität der Leistungserbringung ist für die Informationssystemgestaltung die Identifikation einer begrenzten Anzahl von Auftragsabwicklungstypen erforderlich. Die Abgrenzung erfolgt hier anhand der für die Prozesskoordination relevanten Kriterien Standardisierbarkeit der Leistungserbringung, Bezug zum technischen Objekt und Umfang bzw. Komplexität der Auftragsabwicklungsstruktur (vgl. Abbildung 9). Dieses Vorgehen führt zur Unterscheidung der Typen Einzelauftragsabwicklung, Planmäßiger Service, Störungsmanagement, Projektabwicklung und Beratung.

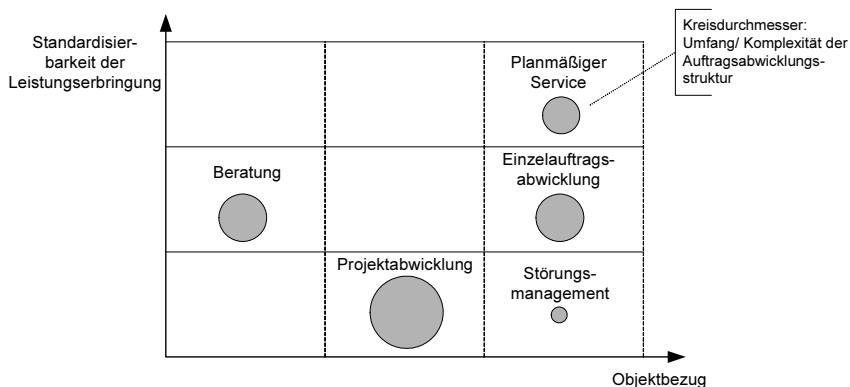


Abbildung 9: Auftragsabwicklungstypen in technischen Dienstleistungen

#### 3.1 Abwicklung von Einzelaufträgen

Einzelaufträge beziehen sich auf ein- oder erstmalig zu erbringende Leistungen, deren Leistungsinhalte, Termine oder Konditionen nicht vor dem Auftragseingang bekannt und unter Umständen erst mit dem Kunden zu vereinbaren sind. Dazu zählt auch die Abwicklung von Instandsetzungsmaßnahmen, zu denen bereits vertragliche Vereinbarungen existieren. zeigt auf grober Ebene den Kontrollfluss und die bearbeiteten Datenobjekte. Bei den Quellen der Inputdaten kann es sich um vorangegangene Prozessaktivitäten oder auch um hier nicht dargestellte Prozesse ohne direkte sachlogische Kopplung zur Auftragsabwicklung handeln. In einer konkreten Ausprägung des Prozesses erfolgt die Instanziierung der einzelnen Teilprozesse evtl. mehrfach (z. B. die Bearbeitung von Arbeitsgängen) oder gar nicht (z. B. die Beschaffung externer Dienstleistungen).



Mit der Erfassung der Kundenmeldung, bei der Angaben zum Kundenwunsch aufgenommen werden, wird zum gewünschten Leistungsprodukt die geeignete Prozessdefinition ausgewählt und auftragsspezifisch angepasst. Der Workflow wird anschließend instanziiert. Bei einem überbetrieblichen Zugriff auf die Workflow-Applikation kann der Kunde den Workflow auch selbst starten. Voraussetzung ist eine hinreichend strukturierte Abbildung der Leistungsprodukte und ihrer Konfigurationsalternativen. Die Beauftragung kann dann entweder durch eine Benutzerschnittstelle des Serviceanbieters, etwa im Internet, oder durch direkte Kopplung des Einkaufssystems des Kunden mit der Workflow-Applikation erfolgen. Vor der Leistungserbringung finden ggf. eine Bonitätsprüfung und weitere debitorische Prüfungen statt. So können Leistungsanteile mit investivem Charakter auf Seiten des Objekteigentümers spezifische Prozesse auslösen oder Vereinbarungen zu Instandhaltungsbudgets vorhanden sein, die von der Maßnahme betroffen sind.

Im Rahmen der Auftragsplanung, die Workflow-gestützte Abstimmungsaktivitäten mit Kunden und Lieferanten beinhalten können, werden die erforderlichen Arbeitsgänge und Fremdleistungen spezifiziert. In vielen Fällen setzt dies zunächst die Inspektion des betroffenen Objekts vor Ort voraus. Rücksprünge zur Auftragsplanung können auch während der Leistungserbringung erfolgen, wenn weitere Bedarfe erst später erkannt werden. Eine zumindest grobe Auftragsplanung ist auch die Voraussetzung für eine vorangehende Angebotserstellung. Kommt es nicht zu einer Auftragserteilung, werden ggf. die Angebotskosten fakturiert.

Die Ermittlung geeigneter Kräfte zur Ausführung der Maßnahmen basiert außer auf Qualifikations- und Kompetenzanforderungen auf geografischen Kriterien. Die räumliche Verteilung der Servicemitarbeiter erfordert zur Sicherstellung einer zeitnahen Übermittlung freigegebener Aufträge und Transparenz des Bearbeitungsstatus eine Integration mobiler Endgeräte in die Workflow-Applikation.

Übergaben bzw. Abnahmen der Leistung finden ggf. mehrfach statt und werden jeweils beim Erreichen eines bestimmten Auftragsstatus veranlasst. Auch der Schlussfaktura können Teilfakturen vorangehen. Insbesondere beim Fremdbezug von Leistungen setzt eine zeitnahe aufwandsbezogene Fakturierung eine systemgestützte Koordination von Abnahmetermeninen, Rechnungsprüfung und Fakturaerstellung voraus. Der Auftragsabschluss stößt keine Fakturierungsaktivität an, wenn vertragliche Vereinbarungen mit periodischer Sammelfakturierung bestehen.

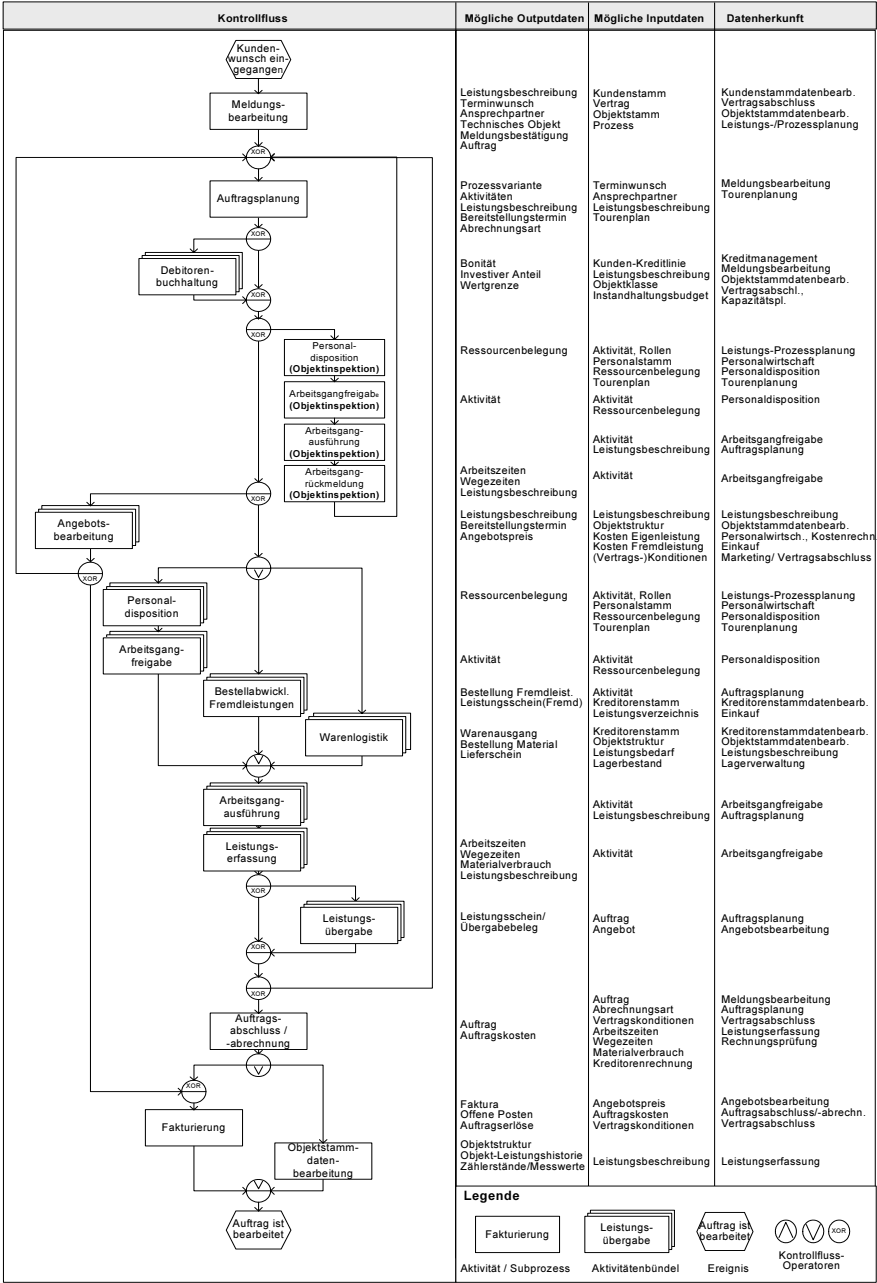


Abbildung 10: Prozessmodell zur Abwicklung von Einzelaufträgen

### 3.2 Planmäßiger Service

Die planmäßige Leistungserbringung, in den meisten Fällen zu Wartungs- oder Inspektionszwecken, zeichnet sich gegenüber der Abwicklung von Einzelaufträgen durch zwei Besonderheiten aus: Zum einen findet die Auftragsauslösung i. d. R. beim Dienstleister selbst statt. Die Auslösung erfolgt zeitlich gesteuert oder beim Erreichen bestimmter Anlagenzustände, die automatisch oder durch manuelle Ablesung von Messwerten erkannt werden. Zum anderen sind die erforderlichen Arbeitsgänge bereits vor der Auftragsauslösung definiert und werden zu einer Maßnahme automatisch angelegt. Planmäßiger Service basiert grundsätzlich auf einem Dienstleistungsvertrag, aus dem auch die abrechnungssteuernden Informationen hervorgehen. Dennoch kann auch eine Angebotserstellung für individuelle Wertgrenzen übersteigende Ersatzteile, Eigenleistung oder fremd zu beziehende Wartungsleistungen vertraglich vorgesehen sein. Der Zeitraum zwischen Erzeugung der Serviceaufträge für planmäßige Leistungen und den Ausführungsterminen sollte groß genug für die Deckung des vorhersehbaren Ersatzteilebedarfs sein. Durch Dritte erbrachte Leistungen sollten ebenfalls bereits rahmenvertraglich definiert sein.

Die maßnahmenbezogene Planung der Leistung besteht hauptsächlich in der Abstimmung der Servicetermine zwischen Kunde und Dienstleister. Im einfacheren Fall werden Kundenmitarbeiter benötigt, um dem Servicetechniker Zugang zum Objekt zu verschaffen und ggf. die Leistungserbringung zu bestätigen. Bei Serviceleistungen an Produktionsanlagen ist überdies die Koordination mit der Fertigungssteuerung geboten, um die Einhaltung von Produktionsterminen zu gewährleisten und Stillstandzeiten gering zu halten [20]. Das Outsourcing von Instandhaltungsleistungen birgt in dieser Hinsicht die größten Koordinationsprobleme und damit hohes Workflow-Potenzial für den produzierenden Leistungsnehmer, insbesondere bei kurzfristiger Reihenfolgeplanung. Flexibler kann eine effiziente Reihenfolge von Fertigungs- und Instandhaltungsaufträgen bei einer längeren Anwesenheit des Servicepersonals vor Ort ermittelt werden. Begünstigt wird die Terminabstimmung durch die verhältnismäßig gute Prognostizierbarkeit der Dauer planmäßiger Leistungen.

Die Anforderungen an eine informationstechnische Unterstützung der Abstimmungsvorgänge steigen bei der Einbeziehung weiterer Dienstleister. Bei der Beauftragung eigener Servicemitarbeiter sind u. U. Rückkopplungen von der Personaldisposition und Tourenplanung zur Terminierung notwendig. Eine Fakturierung der Leistungen findet oftmals pauschal und periodisch statt. Durch eine prozessorientierte Gestaltung des Informationssystems ist ex-post dennoch eine präzise Zuordnung der vertraglichen Erlöse zu Aktivitätstypen oder anderen Bezugsobjekten der Leistungserbringung möglich.

### 3.3 Störungsmanagement

Der Prozess des Störungsmanagements unterscheidet sich von der geplanten Instandsetzung dadurch, dass unvorhergesehene Störungen dringend und ohne vorausgehende Plan- und Prüfschritte beseitigt werden müssen. Es handelt sich daher um einen stark verkürzten Auftragsabwicklungsprozess. Für die Initialisierung und Koordination von Entstörungsprozessen werden häufig eigenständige, permanent erreichbare Organisationseinheiten gebildet, die überregional Bereitschaftskräfte beauftragen können und Zugriff auf spezialisierte Informationssysteme besitzen.

Große Bedeutung kommt der effizienten Fehlerdiagnose zu. Wissensbasierte Systeme können den Instandhaltungsdienstleister bei der Eingrenzung und Klassifikation der Fehlerursache und der Auswahl einer geeigneten Entstörstrategie unterstützen [21]. Nach Möglichkeit finden Diagnose und Entstöraktionen mittels Teleservicesystemen direkt im Zusammenhang mit der Meldungsannahme statt. Alternativ oder zusätzlich wird ein Servicemitarbeiter mit der sofortigen Instandsetzung vor Ort beauftragt. Die Anwesenheit des Mitarbeiters und die störungsbedingte Stillstandzeit des technischen Objekts können auch zur Durchführung kurzfristig anstehender Wartungs- oder Inspektionsmaßnahmen genutzt werden. Diese werden objektbezogen ermittelt und mit dem Instandsetzungsauftrag verbunden.

Im Anschluss an die Rückmeldung und Dokumentation des Vorfalls kann zudem der Anstoß einer regulären Einzelmaßnahme erfolgen, um Fehlerursachen zu analysieren oder weiter reichende Auswirkungen der Störung zu beseitigen. Während des Entstörprozesses ist der Kunde, möglichst detailliert über den Bearbeitungsfortschritt zu informieren, damit seiner Feinplanung realistische Annahmen über die Verfügbarkeit seiner Ressourcen zugrunde gelegt werden können.

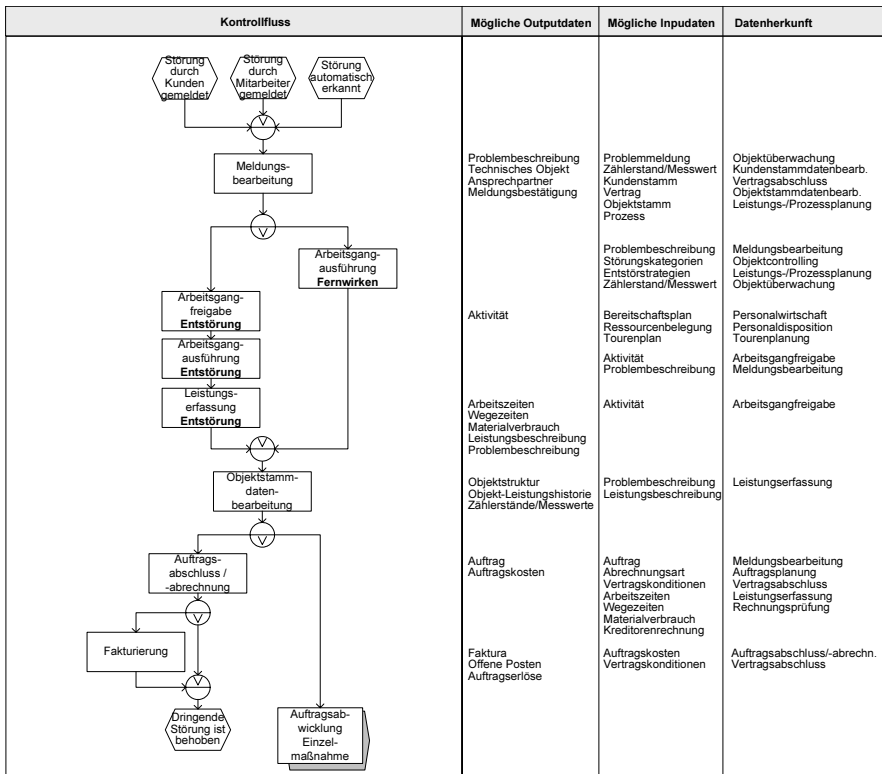


Abbildung 11: Prozessmodell zum Störungsmanagement

### 3.4 Projektabwicklung

Lang laufende, mehrstufig strukturierte Prozesse werden als Projekte bezeichnet und erfordern spezifische Systemfunktionalität. Charakteristisch für Projekte ist eine eigene, temporäre Aufbauorganisation mit einer projektbezogenen Definition von Bearbeiterrollen. Die Aktivitäten des Prozesses werden in die *Projektplanung* und die *Projektrealisierung* unterteilt. Während die Aktivitätenstruktur der Projektrealisierung erst während der Projektlaufzeit definiert wird, kann dem Teilprozess der Projektplanung eine Referenz zugrunde liegen, z. B. im Facility Management die Phasenfolge der HOAI [22], die nach Bedarf verfeinert wird. Die Projektstruktur kann sich zudem an den Komponenten eines technischen Objektes orientieren, die durch gleichartige Subprozesse bearbeitet werden. Diese parallel ausgeführten Subprozesse müssen zu bestimmten Meilensteinen des Projekts mit Unterstützung durch das Workflowmanagementsystem synchronisiert werden.

Die Planung von Maßnahmen stellt in Projekten häufig einen wesentlichen Bestandteil der Dienstleistung dar. Im Laufe der Projektabwicklung werden daher ggf. mehrfach Angebote und Aufträge bzw. Verträge erstellt, deren Gegenstand Planungsleistungen sind. Auf der Grundlage der erstellten Konzepte können zu mehreren Zeitpunkten Entscheidungen über den Fortgang des Projekts getroffen werden. Anders als Serviceaufträge können Projekte auch mehrere Nutzer eines technischen Objekts betreffen und daher Vertragsabschlüsse mit mehreren Parteien erfordern. Planungsleistungen können auch durch Dritte erbracht werden und erfordern in diesem Fall den Austausch von Objektdokumentationen und Planungsergebnissen sowie die Einbeziehung der Kosten externer Planungsleistungen in die Kalkulation und Fakturierung. Fremdbezogene Realisierungsleistungen erfordern aus Sicht des technischen Dienstleisters die Koordination von Ausführungs- und Abnahmetermenen und der Rechnungsprüfung mit den eigenen Kundenkontakten, d. h. von Bereitstellungs-, Übergabe- und Fakturaterminen.

Auf Grund der längerfristigen Auswirkungen der Maßnahmen auf Anlagenverfügbarkeit, Kostenverläufe und die Veränderung des Anlagevermögens erfolgt oftmals auch eine Abbildung laufender Projekte im System des Kunden. Der Workflow-Applikation kommt in diesem Fall die Aufgabe zu, den zeitnahen Transfer von Statusinformationen und monetären Aspekten des Projekts zu gewährleisten. Zudem werden Projekte aus Kundensicht vielfach nach anderen Kriterien strukturiert, z. B. der Anlagenbuchhaltung oder des Controllings, was eine regelmäßige Abstimmung mit der Projektsteuerung des Dienstleisters erfordert [23].

### 3.5 Beratung

Als Beratung werden hier alle technischen Dienstleistungen klassifiziert, die nicht physisch an einem technischen Objekt ausgeführt werden, sondern im Kern im Wissenstransfer zu Mitarbeitern des Kunden bestehen. Beispiele für Beratungsleistungen sind:

- Konzepte zur Prozessgestaltung, etwa zur Erreichung einer instandhaltungsgerechten Konstruktion oder Fertigungsorganisation,
- Konzepte zur Verbrauchsoptimierung von Anlagen,
- Schulung von Kundenpersonal in der Bedienung von Maschinen und
- Bereitstellung von Auswertungen zu Leistungen an Kundenobjekten.

Darüber hinaus wird vor der Kontrahierung umfangreicherer Maßnahmen oftmals die Erstellung von (ggf. alternativen) Feinkonzepten beauftragt und als eigenständige Beratungsleistung fakturiert.

Die Leistungserbringung erfolgt bei technischen Beratungsleistungen zu heterogen, um referenzartig beschrieben werden können. Beratungsleistungen können in einer Projektorganisation, als Einzelaufträge oder als kontinuierliche Dauerleistungen ohne Prozessstruktur erbracht werden. Beratungsleistungen stützen sich vielfach auf *Berichte*, die die Analyse des Mengen- und Wertgerüsts der Leistungserbringung zu technischen Objekten oder anderen Bezugsobjekten ermöglichen. Durch die Verknüpfung von Prozessdefinitions- und Ausführungsdaten mit Produkt-, Vertrags- und Objektdaten stellt die Workflow-orientierte Informationssystemgestaltung die Grundlage qualitativ hochwertiger Beratungsleistungen dar.

## 4 Anwendung der Referenzmodelle

Die vielfach diskutierten Charakteristika von Dienstleistungsprodukten und -prozessen stellen umfangreiche Anforderungen an die unterstützenden Informationssysteme. Die hier dargestellten Modelle geben Empfehlungen für eine prozessorientierte Systemgestaltung, indem sie der Integrativität von Leistungsdefinition, kundenspezifischen Vereinbarungen und Prozessmanagement Rechnung tragen. Es handelt sich dabei um die elementaren Anforderungen an eine neue Generation Workflow-basierter Servicemanagement-Systeme.

Zugleich sollen damit Anhaltspunkte für eine prozessorientierte Integration vorhandener Anwendungssysteme und die Konfiguration von Standardsoftware gegeben werden. Heutige Systeme zum Enterprise Resource Planning (ERP), in denen die auch für Dienstleistungsanbieter erforderliche Integration der Auftragsplanung und -steuerung mit Materialwirtschaft, Rechnungswesen, Personalwirtschaft und anderen Unternehmensbereichen verwirklicht ist, orientieren sich noch vorwiegend an den Anforderungen der Sachgüterproduktion. Auf der anderen Seite decken spezialisierte Anwendungssysteme für technische Dienstleistungen, die früher als Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssysteme firmierten und mittlerweile auch vertriebliche Aufgaben vorsehen, die Unterstützungsprozesse noch nicht in für größere Anbieter zufrieden stellender Weise ab.

In beiden Szenarien stehen Informationssystemgestalter vor der Aufgabe, ihre Leistungserbringungsprozesse zu identifizieren und zu formalisieren. Dabei ist eine möglichst geringe Zahl unterschiedlicher Standardprozesse zu definieren, aber zugleich die Handhabung der durch die Spezifika von Leistungsprodukten oder Kundenbeziehungen bedingten Variabilität zu ermöglichen. In diesem Spannungsfeld können Workflowmanagementsysteme zur Sicherstellung der korrekten Ausführung eines Geschäftsprozesses beitragen und zugleich die Interaktion der beteiligten Organisationseinheiten oder Geschäftspartner unterstützen.

Mithin verfügen mittlerweile viele ERP-Systeme über Komponenten zur flexiblen Prozessdefinition und -steuerung, so genannte "Embedded" Workflowmanage-

mentssysteme. Überdies werden in vielen Servicemanagement-Systemen heute bereits die Möglichkeiten des Internets zur Kommunikation mit Kunden und Lieferanten und zur Anbindung mobiler Endgeräte der Servicemitarbeiter genutzt. Damit ist die Realisierung inner- und überbetrieblicher Workflow-Lösungen mit reduziertem Aufwand für die Schnittstellenentwicklung möglich geworden. In aller Regel werden diese Möglichkeiten jedoch als domänenneutrale Basistechnologien angeboten – ihre prozessorientierte, unternehmensspezifische Integration mit den Anwendungskomponenten bleibt eine Herausforderung für den Informationssystemgestalter, der sich dabei auch auf Branchen-Referenzmodelle stützen kann.

## Literaturverzeichnis

- [1] Maleri, R.: Grundlagen der Dienstleistungsproduktion, 4. Auflage, Berlin et al. 1997, S. 117-132.
- [2] Schwab, K.: Koordinationsmodelle und Softwarearchitekturen als Basis für die Auswahl und Spezialisierung von Workflow-Management-Systemen, in: Becker, J.; Vossen, G. (Hrsg.): Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management. Modelle, Methoden, Werkzeuge, Bonn et al. 1996, S. 295-318.
- [3] Klischewski, R.; Wetzel, I.: Serviceflow Management, in: Informatik Spektrum, 23(2000)1, S. 38-46.
- [4] Koetsier, M.; Grefen, P.; Vonk, J.: Contracts for Cross-Organizational Workflow Management, in: Proceedings of the 1st International Conference on Electronic Commerce and Web Technologies, Greenwich 2000.
- [5] Becker, J.; zur Mühlen, M.: Rocks, Stones and Sand – Zur Granularität von Komponenten in Workflowmanagementsystemen, in: IM Fachzeitschrift für Information Management & Consulting, 17(1999)2, S. 57-67.
- [6] Vonk, J. et al.: Distributed Global Transaction Support for Workflow Management Applications, in: Proceedings of the 10th Int. Conference on Database and Expert Systems Application, Florenz 1999.
- [7] Neumann, S.: Workflow-Anwendungen in technischen Dienstleistungen. Eine Referenz-Architektur für die Koordination von Prozessen im Gebäude- und Anlagenmanagement, Berlin 2003.
- [8] Corsten, H.; Stuhlmann, St.: Capacity management in service organisations, in: Technovation, 18(1998)3, S. 163-178.
- [9] Neumann, S.; Serries, T.; Becker, J.: Entwurfsfragen bei der Gestaltung Workflow-integrierter Architekturen von PPS-Systemen, in: Buhl, H. U.;



- Huth, A.; Reitwiesner, B. (Hrsg.): Information Age Economy, 5. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Heidelberg 2001, S. 133-146.
- [10] Chen, P. S-S.: The Entity-Relationship Model – Toward a Unified View of Data, in: ACM Transactions on Database Systems, 1(1976)1, S. 9-36.
  - [11] Becker, J.; Schütte, R.: Handelsinformationssysteme, Landsb./Lech 1996.
  - [12] Krimm, O.: Beitrag zur Produktionsplanung und -steuerung von technischen Dienstleistungen, Dortmund 1995.
  - [13] Weigand, H.; van den Heuvel, W. J.: Meta-Patterns for Electronic Commerce Transaction based on FLBC, in: Proceedings of the Hawaii International Conference on Systems Science, Hawaii 1998.
  - [14] Leymann, F.; Roller, D.: Production Workflow: Concepts and Techniques, Upper Saddle River 2000.
  - [15] Rosemann, M.: Komplexitätsmanagement in Prozessmodellen. Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Informationsmodellierung, Wiesbaden 1995.
  - [16] Warnecke, H. J.: Der Produktionsbetrieb. Band 2: Produktion, Produktionssicherung, Berlin et al. 1993.
  - [17] Schmahl, W.: Immobilienpraxis im Kommunikationskonzern Deutsche Telekom AG, in: Moslener, W.; Rondeau, E. (Hrsg.): Facility Management. Verfahren, Praxis, Potentiale, Berlin et al. 2001, S. 185-234.
  - [18] Iwainsky, A.; Vigerske, W.; Runge, F.: Modellierung und Analyse gebäudeinterner Verkehrswege, in: Proceedings zur CAD 2000, Berlin 2000.
  - [19] Messer, B.: Workflow-Anwendungen im Facility Management, in: Jablonski, S.; Böhm, M.; Schulze, W. (Hrsg.): Workflow-Management – Entwicklung von Anwendungen und Systemen. Facetten einer neuen Technologie, Heidelberg 1997, S. 457-470.
  - [20] Luczak, H.; Kallenberg, R; Kahl, R: Kopplung PPS – IPS, Abschlussbericht des Forschungsinstituts für Rationalisierung, DFG-Nr. Lu 373/9-3, Aachen 1997.
  - [21] Schwab, J.: Logistisches Störungsmanagement. Gestaltungspotentiale der Ablaufplanung für die logistische Beherrschung von Produktionsprozessen, in: FB/IE – Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Industrial Engineering, 48(1999)3, S. 122-126.
  - [22] o. V.: Verordnung über die Honorare für Leistungen der Architekten und der Ingenieure, Wiesbaden, Berlin 1995.
  - [23] Braun, H.-P.: Dokumentation des Gebäudebestands, in: Braun, H.-P.; Haller, P.; Oesterle, E. (Hrsg.): Facility Management. Erfolg in der Immobilienbewirtschaftung, Berlin et al. 1996, S. 39-50.