

# Mobile Computing und RFID im Facility Management

Daniel Hanhart

# Mobile Computing und RFID im Facility Management

Anwendungen, Nutzen  
und serviceorientierter  
Architekturvorschlag

Dr. Daniel Hanhart  
daniel@hanhart.name

ISBN 978-3-540-77551-5

e-ISBN 978-3-540-77552-2

DOI 10.1007/978-3-540-77552-2

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zu widerhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

*Herstellung:* le-tex Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig

*Einbandgestaltung:* deblik, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem Papier

9 8 7 6 5 4 3 2 1

[springer.de](http://springer.de)

# **Geleitwort**

Wirtschaft und Gesellschaft stehen vor einem kräftigen Innovationsschub auf Basis neuer Informationstechnologien. Diese könnten die Wirkungen des Internets der neunziger Jahre noch übertreffen. Sensorik und Aktuatorik beseitigen manuelle Datenerfassungstätigkeiten, ermöglichen Echtzeit durch Ausschalten menschlicher Arbeitsschritte, erweitern die menschlichen Sinne und bringen Computer- und Kommunikationsleistungen an den Point-of-action. Neue Funktechnologien von RFID (radio frequency identification) bis NFC (near field communication) ermöglichen ein Internet der Dinge. Zusammen mit Web 2.0 und Serviceorientierung ermöglichen diese Technologien erneut einen radikalen Wandel der Prozesse, diesmal nicht nur der Geschäftsprozesse, sondern der Lebensprozesse von Individuen. SOA (serviceorientierte Architektur) bietet eine Chance, die neuen Technologien in vielen Applikationen als fertige Bausteine rasch und zuverlässig zu benutzen. Die Forschungsprogramme führender Industrienationen setzen stark auf die genannten Technologien.

Die Geschwindigkeit, mit der unsere Unternehmen diese Potenziale nutzen können, hängt unter anderem davon ab, wie schnell sie die Einsatzmöglichkeiten erkennen und die neuen Lösungen implementieren. Hanhart hat sich in der vorliegenden Publikation, die aus seiner Dissertation entstanden ist, das Ziel gesetzt, anhand eines Anwendungsbereiches Potenziale dieser Technologien und stabile Vorgehensschritte zu entwickeln.

In enger Zusammenarbeit mit der Fraport AG ist es ihm gelungen, systematisch Einsatzmöglichkeiten von RFID und Mobile Computing im Facility Management zu erfassen. Er liefert für diese Art von IT-Anwendungen eine Methode für eine objektivierte Bewertung ihres Einsatzes.

Er zeigt weiterhin auf, wie mittels eines stringenten serviceorientierten Entwurfs wiederverwendbare Bausteine für betriebliche Anwendungen von RFID und Mobile Computing entwickelt werden können. Er liefert damit eines der bis heute eher seltenen Beispiele einer reinen Servicearchitektur, welche die effiziente und zukunftsgerichtete Umsetzung der Lösungen überhaupt erst erlaubt.

Dieses Buch wendet sich nicht an das Geschäftsmanagement, sondern an IT-Management, Prozessverantwortliche, Business Engineers und Softwareentwickler. Es bringt eine realistische Einschätzung der Veränderungsmöglichkeiten und illustriert diese anhand zahlreicher Praxisbeispiele.

# Vorwort

Das vorliegende Buch entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in den Kompetenzzentren *Business Networking 2* und *Business Networking 3* des Forschungsprogramms „Business Engineering HSG“ am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen.

An dieser Stelle möchte ich all denen danken, die zum Gelingen dieser Publikation beigetragen haben. Herrn Prof. Dr. Hubert Österle danke ich herzlichst für die Betreuung der Arbeit. Mit dem praxisnahen Forschungsumfeld hat er die Grundlage für die Entstehung der Publikation geschaffen und diese mit seinen konstruktiven und kritischen Anregungen gefördert und begleitet. Herrn Prof. Dr. Elgar Fleisch danke ich herzlich für die Übernahme des Korreferats. Seine Expertise im Thema und die anregenden Gespräche lieferten wertvolle Impulse für das vorliegende Buch. Mein besonderer Dank gilt auch der Leiterin der Kompetenzzentren Frau Dr. Christine Legner für die freundschaftliche, fördernde Zusammenarbeit, die angeregten Diskussionen und die vielen wichtigen Hinweise und Erfahrungen.

Praxisorientierte Forschung lebt von der Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wirtschaft. Grossen Anteil am Gelingen dieser Publikation hatten die Praxispartner des Kompetenzzentrums Dr. Ulrich Kipper und Ralf Jinschek von der Fraport AG. Ihnen gebührt mein besonderer Dank für den geschaffenen Rahmen mit den zahlreichen Workshops und Diskussionen, die Durchsicht und kritische Würdigung der Ergebnisse und natürlich nicht zuletzt für die Gastfreundschaft vor Ort. Spezieller Dank gilt auch meinen Kollegen von der IMG Christoph Keller, Ralph Panoff, Victor Leuenberger, Marc Wüthrich, André Höynck und Norbert Suter, welche mir ermöglichten für das Buch wertvolle Projekterfahrung zu sammeln und jederzeit als Gesprächspartner zur Verfügung standen.

Meinen Freunden und Kollegen am Institut danke ich für die gute Arbeitsatmosphäre, die kollegiale Zusammenarbeit und die schönen Stunden bei den herausfordernden Freizeitaktivitäten. Mein spezieller Dank gilt meinen Teamkollegen Dr. Oliver Wilke, Dr. Roger Heutschi, Dr. Dimitrios Gizanis, Jan Schemm, Tobias Vogel, Dr. Enrico Senger, Kristin Wende, Philipp Osl und Frank Höning.

Von ganzem Herzen danke ich meiner Frau Andrea für die liebevolle Unterstützung, das Verständnis, die Motivation und den Rückhalt über den gesamten Zeitraum der Entstehung der Publikation. Ihr widme ich dieses Buch.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangslage und Handlungsbedarf.....	1
1.2	Was ist das Ziel und der Nutzen dieses Buches? .....	3
1.3	Entstehung des Buches.....	5
1.4	Der Inhalt im Überblick .....	6
<b>2</b>	<b>Grundlagen.....</b>	<b>9</b>
2.1	Mobile Computing und RFID .....	9
2.1.1	Begriffe .....	9
2.1.2	Technologien und Standards .....	10
2.1.3	Basisfunktionen.....	13
2.1.4	Restriktionen .....	16
2.1.5	Anwendungsfelder .....	17
2.2	Facility Management.....	19
2.2.1	Begriffe .....	19
2.2.2	Gebäudemodell .....	22
2.2.3	Geschäftsarchitektur in der Nutzungsphase .....	24
2.2.4	Facility-Management-Markt .....	27
2.3	Serviceorientierte Architekturen .....	31
2.4	Zusammenfassung.....	36
<b>3</b>	<b>Fallstudie Fraport AG .....</b>	<b>39</b>
3.1	Unternehmen.....	39
3.2	Brandschutzzinspektion .....	41
3.3	Mobile Datenerfassung in der Logistik .....	47
3.4	Störfallmanagement .....	54
3.5	Qualitätssicherung in der Reinigung .....	62
3.6	Zusammenfassung und Folgerungen.....	63
<b>4</b>	<b>Anwendungen und Nutzen .....</b>	<b>67</b>
4.1	Prozessarchitektur .....	67

4.1.1	Kundenprozess .....	67
4.1.2	Prozesslandkarte.....	70
4.2	Anwendungsszenarien von Mobile Computing und RFID .....	74
4.2.1	Störfallmanagement (ungeplante Instandhaltung).....	75
4.2.2	Betriebsführung technischer Anlagen .....	77
4.2.3	Geplante Instandhaltung.....	78
4.2.4	Materialwirtschaft .....	86
4.2.5	Reinigung.....	89
4.2.6	Energiemanagement.....	93
4.2.7	Sicherheits- und Schliessmanagement .....	96
4.2.8	Abfallmanagement .....	99
4.2.9	Vertrags- und Gewährleistungsmanagement.....	100
4.2.10	Flächenmanagement.....	101
4.2.11	Bestandsdokumentation .....	101
4.2.12	Umzugsmanagement .....	103
4.2.13	Erkenntnisse .....	104
4.2.13.1	Lösungen.....	106
4.2.13.2	Infrastruktur .....	108
4.3	Betriebswirtschaftlicher Nutzen der Anwendungen.....	110
4.3.1	Nutzen auf Ebene „Strategie“ .....	110
4.3.2	Nutzen auf Ebene „Prozess“ .....	112
4.3.3	Erkenntnisse .....	116
4.4	Bewertungs raster.....	117
4.4.1	Bestehende Ansätze .....	117
4.4.2	Kennzahlensystem zur Nutzenbewertung .....	119
4.4.3	Fallbeispiel – Kennzahlensystem bei der Fraport AG.....	125
4.4.4	Erkenntnisse .....	129
4.5	Zusammenfassung.....	130
<b>5</b>	<b>Serviceorientierter Architekturvorschlag.....</b>	<b>133</b>
5.1	Klassische Integrationsansätze .....	133
5.1.1	Integration mobiler Endgeräte.....	134
5.1.2	Integration von RFID-Systemen .....	137
5.1.3	Integration von Embedded Devices .....	137
5.1.4	Ansätze zur Integration mehrerer Applikationen .....	139
5.2	SOA zur Integration von Mobile Computing und RFID (anwendungsneutrale Sicht) .....	141

---

5.2.1	Enterprise-Service-Bus .....	142
5.2.2	Workflow-Management-System.....	145
5.3	Architekturvorschlag (anwendungsbezogene Sicht) .....	147
5.3.1	Ebene Anwendungssystem.....	148
5.3.2	Ebene Desktopintegration .....	154
5.3.3	Ebene Workflowintegration .....	166
5.3.3.1	Workflows .....	167
5.3.3.2	Geschäftsregeln.....	177
5.3.4	Übersicht Servicekandidaten.....	181
5.4	Ausprägung des Architekturvorschlags für die Fraport AG.....	186
5.4.1	Ebene Anwendungssysteme .....	187
5.4.1.1	Domänen.....	187
5.4.1.2	Stammdatenkonzept.....	189
5.4.1.3	Konsequenzen.....	190
5.4.2	Ebene Service.....	191
5.4.2.1	Einfache Services.....	192
5.4.2.2	Composite-Services .....	193
5.4.2.3	Konsequenzen.....	193
5.4.3	Ebene Workflowintegration .....	194
5.4.3.1	Geschäftsregeln.....	195
5.4.3.2	Automatisierter Workflow .....	195
5.4.3.3	Konsequenzen.....	196
5.4.4	Ebene Desktopintegration .....	198
5.4.4.1	Taskflow ohne Workflowsteuerung.....	198
5.4.4.2	Taskflow mit Workflowsteuerung .....	198
5.4.4.3	Konsequenzen.....	199
5.4.5	Übersicht Nutzen, Barrieren und Handlungsempfehlungen.....	201
5.5	Zusammenfassung.....	203
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>207</b>
6.1	Ergebnisse der Publikation.....	207
6.2	Ausblick .....	208
6.2.1	Emotion - Silent Processes.....	209
6.2.2	Geschwindigkeit - Outtasking und Application Outsourcing.....	210
6.2.3	Ecosystem - Exchanges.....	212
<b>Anhang A</b>	<b>Definition der Metaentitätstypen.....</b>	<b>215</b>

<b>Anhang B      Beschreibungselemente des Buches .....</b>	<b>221</b>
Anhang B.1 Vereinfachte Entity-Relationship-Notation.....	221
Anhang B.2 Darstellung von Prozessen .....	221
Anhang B.3 Darstellung von Taskflows .....	222
Anhang B.4 Ereignisgesteuerte Prozessketten .....	222
Anhang B.5 Darstellung von Workflows und der Serviceinteraktion.....	224
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>225</b>
<b>Sachverzeichnis.....</b>	<b>247</b>

# **Abkürzungsverzeichnis**

AA	Auftragsabwicklung
AII	Auto-ID Infrastructure
AO	Analyse & Optimierung
API	Application Programming Interface
ASP	Application Service Provider
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
BACNet	Building Automation and Control Networking
BPEL	Business Process Execution Language
CA	Composite Application
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided Facility Management
CC BN2	Kompetenzzentrum Business Networking 2
CC BN3	Kompetenzzentrum Business Networking 3
CHF	Schweizer Franken
CO	Composite
CRM	Customer Relationship Management
CSD	Circuit Switched Data
DGMF	Deutsche Gesellschaft für Managementforschung
DXF	Data Exchange File
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution
EPC	Electronic Product Code
EPK	Ereignisgesteuerte Prozessketten
ERN	Entity-Relationship-Notation
ERP	Enterprise Resource Planning
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
FLS	First Level Support
FM	Facility Management
GA	Gebäudeautomation

GD	Gebäudedaten
GEFMA	German Facility Management Association
GK	Gebäudekomponente
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HLK	Heizung, Lüftung, Klima
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HSDPA	Highspeed Downlink Packet Access
HTL	Haustechnische Leitwarte
IAI	Industrie Allianz für Interoperabilität
ID	Identifikation
IFC	Industry Foundation Classes
IFMA	International Facility Management Association
IH	Instandhaltung
ILS	Integrierte Leitstelle
IMEI	International Mobile Station Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IrDA	Infrared Data Association
IS	Informationssystem
ISO	International Standards Organisation
IT	Informationstechnologie
IWI-HSG	Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen
LAN	Local Area Network
LON	Local Operating Network
MAC	Media Access Control
MAM	Mobile Asset Management
MBPL	Mobile Business Process Landscaping
ME	Micro Edition
MFS	Maintenance and Facility Management Society
M-LAB	Mobile und Ubiquitous Computing Lab
MM	Materialwirtschaft
MVG	Münchener Verkehrsgesellschaft
NFC	Near Field Communication
Off	Offline
OMA	Open Mobile Alliance

On	Online
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistant
RFC	Remote Function Call
RFID	Radio Frequency Identification
ROI	Return on Investment
RS	Raumstrukturelement
SFM	Störfallmanagement
SIM	Subscriber Identity Module
SLA	Service Level Agreement
SM	Service Management
SMS	Short Message Service
SOA	Serviceorientierte Architektur(en)
SVG	Scalable Vector Graphics
TB	Terminalbetrieb
TKS	Technisch-kaufmännischer Support
UCC	Uniform Code Council
UML	Unified Modeling Language
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
WebAS	Web Application Server
WfMC	Workflow Management Coalition
WfMS	Workflow Management System
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
XML	Extensible Markup Language
ZAS	Zentrale Annahmestelle
ZRB	Zentrales Raumbuch

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage und Handlungsbedarf

Im Zuge der Konzentration auf das Kerngeschäft sind Unternehmen wie ABB AG, Siemens AG, Deutsche Telecom AG, ThyssenKrupp AG oder Höchst GmbH dazu übergegangen, die Aktivitäten für den Betrieb ihrer Immobilien zu bündeln, in neu gegründete Tochtergesellschaften auszulagern und ihre Leistungen Dritten anzubieten. Daraus ist ein Markt für Facility Management (FM) Dienstleistungen entstanden, dessen Umsatzpotenzial in der Schweiz auf 30 - 45 Mrd. Schweizer Franken (CHF) jährlich geschätzt wird. Aus dem hohen Kostendruck auf kerngeschäfts fremde Aktivitäten entwickelte sich ein stark über den Preis geführter Verdrängungswettbewerb, der zu einer Konsolidierung des Marktes führen wird. Die FM-Dienstleistungsbietere versprechen ihren Kunden dabei teilweise Einsparungen von 30% gegenüber der internen Leistungserbringung. Die Unternehmen nutzen dazu Skaleneffekte, implementieren effiziente Prozesse und vereinbaren bedarfsgerechte Service-Level Agreements. Eine Folge davon sind die in den letzten Jahren gesunkenen Betriebskosten von Immobilien. Dabei haben die Kosten in einigen Fällen bereits ein Niveau erreicht, bei dem eine Wertminderung<sup>1</sup> der Immobilie in Kauf genommen wird. Weitere Kosteneinsparungen mit den erwähnten Mitteln erscheinen daher kaum realisierbar<sup>2</sup>.

Der Kunde will einen zentralen Ansprechpartner für alle FM-Bedürfnisse an seinen (weltweit) verteilten Standorten. Die geographische Verteilung der von einem FM-Dienstleister für unterschiedliche Kunden zu betreuenden Objekte und die hohen Kosten des Vorort-Einsatzes eines Mitarbeiters deuten auf beträchtliches Potenzial für Mobile Computing und RFID<sup>3</sup>-Lösungen. Zusätzlich sind heutige Abläufe von Medienbrüchen zwischen Zentrale, Mitarbeitern und den Objektzustandsdaten geprägt. Mobile Computing und RFID bietet insbesondere in Kombination mit Sensortechnologien das Potenzial, die Lücke zwischen der realen, physischen Welt und der Welt der digitalen Informationssysteme zu verkleinern resp. die Abbildungsqualität zu erhöhen. Damit ebnet Mobile Computing und RFID den Weg, Prozesse vom Erkennen von Ausnahmesituationen (Point-of-Creation) bis

---

<sup>1</sup> Grund für eine Wertminderung kann bspw. der schlechte Zustand der technischen Anlagen sein.

<sup>2</sup> Diese Entwicklung ist in Grossbritannien weiter fortgeschritten als im restlichen Europa [s. Frost 2006a, 9f].

<sup>3</sup> Radio Frequency Identification [s. Finkenzeller 2006, 1]

zur Tätigkeitsausführung durch einen Mitarbeiter vor Ort (Point-of-Action) weiter zu automatisieren.

*Die Fraport AG, Betreiber des Flughafens Frankfurt, hat im Jahr 2005 eine zentrale Störungsannahme implementiert, bestehende Medienbrüche eliminiert und damit die Prozesstransparenz erhöht. Die mit Sensorik ausgestatteten Objekte wie Fahrstühle, Gehsteige und Rolltreppen erkennen Störungen und legen Servicetickets im zentralen Störfallmanagementsystem an. Das System kann auf Basis eines Regelwerks automatisiert Werkstätten mit der Störungsbehebung beauftragen (s. detailliert in Abschnitt 3.4).*

*Die Firma Rohrmax AG hat sich auf die Reinigung von Abflussrohren spezialisiert. Bei einem Notfall ist die schnelle Hilfe wichtig. Das im Jahr 2003 eingeführte Dispo-System ermöglicht es, den nächstgelegenen Servicemonteur zu orten und Auftragsdaten in den Einsatzwagen zu übermitteln. Der Techniker ist sofort informiert, sucht den Kunden auf und erfasst die erbrachten Leistungen nach dem Einsatz. Sind die Daten vom Bordrechner an die Zentrale übermittelt, lassen sich die entsprechenden Rechnungen noch am gleichen Tag erstellen [s. Guido 2005, 6f].*

Mobile Computing und RFID-Lösungen erzeugen damit Transparenz, eliminieren papierbasierte Abläufe und erlauben die Echtzeitsteuerung der Prozesse. Daraus resultieren erhebliche Potenziale für die Optimierung der Prozesse im FM bezüglich Prozessgeschwindigkeit, -qualität, -flexibilität und -kosten sowie strategische Potenziale in Form neuer Geschäftskonzepte.

Zur Unterstützung der FM-Prozesse mit Informationstechnologie (IT) haben sich in der Praxis eine Reihe von Informationssystemen (IS) etabliert:

- Customer Relationship Management (CRM)-Systeme bündeln die Kundeninteraktion bspw. in Call-Centern oder Portalen,
- Computer Aided Design (CAD)-Systeme verwalten grafische Gebäudedaten,
- Computer Aided Facility Management (CAFM)-Systeme unterstützen die FM-spezifischen Prozesse wie Bestandsdokumentation, Flächenmanagement und Vermietungsmanagement,
- Service Management (SM)-Systeme dienen der effizienten Aussendienststeuerung und Auftragsabwicklung,
- Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme decken Teilbereiche oben genannter Funktionalität ab und werden zur kaufmännischen Abwicklung der Prozesse genutzt.

Voraussetzung für die Umsetzung durchgängiger Prozesse auf Basis von Mobile Computing, RFID- und Sensor-Technologien ist die Integration von mobilen Endgeräten, Embedded Devices und RFID-Systemen in die bestehende Systemlandschaft. Die Softwarehersteller bieten dazu mehr oder weniger ausgereifte Middlewareprodukte an. Bei der Umsetzung dieser Lösungen dominiert in der Praxis ein einzelfall- und technologiegetriebenes Vorgehen. Dieses Vorgehen birgt das Risiko, unkontrolliert eine Vielzahl von Insellösungen aufzubauen oder aufgrund des

Technologiefokus und des fehlenden Überblicks Lösungen mit eingeschränktem Geschäftsnutzen zu implementieren. Die ausschliessliche Umsetzung von Mobile Computing und RFID-Lösungen auf Basis der anwendungsspezifischen Middlewareprodukte führt speziell bei Grossunternehmen und Konzernen mit komplexen IT-Architekturen zu einer massiven Steigerung der Komplexität. Die durchgängige Integration der Prozesse wäre erschwert und das Schliessen des Regelkreises vom Point-of-Creation zum Point-of-Action aufwendig.

Ein Lösungsansatz sind serviceorientierte Architekturen (SOA), auf deren Basis die vielfältigen Mobile Computing und RFID-Lösungen implementiert werden und die den Kriterien Skalierbarkeit, Flexibilität, Integrationsfähigkeit und Wartbarkeit Rechnung tragen. Das SOA-Konzept sieht vor, Anwendungen oder Anwendungsbestandteile künftig als Services zu konzipieren, welche dann mit Entwicklungswerkzeugen wie bspw. dem Composite Application Framework der SAP AG zu Applikationen „orchestriert“ werden können. Dies führt zu der von den Herstellern propagierten losen Koppelung der Anwendungssysteme und ebnet damit den Weg zur flexiblen, systemübergreifenden Abbildung der Prozesse [s. Kagermann/Österle 2006, 235-239].

Aus der Breite der Anwendungsmöglichkeiten und deren Umsetzung in komplexen, historisch gewachsenen IT-Landschaften ergeben sich für Unternehmen also zwei Handlungsfelder:

- Erstens gilt es, nutzenbringende Anwendungsfelder zu identifizieren, diese vor dem Umsetzungsentscheid einer Wirtschaftlichkeitsanalyse zu unterziehen und mit der Lösung zu erreichende Ziele festzulegen.
- Zweitens ist eine tragfähige IT-Architektur für Mobile Computing und RFID-Lösungen zu definieren und schrittweise umzusetzen.

Die vorliegende Publikation adressiert diese zwei Handlungsfelder und liefert Gestaltungshilfen und Handlungsempfehlungen zur Problemlösung.

## 1.2 Was ist das Ziel und der Nutzen dieses Buches?

Das Ziel des vorliegenden Buches ist es, die Potenziale von Mobile Computing und RFID im FM zu untersuchen, Instrumente zur Nutzenbewertung zu entwerfen und den SOA-Ansatz auf dessen Anwendbarkeit für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen in bestehende IT-Architekturen zu analysieren. Dazu entwickelt die Publikation folgende Kernergebnisse:

- Das Buch gibt einen Überblick über aktuelle und zukünftige *Anwendungsszenarien* von Mobile Computing und RFID im FM. Verschiedene Praxisbeispiele illustrieren diese.
- Es konzipiert ein *Bewertungsraster* zur Nutzenbewertung von Mobile Computing und RFID-Lösungen. Basis dazu bilden vier Anwendungen bei der Fraport AG und weitere in der Literatur dokumentierte Praxisbeispiele.

- Es leitet einen *serviceorientierten Architekturvorschlag* für Mobile Computing und RFID-Lösungen her. Wesentlicher Bestandteil ist eine Liste von *Servicekandidaten*, das heisst Applikationsschnittstellen, die im Rahmen einer SOA als Service auszuprägen sind. Der Architekturvorschlag legt die Unterschiede zu herkömmlichen Umsetzungsvarianten und mögliche Ausbaustufen dar. Die Analyse der Ausbaustufen zeigt die Möglichkeiten und Grenzen des serviceorientierten Ansatzes zur Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen und mündet in *Handlungsempfehlungen*.

Damit richtet sich das Buch gleichermaßen an Praktiker und Wissenschaftler, die sich mit der effizienteren Abwicklung von FM-Prozessen oder den Anwendungen von Mobile Computing und RFID auseinandersetzen.

### **Praktiker**

- Den *Fachbereichs- und Prozessverantwortlichen* hilft der Überblick über die Einsatzmöglichkeiten und den Nutzen von Mobile Computing und RFID Anwendungen für ihr Unternehmen zu identifizieren. Das Bewertungsraster erleichtert die Nutzenbewertung, unterstützt die Wirtschaftlichkeitsberechnung und hilft, messbare Ziele für die umzusetzenden Lösungen zu definieren.
- Der *Informatikleiter*, der für den Betrieb und die Steuerung einer komplexen IT-Architektur mit vielen Schnittstellen verantwortlich ist, erhält einen Überblick darüber, welche Komponenten zur Umsetzung von Mobile Computing und RFID-Lösungen neu angeschafft werden müssen und welche neuen Schnittstellen sich daraus ergeben. Das Buch zeigt auf, welche Mittel ihm das SOA-Konzept bereitstellt, um die Komplexität zu reduzieren und damit die Agilität zu erhöhen.
- *IT-Architekten* können sich eine Übersicht über die Architekturvarianten zur Umsetzung von Mobile Computing und RFID-Lösungen verschaffen. Die Diskussion unterschiedlicher Ausbaustufen und die damit verbundenen Handlungsempfehlungen legen ihnen einen möglichen Entwicklungspfad in Richtung SOA dar. Der Überblick über die Servicekandidaten hilft das Wiederverwendungspotenzial bestehender (Schnittstellen-)Funktionalität in Portalen, weiteren Anwendungssystemen oder von Partnern abzuschätzen. Dies erlaubt, einerseits die als Service auszugestaltenden Schnittstellen zu priorisieren und andererseits Abhängigkeiten mit weiteren Umsetzungsprojekten zu erkennen.
- *Softwarefirmen*, die ihre Produkte in Richtung SOA weiterentwickeln möchten, zeigt das Buch auf, welche Services für Mobile Computing und RFID-Lösungen zu erwarten bzw. zu implementieren sind.
- *Beratungsunternehmen* hilft das Buch bei der Strukturierung entsprechender Projekte.

### **Wissenschaftler**

Wissenschaftler, die sich mit Anwendungsbereichen und Potenzialen von Mobile Computing und RFID beschäftigen, erhalten mit dem serviceorientierten Architekturvorschlag ein Rahmenwerk für den Entwurf einer umfassenden Referenzarchitektur im FM wie auch in weiteren Branchen. Das Buch überprüft die Übertrag-

barkeit der SOA-Konzepte auf Mobile Computing und RFID-Anwendungen, identifiziert nutzbringende Einsatzgebiete und prägt diese für das FM aus. Wissenschaftlern, die eine Methode zur Umsetzung von SOA konstruieren, liefert diese Publikation damit Grundlagen für ein Vorgehensmodell, Techniken und Ergebnisdokumente<sup>4</sup>. Der Architekturvorschlag kann als Zielvorstellung bei der Entwicklung der Methode dienen.

### 1.3 Entstehung des Buches

Das vorliegende Buch entstand im Rahmen der Kompetenzzentren Business Networking 2 (CC BN2 2002-2004) und Business Networking 3 (CC BN3 2004-2006) am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen (IWI-HSG). Die Kompetenzzentren sind Bestandteil des Forschungsprogramms „Business Engineering HSG“ [Österle et al. 1992, 3-5], in welchem Forscher in enger Zusammenarbeit mit europäischen Unternehmen an Fragestellungen der Wirtschaftsinformatik arbeiten, Modelle, Methoden und Lösungen konzipieren und in der Praxis überprüfen. Schwerpunkt des CC BN3 sind Einsatzszenarien und -potenziale Serviceorientierter Architekturen zur flexiblen Unterstützung von Geschäftsprozessen [Legner 2004].

Das Praxisprojekt bei der Fraport AG (2004-2006) sowie eine breit angelegte Umfrage mit telefonischen und persönlichen grösstenteils vom Autor des Buches durchgeführten Interviews bei FM-Dienstleistern zeigen die Bedeutung des Themas auf. Die Ergebnisse der Publikation konnten im Rahmen des Projekts bei der Fraport AG entwickelt und angewandt werden. Diskussionen im Rahmen von Vorträgen, Workshops und Experteninterviews mit weiteren Firmenvertretern aus der FM-Branche dienten der Verfeinerung und Evaluierung der Ergebnisse. Die Realisierung eines Prototyps auf Basis der Auto-ID Infrastructure (AII) der SAP AG zeigte die Umsetzbarkeit.

### 1.4 Der Inhalt im Überblick

Abbildung 1-1 gibt einen Überblick über den Aufbau des Buches und zeigt den Argumentationsfluss und die aufeinander aufbauenden Ergebnisse auf.

*Kapitel 1* erläutert den Handlungsbedarf, legt die Zielsetzung dieses Buches fest, benennt die Adressaten und geht auf die Entstehung ein.

*Kapitel 2* fasst die Grundlagen dieser Publikation zusammen. Kernelemente sind: (1) die Basisfunktionen der Mobile Computing und RFID-Technologien und deren Restriktionen, (2) die Rollen der Geschäftspartner in der Facility Management-

---

<sup>4</sup> Zu den Bestandteilen einer Methode [vgl. Gutzwiller 1994, 11-39; Österle/Blessing 2003, 80f]

Wertschöpfungskette und deren Ziele sowie (3) das serviceorientierte Architekturmodell.

*Kapitel 3* dokumentiert drei umgesetzte und eine geplante Anwendung von Mobile Computing und RFID-Technologien bei der Fraport AG, identifiziert Treiber und Nutzen der umgesetzten Lösungen, zeigt die Konsequenzen auf die IT-Architektur auf und unterstreicht die Bedeutung der zentralen Konzepte der vorliegenden Publikation.

*Kapitel 4* entwirft die Prozessarchitektur des Betreibers von Immobilien, analysiert darauf aufbauend die Prozesse anhand der Basisfunktionen von Mobile Computing und RFID und identifiziert Anwendungsszenarien. Die Klassifikation des Nutzens ist die Basis für das Raster zur Nutzenbewertung, das anschliessend bei der Fraport AG angewendet wird.

*Kapitel 5* entwirft eine serviceorientierte Architektur für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen. Die Ausgangslage bilden klassische Integrationsansätze und das Zusammenspiel der notwendigen Komponenten zur Realisierung der Mobile Computing und RFID-Lösungen im Rahmen einer SOA. Handlungsempfehlungen, auf Basis der identifizierten Nutzenpotenziale von SOA, schliessen das Kapitel ab.

*Kapitel 6* fasst schliesslich die zentralen Ergebnisse des Buches zusammen und gibt einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen.

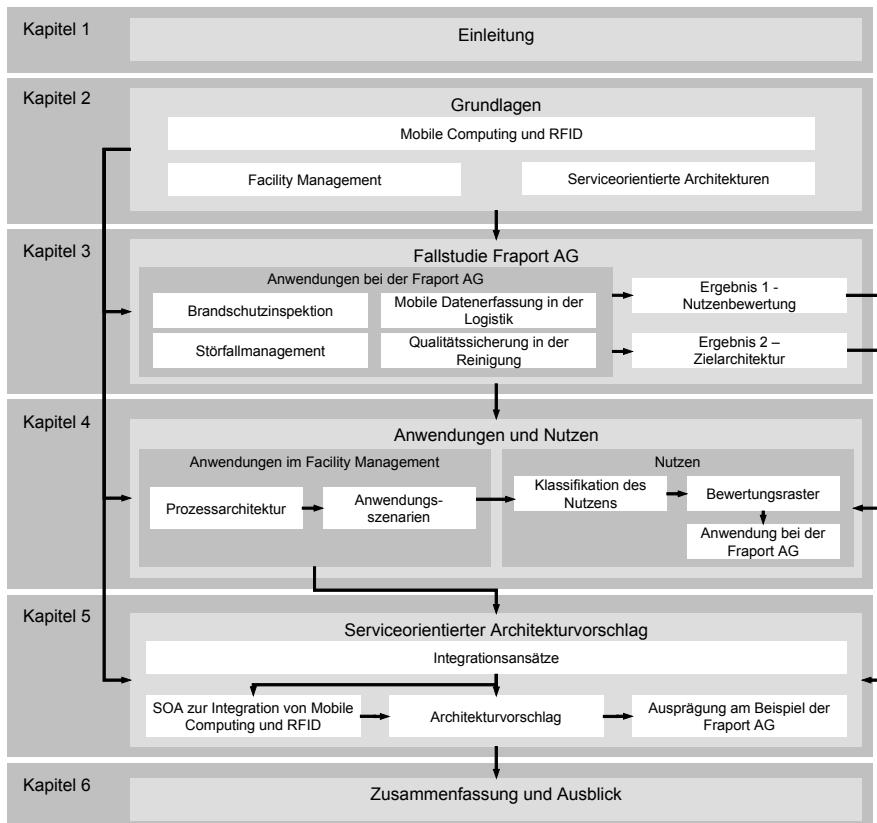


Abbildung 1-1 Aufbau des Buches

## 2 Grundlagen

Dieses Kapitel definiert die wichtigsten Begriffe und grenzt die Publikation inhaltlich ab. Sowohl geschäftliche Treiber wie auch technologische Enabler führen in der Praxis zur Umsetzung neuer Geschäftslösungen. Abschnitt 2.1 gibt einen Überblick über Mobile Computing und RFID-Technologien, leitet daraus Basisfunktionen ab und geht auf Restriktionen ein, die es bei der Lösungskonzeption und Umsetzung zu beachten gilt. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Anwendungsfelder in der Praxis rundet den Abschnitt ab. Der Abschnitt 2.2 stellt verschiedene Organisationsformen des Facility Management vor, zeigt die unterschiedlichen Rollen und Ziele der Unternehmen im Rahmen der Geschäftsarchitektur auf und analysiert aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen im FM-Markt. Das Business Engineering Modell dient als Bezugsrahmen dieses Buches. Der Abschnitt 2.3 ordnet serviceorientierte Architekturen in das Business Engineering Modell ein.

### 2.1 Mobile Computing und RFID

#### 2.1.1 Begriffe

*Mobile Computing* ist die Gesamtheit aller Prozesse, Aktivitäten und Anwendungen in Unternehmen, welche mit mobilen Technologien durchgeführt oder unterstützt werden. Die Mitarbeiter, Kunden oder Lieferanten erhalten mit mobilen Geräten unabhängig von Zeit und Ort den Zugriff auf Daten und Anwendungen. Der Fokus liegt auf der Mensch-Maschine-Kommunikation [s. Lehner 2003, 6]<sup>5</sup>.

Smarte Dinge oder Embedded Systems bezeichnen um *RFID*- und Sensortechnologien erweiterte physische Objekte, die miteinander vernetzt sind und gewisse Steuerungs- und Überwachungsfunktionen selbstständig übernehmen. Der Schwerpunkt liegt auf der Maschine-Maschine-Kommunikation [vgl. Fleisch/Dierkes 2003, 612f; Li/Yao 2003, 5].

Da Sensoren Bestandteil von *RFID*-Transpondern sein können und Embedded Systems mobile Technologien für die Datenübertragung nutzen können fasst die

---

<sup>5</sup> Die mobile Sprachtelefonie, welche in obiger Definition eingeschlossen ist, wird im Rahmen dieser Publikation nicht weiter betrachtet.

vorliegende Publikation unter dem Begriff *Mobile Computing und RFID* auch Embedded Systems und Sensortechnologien zusammen.

### 2.1.2 Technologien und Standards

Mobile Computing und RFID-Technologien lassen sich in die Bestandteile Endgeräte und drahtlose Kommunikation unterteilen. Der laufende technische Fortschritt treibt die Umsetzung neuer Anwendungsszenarien an. Die folgenden Abschnitte beschreiben in Anlehnung an [Mattern 2005, 39-66] und [Turowski/Pousttchi 2003, 61ff] die wichtigsten Kategorien und wesentlichen Unterschiede aktuell eingesetzter Technologien und geben einen Ausblick auf einige vor der Einführung stehende Technologien. Da bei RFID<sup>6</sup>-Systemen eine sehr enge Koppelung zwischen Endgerät (Transponder) und drahtloser Kommunikation besteht, sind RFID-Systeme den Endgeräten zugeordnet. Nicht weiter betrachtet werden Technologien, die sich derzeit im Laborstadium befinden wie bspw. Sensornetze. Bei diesen formiert sich eine grosse Anzahl kleinstter Sensoren zu drahtlosen Ad-hoc Netzwerken.

#### Endgeräte

*Mobile Endgeräte* wie Laptops, Tablet PCs, Personal Digital Assistants (PDAs), Smartphones<sup>7</sup> und Mobiltelefone sind in der Praxis weit verbreitet. Die folgenden Abschnitte gehen daher ausschliesslich auf *Embedded Devices*, *RFID-Systeme* und Transponder ein:

#### Embedded Devices

Physische mit Embedded Devices kombinierte Objekte oder Anlagen sind über definierte Schnittstellen ansprech- und steuerbar. Embedded Devices stellen Steuerungs- (Aktuatorik) oder Überwachungsfunktionen (Sensorik) zur Verfügung und sind meist Bestandteile grösserer Systeme [Jones 2004b, 23]. Moderne Gebäude sind für die Steuerung der Temperatur, Beleuchtung, Frischluftversorgung etc. mit einer Vielzahl von Embedded Devices ausgestattet. Diese sind über Feldbusssysteme vernetzt und kommunizieren über offene industriespezifische Protokolle wie LonTalk<sup>8</sup> oder BACnet<sup>9</sup>. Diese Standards gestatten es, Geräte unterschiedlicher Hersteller in ein Gebäudeautomationssystem zu integrieren. Embedded Devices in Gebäudeautomationssystemen sind einerseits über zentrale Bedienstationen steuerbar und übernehmen andererseits automatisierte Steuerungsfunktionen wie die Temperaturregulierung. Sie ermöglichen auch, komplexere,

---

<sup>6</sup> Radio Frequency Identification [s. Finkenzeller 2006, 1]

<sup>7</sup> PDA mit integrierter Mobilfunktechnik

<sup>8</sup> Das Local Operating Network (LON) ist ein Bussystem und wurde 1991 in den USA von der Firma Echelon entwickelt. LonTalk bezeichnet das Kommunikationsprotokoll dieses Bussystems [s. Biehlig 2005, 184f].

<sup>9</sup> BACnet (Building Automation and Control networking) Protokoll ist ein von der ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating & Air-Conditioning Engineers) entwickeltes Protokoll zur Kommunikation zwischen Infrastruktur- und Applikationsebene in Gebäudeautomationssystemen [s. Karbach 2004, 337].

automatisierte Steuerungen zu realisieren. Löst bspw. ein Rauchmelder Alarm aus, so schaltet die Lüftung aus, Brandschutzklappen schliessen, die Aufzüge fahren zu einer definierten Position und blockieren. Neben der kabelgebundenen kommt der drahtlosen Vernetzung in der Gebäudeautomation eine immer grössere Bedeutung zu [s. Frost 2006b, 24]. Wireless embedded Devices verwenden zur Datenübertragung drahtlose Kommunikationstechnologien.

### **RFID-System**

Ein RFID-System besteht immer aus den zwei Komponenten RFID-Transponder und Schreib-/Lesegerät. Ein RFID-Transponder<sup>10</sup> ist ein elektronischer Datenspeicher (Mikrochip), der berührungslos gelesen werden kann. Transponder existieren in unterschiedlichsten Bauformen und werden an dem zu identifizierenden Objekt angebracht. Für den Datenaustausch zwischen Transponder und Lesegerät verwenden RFID-Systeme magnetische oder elektromagnetische Felder.

Grundsätzlich ist zwischen *aktiven* und *passiven* Transpondern zu unterscheiden:

- Aktive Transponder besitzen für das Betreiben des Mikrochips und für das Senden von Daten zum Lesegerät eine interne Batterie.
- Passive Transponder nutzen im Gegensatz dazu die Energie des vom Lesegerät erzeugten Feldes und haben keine eigene Energieversorgung.

Die verwendeten *Frequenzen* (Nieder-, Hoch-, Ultrahoch-, Mikrowellenfrequenz) beeinflussen neben weiteren Faktoren die Lesereichweiten. Diese reichen von wenigen Zentimetern bei passiven Systemen bis zu 100 Metern bei aktiven Systemen [s. Lampe et al. 2005, 78f].

Weitere Unterscheidungsmerkmale der Transponder sind *Speicherkapazität*, *Beschreibbarkeit* und *integrierte Sensoren* und *Aktuatoren*. Ein Beispiel integrierter Sensoren sind Temperatursensoren, die während des Transports von Waren die Temperatur kontinuierlich aufzeichnen und damit durchgängige Kühlketten dokumentieren bzw. gewährleisten.

Die Preise der Transponder bewegen sich je nach Ausführung im Bereich von wenigen Cents bis zu über hundert CHF. Weitere Details zur Funktionsweise der RFID-Technologie und deren Unterscheidungsmerkmale finden sich in [Lampe et al. 2005; Finkenzeller 2006].

Verschiedene Normen und Standards spezifizieren die Schnittstelle zwischen Transpondern und Lesegeräten. Die Standards zielen darauf ab, dass Transponder und Lesegeräte unterschiedlicher Hersteller miteinander kommunizieren können. Die am weitesten verbreiteten Standards stammen von der International Standards Organisation (ISO) und der EPCglobal Inc.<sup>11</sup> und definieren neben der physikalischen Schicht (Trägerfrequenz, Kodierung, Datenübertragungsraten etc.) auch den Befehlsumfang und Vielfachzugriffsverfahren. Letzteres erlaubt es, eine grössere

---

<sup>10</sup> Der Begriff Transponder setzt sich aus den englischen Begriffen „transmitter“ (Sender) und „responder“ (Antwortgeber) zusammen.

<sup>11</sup> Die EPCglobal Inc. ist eine Non-Profit-Organisation, die Standards für eine firmenübergreifende RFID-Infrastruktur, die EPCglobal Network Architecture, definiert. Mitglieder sind sowohl Industrieveteranen wie auch Technologieanbieter.

Anzahl von Objekten, die sich im Lesebereich einer Antenne befinden, gleichzeitig zu erfassen.

### **Drahtlose Kommunikationstechnologien**

Bei den drahtlosen Kommunikationstechnologien findet eine Unterscheidung anhand deren Reichweite und Einsatzgebiet zwischen *Mobilfunk*, *lokalen* und *persönlichen Netzen* statt.

#### **Mobilfunk**

Beim Mobilfunk stellt ein Dienstanbieter die Übertragung von Sprache und Daten von und zu mobilen Endgeräten über ein drahtloses Zugangsnetz zur Verfügung. Dabei nutzt er meist lizenzpflchtige Frequenzspektren und versucht eine möglichst grossflächige Netzabdeckung zu erreichen. Der am weitesten verbreitete Standard Global System for Mobile Communications (GSM) ist auf Sprachübertragung optimiert. Der verbindungsorientierte Dienst Circuit Switched Data (CSD) gestattet in GSM-Netzen eine Datenübertragung mit bis zu 14,4 kBit/s. Die Softwareerweiterung High Speed Circuit Switched Data (HSCSD) steigert die Übertragungsrate auf bis zu 57,6 kBit/s durch gleichzeitiges Öffnen mehrerer Kanäle. Der wesentlich erfolgreichere Datendienst im GSM ist der Short Message Service (SMS), der den Versand von Textnachrichten bis zu 160 Zeichen zwischen Mobilfunkgeräten erlaubt.

Neben höheren Übertragungsraten liegt der Hauptvorteil der Nachfolgestandards General Packet Radio Service (GPRS), Enhanced Data Rates for Global Evolution (EDGE) und Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) in der paketorientierten Datenübertragung. Damit ist eine konstante Verbindung zu den Endgeräten („Always-On“) möglich und nur das übertragene Datenvolumen wird abgerechnet. Während GPRS und EDGE auf dem GSM-Zugangsnetz aufbauen und dieses erweitern, setzt UMTS auf einem vollständig neuen Zugangsnetz auf. Die maximalen Datenübertragungsraten liegen bei optimalen Bedingungen bei 171,2 kBit/s (GPRS), 384 kBit/s (EDGE) und 2 MBit/s (UMTS). Mit der aktuell im Ausbau befindlichen Erweiterung des UMTS-Netzes auf Highspeed Downlink Packet Access (HSDPA) soll eine weitere Erhöhung der Datenübertragungsraten zum Endgerät auf 14,4 MBit/s möglich sein.

#### **Drahtlose lokale Netze**

Als Alternative zu drahtgebundenen lokalen Netzwerken (LAN) haben sich drahtlose Verfahren etabliert. Unter dem Begriff Wireless LAN (WLAN) wird meist der marktbeherrschende Standard IEEE 802.11 subsumiert. Die Spezifikation IEEE 802.11b gestattet eine maximale Datenübertragungsrate von 11 MBit/s und arbeitet auf dem 2,4 GHz-Frequenzband, das weltweit lizenzfrei ist. Der Mitte 2003 verabschiedete Standard 802.11g ist abwärtskompatibel und lässt Übertragungsraten von 54 MBit/s zu. Die Reichweite liegt zwischen 30 Metern innerhalb und 300 Metern ausserhalb von Gebäuden. Typische Anwendungsgebiete sind damit der Netzzugang auf einem Firmengelände (Lager-, Montagehallen, Verkaufsflächen, Bürogebäude etc.) oder der drahtlose Internetzugang an so genannten Hot Spots in Hotels, Flughäfen etc.

Im Gegensatz dazu gesattet WiMAX<sup>12</sup> den Aufbau regionaler drahtloser Breitbandnetze, nutzt teilweise lizenzpflichtige Frequenzbänder, erlaubt Reichweiten von ca. 50 Kilometern und soll Datenübertragungsraten von bis zu 108 MBit/s erreichen. Im Juni 2006 erwarb Swisscom Mobile die erste WiMAX Lizenz in der Schweiz und ist damit zur Aufnahme des kommerziellen Betriebs bis 2007 verpflichtet [s. Sokolov 2006].

### **Drahtlose persönliche Netze**

Drahtlose persönliche Netze verbinden End- und/oder Peripheriegräte miteinander. Typischerweise genügen dabei relativ geringe Reichweiten. Die am weitesten verbreiteten Standards sind Bluetooth und IrDA. IrDA bezeichnet den von der Infrared Data Association (IrDA) verwalteten Standard zur Datenübertragung mittels Infrarotlicht. Die Reichweite liegt bei 1-2 Metern, und Datenübertragungsraten von bis zu 16 MBit/s sind möglich. Bluetooth arbeitet wie WLAN im 2,4 GHz-Frequenzbereich, hat eine Reichweite von bis zu 10 Metern und erreicht Datenübertragungsraten von bis zu 1 MBit/s. Typische Anwendungen sind die Verbindung des Laptops mit einem als Modem dienenden Mobiltelefon oder die Verbindung des Mobiltelefons mit einem Kassenautomaten für die Bezahlung.

Neuere auf Energieverbrauch und Kosten optimierte Übertragungsstandards sind ZigBee<sup>13</sup> und Near Field Communication (NFC). Vorrangiges Anwendungsgebiet von ZigBee ist die drahtlose Vernetzung im Bereich der „consumer electronics“. Der NFC-Standard, welchen Nokia, Philips und Sony 2004 etablierten, verbindet eine passive Einheit (Transponder) mit einer aktiven Einheit. Die aktive Einheit ist dabei klein genug, um in einem Mobiltelefon Platz zu finden. NFC zielt mit eher geringen Datenraten von bis zu 424 kBit/s und einer Reichweite von wenigen Zentimetern auf die Identifikation von „nahen“ Objekten.

#### **2.1.3 Basisfunktionen**

Verschiedene Autoren systematisieren die spezifischen Eigenschaften und Basisfunktionen von Mobile Computing und RFID-Technologien [vgl. Wiedmann et al. 2000, 85ff; Link/Schmidt 2001, 135; Scheer et al. 2001, 99ff; Zobel 2001 43–62; Gerpott/Thomas 2002, 41; Fleisch/Dierkes 2003, 615f; Lehner 2003, 10ff; Turowski/Pousschi 2003, 158f; Stormer et al. 2005, 13-16]. Die Systematisierungen unterscheiden sich teilweise durch Bezeichnung und Granularität der verwendeten Begriffe. Fünf wesentliche, vom konkreten Anwendungsgebiet unabhängige Basisfunktionen lassen sich jedoch ableiten: *Mobilier Applikationszugriff, Identifikation, Lokalisierung, Erfassung von Zustands-/Umgebungsdaten und Notifikation*.

---

<sup>12</sup> Worldwide Interoperability for Microwave Access basiert auf der technischen Spezifikation 802.16 der IEEE und wurde 2004 verabschiedet.

<sup>13</sup> Das ZigBee Protokoll wird von einer gleichnamigen Allianz mehrerer Funkhardware-Hersteller spezifiziert und basiert auf dem Standard IEEE 802.15.4. Der Name röhrt vom zick-zack-förmigen Tanz der Honigbienen zur Anzeige neu gefundener Nahrungsquellen her.

Basisfunktion	Beschreibung
Mobiler Applikationszugriff	Mit mobilen Endgeräten greifen Mitarbeiter, Lieferanten und Kunden unabhängig vom Aufenthaltsort auf Geschäftsapplikationen zu, rufen Informationen ab und führen Transaktionen aus.
Identifikation	Mobile Endgeräte erlauben über unterschiedliche Mechanismen die eindeutige Identifikation von Objekten und Nutzern.
Erfassung von Zustands-/ Umgebungsdaten	Sensoren erfassen kontinuierlich Zustands- und Umgebungsdaten. Smarte Objekte bzw. mobile Endgeräte setzen diese Information direkt vor Ort in Aktionen um (Aktuatorik) oder übermitteln die Daten drahtgebunden oder drahtlos an ein zentrales System zur weiteren Verarbeitung.
Lokalisierung	Objekte und Nutzer können mit unterschiedlicher Genauigkeit geortet werden. Der Aufenthaltsort kann von mobilen Applikationen zur Anzeige kontextabhängiger Information genutzt werden oder Abläufe in Backendsystemen steuern bzw. auslösen.
Notifikation	Mobile Computing und RFID-Technologien erlauben, Nutzer aktiv mit Information zu versorgen, bzw. Objekte versenden Meldungen bspw. beim Erreichen bestimmter Zustände.

Tabelle 2-1 Basisfunktionen von Mobile Computing und RFID

### Mobiler Applikationszugriff

Die ortsunabhängige Verfügbarkeit der Geschäftsapplikationen ist der augenscheinlichste Vorteil des Mobile Computing. Mitarbeiter können mit mobilen Endgeräten unabhängig vom Aufenthaltsort Echtzeitinformation abrufen, Transaktionen durchführen und die erfassten Daten an ein Backendsystem übertragen. Neben der Verarbeitung strukturierter Daten besteht die Möglichkeit zur Übermittlung und Bearbeitung reichhaltigerer, multimedialer Informationen wie Sprache, Fotos und Filmsequenzen.

### Identifikation

Die Identifikationsmöglichkeiten von Objekten oder Personen sind sowohl von den eingesetzten *Endgeräten* wie auch von der *Kommunikationstechnologie* abhängig.

### Endgeräte

*RFID-Transponder*. Bei RFID-Systemen ist die Identifikation ein zentrales Element. Auf dem an einem Objekt angebrachten Transponder ist eine Identifikationsnummer gespeichert. Fix installierte oder mobile Lesegeräte lesen diese Identifikationsnummer zur weiteren Verarbeitung aus. Das Auto-ID Center, die Vorgängerorganisation von EPCglobal Inc., verfolgte unter anderem das Ziel, jeden produzierten Gegenstand mit einer eindeutigen Nummer zu versehen. Aus dieser Absicht entwickelte sich der Electronic Product Code (EPC). Die domänenspezifische Anpassung des EPC an den Handel und die Konsumgüterindustrie baut auf den weit verbreiteten Nummernformaten des Uniform Code Council (UCC) und der EAN International auf und erweitert sie um eine Seriennummer zur eindeutigen Identifikation. Angedacht sind weitere domänenspezifische EPC-Typen für die Automobilindustrie oder das Militär [s. Flökemeier 2005, 87-91].

*Embedded Devices.* Beim Gebäudeautomationsprotokoll BACnet ist die Identifikation der embedded Devices abhängig vom darunter liegenden LAN und somit nicht eindeutig. Im Gegensatz dazu wird für LonTalk Geräte eine eindeutige „Neuron\_ID“ vergeben [s. Newman et al. 2005, 49ff].

### **Kommunikationstechnologie**

*Mobilfunk.* Bei den Mobilfunknetzen dient die auf dem Subscriber Identity Module (SIM) gespeicherte International Mobile Subscriber Identity (IMSI) als weltweit eindeutige Kennung des Teilnehmers. Das Gegenstück zur Identifikation der Endgeräte ist die International Mobile Station Equipment Identity (IMEI). Die IMEI wird bei der Herstellung des Geräts fest vergeben und ist nicht änderbar. Die Mobilfunkbetreiber nutzen die Geräteidentifikation bspw., um als gestohlen gemeldeten Geräten den Netzzugang zu verweigern.

*Drahtlose lokale Netze.* Mit den beim WLAN genutzten Media Access Control (MAC)-Adressen ist keine eindeutige Identifikation möglich, da Netzkarten mit frei konfigurierbaren Adressen erhältlich sind. Die MAC-Adressen dienen der Authentifizierung auf Basis von bei den Zugangspunkten hinterlegten Listen.

*Drahtlose persönliche Netze.* Bluetooth-Kommunikationseinheiten erhalten bei der Herstellung eine eindeutige 48-Bit-Adresse fest zugeordnet. Im Gegensatz dazu nutzt IrDA zufällig erzeugte, für die Dauer der Kommunikation gültige Identifikationsnummern.

### **Erfassung von Zustands-/Umgebungsdaten**

Smarte Dinge erfassen mittels Sensoren aktuelle Zustands- oder Umgebungsdaten. Dies gestattet ihnen, Steuerungsfunktionen autonom oder durch Vernetzung mit weiteren Objekten zu übernehmen sowie Zustandsdaten laufend oder periodisch an ein zentrales System zur weiteren Verarbeitung zu übermitteln. Mit Sensoren kombinierte Transponder und Wireless Embedded Devices ermöglichen es neben fix installierten technischen Anlagen auch verschiebbaren, also mobilen Objekten der Gebäudeausstattung Zustands- und Umgebungsdaten aufzuzeichnen und zu übermitteln.

### **Lokalisierung**

Zur Lokalisierung der Endgeräte und damit ihrer Nutzer bzw. Träger existieren unterschiedliche Verfahren und technische Ansätze. Die Verfahren lassen sich grob den drei Kategorien *Satellitennavigation*, *netzwerkgestützte Verfahren* und *Trackingverfahren* zuordnen [vgl. Roth 2002, 250ff]:

- *Satellitennavigationssysteme* wie das amerikanische Global Positioning System (GPS) und das europäische Galileo-System, welches zwischen 2009 und 2011 betriebsbereit sein soll, basieren auf der Laufzeitmessung der Funksignale zwischen Endgerät und Satellit. Diese Verfahren sind aufwendiger als die beiden anderen Verfahren und erlauben eine wesentlich genauere Positionsbestimmung. Üblicherweise betragen die Abweichungen nur wenige Meter. Nachteile von Satellitennavigationssystemen sind die Grösse der Module, der benötigte Energiebedarf sowie der notwendige Sichtkontakt zum Satellit. Damit ist die Lokalisierung nur im Freien möglich.

- *Netzwerkgestützte Verfahren* nutzen die Information, an welcher Sendestation des Kommunikationsnetzes das Endgerät angemeldet ist. Die Verknüpfung mit der Information über den Standort der Sendestation erlaubt die Positionsbestimmung. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann zusätzlich die Signalstärke in die Berechnungen einbezogen werden. Die Mobilfunkunternehmen bieten Services zur Lokalisierung von Endgeräten in GSM-Netzen an. Die Positionsgenauigkeit ist stark von der Antennendichte abhängig und reicht von 50 Metern in Städten hin zu mehreren Kilometern in ländlichen Regionen.
- *Trackingverfahren* kommen meist innerhalb von Gebäuden zur Anwendung und nutzen Transponder oder Tags zur Lokalisierung. Dabei steht nicht die genaue Position im Vordergrund, sondern die Information, ob ein Objekt oder eine Person einen bestimmten Wegpunkt passiert haben. Diese Art der Lokalisierung lässt sich mit der Installation von Lesegeräten an den Wegpunkten und den zu verfolgenden Objekten mit Transpondern oder umgekehrt mit dem Anbringen von Tags an den Wegpunkten und dem Auslesen mit mobilen Lesegeräten erreichen.

## Notifikation

Die Notifikationsfunktion gestattet sowohl dem smarten Ding die Kommunikation zu initieren als auch Nutzer von mobilen Endgeräten aktiv über so genannte Push-Mechanismen mit Information zu versorgen. Mobile Nutzer können damit nicht nur Informationen weltweit und von jedem Ort aus abrufen, sie werden selbst prinzipiell überall erreichbar. Smarte Dinge können abhängig vom Eintreten definierter Ereignisse nach ebenso definierten Regeln Nachrichten absetzen. So kann bspw. das Überschreiten der Temperatur eine entsprechende Nachricht auslösen.

### 2.1.4 Restriktionen

Im Gegensatz zu stationären Rechnern gilt es, bei Mobile Computing und RFID-Technologien Restriktionen bezüglich der Benutzerschnittstelle, der Verbindungs- und Dienstqualität, der Rechen- und Speicherkapazität sowie der Energieversorgung zu beachten [s. Mathew 2004, 2; Far 2005, 11ff; Stormer et al. 2005, 8ff; Yow/Moertiyoso 2005, 58]. Diese Einschränkungen sind einerseits bei der Auswahl der Einsatzgebiete zu berücksichtigen. Andererseits beeinflussen sie die Konzeption der Anwendungen und definieren die notwendige Infrastruktur.

- *Benutzerschnittstelle*. Stifte, kleine berührungsempfindliche Bildschirme und miniaturisierte Tastaturen sind die vorherrschenden Benutzerschnittstellen mobiler Endgeräte. Die Texteingabe ist schwerfällig und die Anzeigmöglichkeiten sind beschränkt. Der Entwurf einer benutzerfreundlichen Applikation ist ein kritischer Erfolgsfaktor für die Akzeptanz der Lösungen.
- *Rechen- und Speicherkapazität*. Die Grösse mobiler Endgeräte setzt der verfügbaren Rechen- und Speicherkapazität Grenzen. Heutige Applikationen sind auf diese beschränkten Ressourcen hin optimiert. Diese Restriktion wird an Bedeutung verlieren. Die beeindruckende jährliche Leistungssteigerung

der Prozessoren und Speicherkomponenten basiert auf dem Fortschritt der Halbleitertechnologie, der weiterhin dem „Gesetz von Moore“<sup>14</sup> folgt.

- *Dienstqualität.* Die Dienstqualität ist abhängig von der Kommunikationstechnologie und weist Restriktionen in den Dimensionen Bandbreite, Verfügbarkeit der Netze und Kosten der Datenübertragung auf. Die Ausführungen in Abschnitt 2.1.2 zeigten, dass sich die Leistungsfähigkeit drahtloser Kommunikationstechnik, speziell in Bezug auf die verfügbaren Bandbreiten, rasch verbessert.
- *Energieversorgung.* Der gesteigerte Energieverbrauch aufgrund gröserer, kontrastreicherer Displays sowie gesteigerter Rechen- und Speicherkapazität steht den verbesserten Akkuleistungen gegenüber. Die Fortschritte in der Akkutechnik bleiben mit einer durchschnittlichen Kapazitätssteigerung von ca. 5% pro Jahr hinter der rasanten Effizienzsteigerung bei der Prozessorleistung, Speicherkapazität und Dienstqualität zurück.

Mit der Nutzung der für potenzielle Angreifer leicht erreichbaren Luftschnittstelle zur Datenübertragung gehen erhöhte Sicherheitsanforderungen an Mobile Computing und RFID-Lösungen einher. Aber es gilt auch, die Möglichkeiten des Missbrauchs automatisch erzeugter Daten, wie die laufende Aufzeichnung der Position von Endgeräten in GSM-Netzen, mittels umfassender Strategien zu adressieren bzw. zu minimieren. Für eine weitere Behandlung des umfangreichen Themas Sicherheit und Datenschutz mit den unterschiedlichsten Facetten der Autorisierung, Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit, Zugriffssteuerung, Verschlüsselung etc. sei an dieser Stelle auf die einschlägige Literatur hingewiesen [Freystätter 2002; Roth 2002, 291-336; Turowski/Pousschi 2003, 99-114; Thiesse 2005; Finkenzeller 2006, 235-258].

## 2.1.5 Anwendungsfelder

Aufgrund der Breite der Lösungen und der raschen technologischen Entwicklung ist ein vollständiger Überblick über die Anwendungsfelder von Mobile Computing und RFID nicht möglich. Der vorliegende Abschnitt beschreibt die wichtigsten Anwendungen und zeigt deren unterschiedliche Charakteristika auf. [Wiedmann et al. 2000, 91-94; Möhlenbruch/Schmieder 2001, 20f; Teuteberg et al. 2003; Turowski/Pousschi 2003, 177-199; Lerner/Frank 2004, 12; Fleisch et al. 2005, 16-27] systematisieren typische Einsatzbereiche von Mobile Computing und RFID. Häufig werden die Lösungen dabei den zwei dem e-Business entstammenden Gruppen Business-to-Consumer (B2C) und Business-to-Business (B2B) zugeordnet. Jedoch zielen viele der in obigen Arbeiten genannten Anwendungen nicht auf die direkte Kundeninteraktion mit Geschäfts- oder Privatkunden, sondern dienen der Optimierung interner Prozesse. Daher sind die Anwendungen der in

---

<sup>14</sup> Das Mitte der 1960er-Jahre von Gordon E. Moore aufgestellte Gesetz besagt, dass sich die Zahl der auf einem Chip integrierbaren elektronischen Komponenten alle 18 bis 24 Monate verdoppelt [Moore 1965].

[Kagermann/Österle 2006, 26f] entworfenen prozessorientierten Sicht des Unternehmens zugeordnet (s. Abbildung 2-1). Anwendungen mit direkter Kundeninteraktion sind dem *Kundenprozess* zugeordnet, die übrigen Anwendungen den operativen Geschäftsprozessen *Markt- und Kundenentwicklung*, *Service- und Produktentwicklung* und *Auftragsabwicklung*.

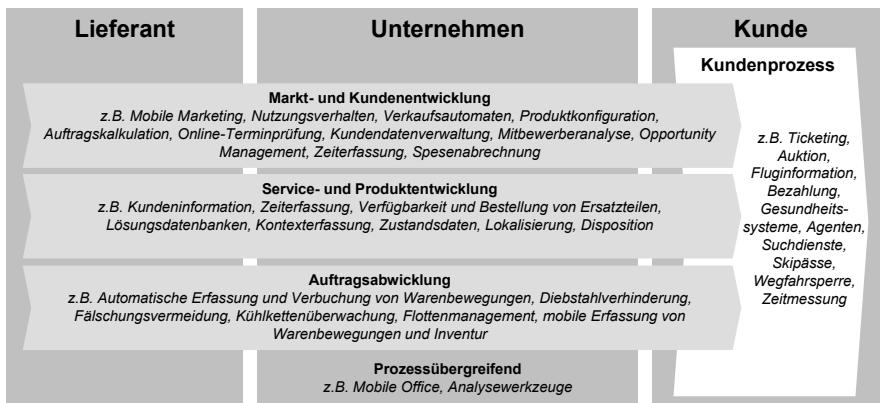


Abbildung 2-1 Einsatzbereiche von Mobile Computing und RFID

**Kundenprozess.** Die Lösungen mit direkter Kundeninteraktion umfassen Informations- und Unterhaltungsangebote sowie das Einkaufen, Reservieren oder Buchen von Waren und Dienstleistungen aller Art. Die ursprünglich sehr hohen Erwartungen erfüllten sich nicht, weil Angebote wie z.B. Mobile Banking<sup>15</sup> sich zu wenig an den Kundenbedürfnissen orientierten. Aktuell kristallisieren sich Nutzen bzw. Bedarf erzeugende Angebote und Anwendungen heraus. Die Beispiele reichen vom Mobile Ticketing, der mobilen Gebotsabgabe bei Auktionen, der aktuellen Fluginformation, dem mobilen Bezahlen bis hin zu mobilen Gesundheitssystemen zur Unterstützung von chronisch Erkrankten. Die viel diskutierten ortsabhängigen Such- und Informationsdienste sowie intelligente Agenten konnten sich bis dato in der Praxis noch nicht etablieren. Beispiele verbreiteter RFID-Lösungen mit direkter Kundeninteraktion sind Skipässe, die elektronische Wegfahrsperre beim Auto oder die Zeitmessung bei Sportveranstaltungen.

**Markt- und Kundenentwicklung.** Beispiele für Mobile Computing und RFID-Lösungen sind in der Markt- und Kundenentwicklung das Mobile Marketing, die Messung des Nutzungsverhaltens mit smarten Produkten, die automatische Befüllung von Verkaufsautomaten und die Unterstützung von Vertriebsmitarbeitern mit mobilen Endgeräten. Die den Vertriebsmitarbeitern zur Verfügung gestellten Funktionen erstrecken sich von der Produktkonfiguration, Auftragskalkulation,

<sup>15</sup> Aufgrund der geringen Nachfrage stellte die schweizerische UBS AG ihr Angebot für den mobilen Zugriff auf das Bankkonto ein. Das mobile Brokerage, d.h. der mobile Zugriff auf das Aktienportfolio ist im Gegensatz dazu erfolgreich [s. Schierholz 2007, 3]

Online-Terminprüfung und -zusage über die Kundendatenverwaltung, die Analyse von Mitbewerbern, das Opportunity Management bis hin zur Zeiterfassung und Spesenabrechnung.

*Service- und Produktentwicklung.* Beispiele für implementierte Funktionen zur mobilen Unterstützung der Mitarbeiter sind die Anzeige aktueller Kundeninformationen, die Zeiterfassung und Bestellung von Materialien, die Anzeige von Verfügbarkeitsinformationen zu Ersatzteilen und der Zugriff auf Lösungsdatenbanken zur schnellen Analyse und Behebung von Störungen. Die Erfassung von Nutzungsdaten wie die Anzahl Betriebsstunden ermöglichen es, nutzungsbasierte Instandhaltungsstrategien umzusetzen. Die Lokalisierung von Servicefahrzeugen dient der Optimierung der Disposition von Serviceeinsätzen.

*Auftragsabwicklung.* Das am breitesten diskutierte Anwendungsgebiet von RFID-Systemen stellt die Verfolgung von Gütern entlang (firmenübergreifender) Logistikketten sowohl im Handel wie auch in der Industrie dar. Ziele sind die automatische Erfassung und Verbuchung von Warenbewegungen, die Diebstahlverhinderung, die Fälschungsvermeidung sowie die Überwachung von Kühlketten. Das Flottenmanagement mit der Lokalisierung von Transportfahrzeugen für eine effektive Routenplanung und Disposition ist ein weiteres Anwendungsgebiet. Beispiele für mobile Anwendungen zur Unterstützung der Mitarbeiter in der Auftragsabwicklung sind die Erfassung von Warenein- und ausgängen, die Anzeige und Korrektur von Lagerbeständen, das Quittieren von Auslieferungen und das Erfassen von Nachbestellungen.

Zum Schluss seien noch das prozessübergreifend genutzte Mobile Office mit den Funktionen E-Mail, Terminkalender, Aufgabenlisten etc. und die Analysewerkzeuge für den mobilen Zugriff auf Data Warehouse-Applikationen erwähnt.

## 2.2 Facility Management

### 2.2.1 Begriffe

Über den Begriff „Facility Management“ herrscht in der Literatur keine Einigkeit, und in der Praxis vermarkten Reinigungsfirmen zunehmend ihre Leistungen unter dem Begriff FM. Tabelle 2-2 fasst die gebräuchlichsten Definitionen zusammen. Mit FM wurde in den USA erstmals in den 70er Jahren die Koordination von Mitarbeitenden, Prozessen und Räumen bezeichnet, also die Schnittstelle zwischen dem, was Leute tun und wo sie es tun. Daraus entwickelte sich die International Facility Management Association (IFMA) mit heute weltweit mehr als 10'000 Mitgliedern. Die Definition der IFMA basiert auf der 1982 von der United States Library of Congress verfassten Definition von FM, welche bis heute Gültigkeit besitzt und eine der am weitesten verbreiteten Definitionen ist. 1996 entstand die German Facility Management Association (GEFMA), welche das Begriffsverständnis im deutschen Sprachraum massgeblich prägt. Im Unterschied zu

den amerikanischen Definitionen mit dem Mensch als Nutzer im Zentrum der Betrachtungen stellen die deutschen Definitionen die Immobilie bzw. die „baulichen Objekte“ in den Vordergrund ihrer Beschreibung. Das vorliegende Buch orientiert sich an der Definition der GEFMA.

<b>Facility Management</b>	
United States Library of Congress [Rondeau et al. 2006, 3].	Facility Management is the practice of coordinating the physical workplace with the people and work of the organization, integrating the principles of business administration, architecture, and behavioural and engineering sciences.
IFMA [IFMA 2006]	Facility Management is a profession that encompasses multiple disciplines to ensure functionality of the built environment by integrating people, place, process and technology.
GEFMA 100 [GEFMA 2004a, 3]	<p>Facility Management ist eine Managementdisziplin, die durch ergebnisorientierte Handhabung von Facilities und Services im Rahmen, geplanter, gesteuerter und beherrschter Facility Prozesse eine Befriedigung der Grundbedürfnisse von Menschen und Arbeitsplatz, Unterstützung der Unternehmenskernprozesse und Erhöhung der Kapitalrentabilität bewirkt.</p> <p>Hierzu dient die permanente Analyse und Optimierung der kostenwirksamen Vorgänge rund um bauliche und technische Anlagen, Einrichtungen und im Unternehmen erbrachte (Dienst-) Leistungen, die nicht zum Kerngeschäft gehören.</p>
ÖNORM A 7000 [ÖNORM 2000]	Facility Management ist ganzheitliches Management der Immobilien, und der materiellen/immateriellen Infrastruktur einer Organisation mit dem Ziel der Verbesserung der Produktivität des Kerngeschäfts.
NÄVY [Nävy 2006, 3]	Facility Management ist ein strategisches Konzept zur Bewirtschaftung, Verwaltung und Organisation aller Sachressourcen innerhalb eines Unternehmens. Unter Sachressourcen (Facilities) werden alle Grundstücke, Gebäude, Räume, Infrastrukturen, Anlagen, Maschinen und Versorgungseinrichtungen innerhalb eines Unternehmens verstanden.

*Tabelle 2-2 Begriffsdefinitionen Facility Management*

*Ganzheitlichkeit* und integrierte Betrachtung *aller Lebenszyklusphasen* einer Immobilie sind zwei wesentliche Aspekte des Facility Management [s. Braun et al. 2001, 161-165; Preuss/Schöne 2003, 7f; Nävy 2006, 3ff]:

- *Ganzheitlich* bedeutet dabei die Zusammenfassung des Managements verschiedener Dienste und Vorgänge rund um die Immobilie, die früher unabhängig voneinander abgewickelt wurden. Beispiele solcher Dienste sind Flächenmanagement, Reinigungsdienste, Instandhaltung der technischen Einrichtungen und das Energiemanagement. Ziele dabei sind, Transparenz zu schaffen und Kosten aufgrund von Synergieeffekten zu senken.
- Der Forderung nach einer integrierten Betrachtung *aller Lebenszyklusphasen* liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Nutzungskosten den dominierenden

Bestandteil der über den gesamten Lebenszyklus anfallenden Kosten darstellen. Bei einem Lebenszyklus von fünfzig Jahren entfallen rund 20% auf die Baukosten und etwa 80% auf die Nutzungskosten [Unterreiner 2005, 244]. Die Beeinflussbarkeit dieser Nutzungskosten ist aber in der (Bau-)planungs- und Erstellungsphase am höchsten. FM wird somit als Konzeption der Gebäudebewirtschaftung verstanden, die sich auf den kompletten Lebenszyklus einer Immobilie von der Idee, Planung und Erstellung über die Nutzung bzw. Umnutzung, dem Umbau bis hin zum Abriss bezieht. Ein zweiter Grund für die Orientierung am gesamten Lebenszyklus ist der in der Praxis häufige Datenverlust zwischen der Erstellungs- und Nutzungsphase bzw. der nur in Einzelfällen stattfindende Datenaustausch. Gravierend dabei ist, dass ein grosser Teil der für die Nutzungsphase notwendigen Daten in der Planungs- und Erstellungsphase entsteht. Abbildung 2-2 visualisiert den anzustrebenden, möglichst verlustfreien, Informationsübergang zwischen den Lebenszyklusphasen, der zum einen eine mehrfache und damit aufwendige Informationsermittlung vermeidet und zum anderen ein wesentlich höheres Niveau an Datenqualität sichert.

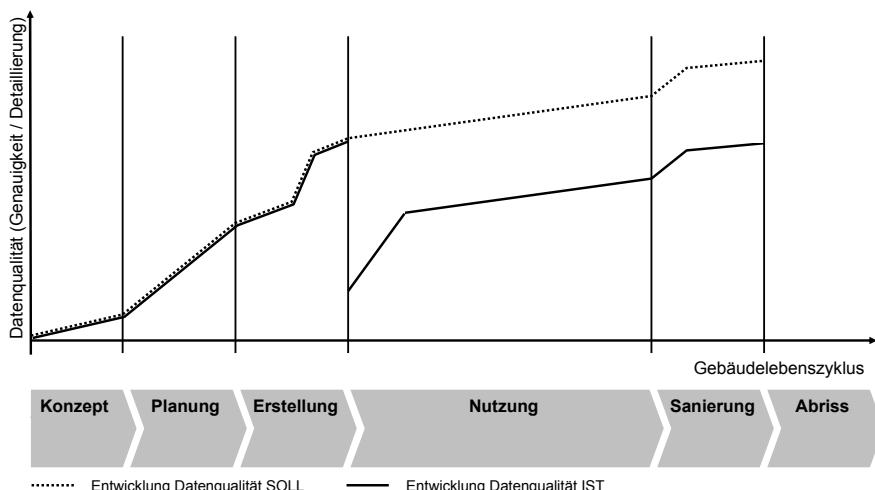


Abbildung 2-2 Gebäudelebenszyklus und Datenverlust bei der Gebäudeübergabe  
in Anlehnung an [IFMA 2005, 42]

Die beiden Aspekte Lebenszyklusorientierung und Ganzheitlichkeit des FM sind gleichzeitig die zentralen Unterschiede zu den Begriffen *Gebäudemanagement* und *Immobilienmanagement*.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Für das Immobilienmanagement werden häufig die englischen Begriffe Real Estate Management (REM) und Corporate Real Estate Management (CREM) verwendet, je nachdem ob der Immobi-

- Das *Gebäudemanagement*, welches [DIN 2000] definiert, umfasst die Nutzungsphase und behandelt die operativen Aspekte des FM. Hierzu gehören die Planung, Vorbereitung, Organisation und Durchführung aller für die Bewirtschaftung von Gebäuden und Liegenschaften notwendigen Massnahmen. Das Gebäudemanagement unterteilt die Leistungen in technisches, infrastrukturelles und kaufmännisches FM. Im technischen FM sind Leistungen für das Betreiben, Modernisieren und Umbauen der technischen Anlagen sowie Leistungen für das Energie- und Informationsmanagement zusammengefasst. Das infrastrukturelle FM umfasst Leistungen wie Hausmeister-, Gärtner-, Verpflegungs- und Reinigungsdienste. Das kaufmännische FM schliesslich stellt die Wirtschaftlichkeit des Gebäudebetriebs bspw. mit Leistungen für die Kostenplanung und -kontrolle sicher. Zusätzlich zum Gebäudemanagement umfasst FM strategische Managemententscheidungen über das Flächen-, Raum, Funktions- und Ausstattungsprogramm sowie die Formulierung des Nutzerbedarfs. Gebäudemanagement ist damit ein Bestandteil des FM [s. Hess 2002, 2; GEFMA 2004a, 5; Bach 2005, 136].
- Das *Immobilienmanagement* konzentriert sich auf die immobilienwirtschaftlichen Ziele „Ertrag aus Immobilien“ und „Immobilienwert“. Das FM hat im Unterschied dazu seinen Ausgangspunkt in der ganzheitlichen Betrachtung der Dienstleistungen rund um den Arbeitsplatz. Ein effizientes FM kann einen massgebenden Einfluss auf die genannten immobilienwirtschaftlichen Ziele haben. Damit besitzen die Ansätze FM und Immobilienmanagement inhaltliche Überschneidungen. Der wesentliche Unterschied ist der Blickwinkel auf die Immobilie.

Aufgrund der erwähnten Überlegung zu der Kostenverteilung über den Lebenszyklus einer Immobilie beschränkt sich die vorliegende Publikation auf die Nutzungsphase. Das Buch trägt jedoch der lebenszyklusorientierten Sichtweise des FM Rechnung, indem es die zwischen der Nutzungsphase und den angrenzenden Phasen Erstellung und Sanierung ausgetauschten Leistungen berücksichtigt. Diese beinhalten das Informationsmanagement, bestehend aus der Erstellung und Aktualisierung eines Gebäudemodells, als zentrale lebenszyklusübergreifende Aufgabe des FM [s. Pierschke 2000b, 306ff; Braun et al. 2001, 163f].

## 2.2.2 Gebäu demodell

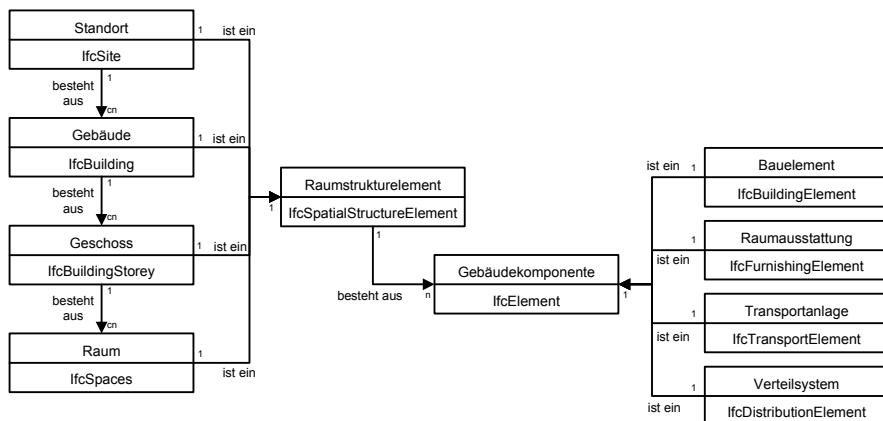
Während der Konzept- und Bauplanungsphase entsteht in den IT-Systemen ein digitales Abbild des zu erstellenden Gebäudes in Form eines Gebäudemodells. Die beteiligten Parteien wie Bauherren, Planungsbüros, Bauunternehmer, Fachingenieure etc. liefern Bestandteile des Gebäudemodells. Dieses bildet in der Betriebsphase der Immobilie die zentrale Basis für die Unterstützung der Prozesse mittels IT. Änderungen sind laufend zu pflegen.

---

lienbereich das Kerngeschäft des Unternehmens darstellt (REM) oder nicht (CREM) [s. Preuss/Schöne 2003, 9].

Der reibungslose Datenaustausch zwischen den unterschiedlichen Geschäftspartnern im Lebenszyklus erfordert ein gemeinsames Verständnis der Semantik des Gebäudemodells und die Übergabe der Verknüpfungen, Attribute und logischen Zusammenhänge der Elemente. Vertikale Industriestandards sind der Schlüssel zur Vernetzung mit Geschäftspartnern [s. Wigand et al. 2005, 285]. Daher entwickelte die Industrie Allianz für Interoperabilität (IAI)<sup>17</sup> mit den Industry Foundation Classes (IFC) ein Datenmodell, das beabsichtigt, alle Elemente eines Gebäudemodells zu definieren und den gesamten Lebenszyklus einer Immobilie von der Planung bis zum Abriss abzudecken. Im Unterschied zu grafischen Datenaustauschformaten wie Data Exchange File (DXF)<sup>18</sup> oder Scalable Vector Graphics (SVG)<sup>19</sup>, die lediglich den Austausch von Grafik und Geometrie erlauben, erfasst das IFC-Modell die Gebäudesemantik. Weit verbreitete CAD-Systeme wie AutoCAD unterstützen das IFC-Datenmodell als Austauschformat.

Abbildung 2-3 gibt einen Überblick über den in diesem Buch verwendeten Ausschnitt der IFC-Modellstruktur, deren Objekte und Zusammenhänge. Unter der Objektbezeichnung findet sich der Verweis auf die entsprechende Struktur im IFC-Modell. Die Darstellung des Modells basiert auf einer vereinfachten Entity-Relationship-Notation (s. Anhang B.1).



*Abbildung 2-3 Informelles IFC-Gebäudemodell in vereinfachter ERN*

Das Modell unterscheidet zwischen *Raumstrukturelementen* und *Gebäudekomponenten*, also Bestandteilen aus denen sich das Gebäude physisch zusammensetzt:

<sup>17</sup> Die IAI ist ein internationaler Zusammenschluss von über 650 Unternehmen in 22 Ländern und wurde im Juni 1995 in den USA gegründet. Die aktuelle Modell-Version IFC-2x3 vom Februar 2006 ist unter [www.iai-international.org](http://www.iai-international.org) frei zugänglich.

<sup>18</sup> Ein von der Firma AutoDes Inc. für das Produkt AutoCAD entwickeltes Grafikformat, welches alle gängigen CAD-Systeme unterstützt.

<sup>19</sup> SVG ist ein Standard zur Beschreibung zweidimensionaler Vektorgrafiken in der Extensible Markup Language (XML) Syntax und kann mit Webbrowsern dargestellt werden.

- Die *Raumstrukturelemente* Standort, Gebäude, Geschoss und Raum beschreiben die räumliche Struktur und deren Zusammenhänge.
- Die *Gebäudekomponenten* Bauelemente, Raumausstattung, Transportanlagen und Verteilungssysteme dienen der Modellierung der Bestandteile der Raumstrukturelemente. Das IFC-Modell ist fein verästelt und gestaltet eine detaillierte Modellierung. Beispielsweise umfassen die Verteilsysteme – über die Hierarchiestufen Steuerung, Durchflusssteuerung, Durchflusszähler – die unterschiedlichen Zählertypen für Strom, Öl, Gas und Wasser. Tabelle 2-3 beschreibt die erwähnten Gebäudekomponenten und illustriert diese anhand von Beispielen.

IFC-Element	Beschreibung gemäss IFC-2x3	Beispiele
Bauelemente	Alle Elemente, die in erster Linie der Baukonstruktion zuzurechnen sind und deren zentrale Funktion damit in der Raumabgrenzung und –unterteilung liegt <sup>20</sup>	Träger, Wände, Türen, Fenster, Dächer, Treppen
Raumausstattung	Die Raumausstattung umfasst sowohl bewegliche als auch fest installierte Objekte	Tische, Stühle, Schränke, Seifenspender, Pflanzen
Transportanlagen	Alle Anlagen, die Personen, Tiere oder Güter in einem Gebäude oder Gebäudekomplex transportieren	Aufzüge, Gehsteige, Rolltreppe
Verteilsysteme	Verteilsysteme bestehen einerseits aus den Steuerungselementen der Gebäudeautomationssysteme und andererseits aus den Elementen, die der Verteilung von Energie und Materie wie Luft und Wasser dienen. Die Steuerungselemente regulieren Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Druck, Energie, Luft etc. durch Abstimmung, Verschaltung und Ablaufsteuerung von mechanischen und elektrischen Komponenten. Die Steuerungselemente sind in die drei Funktionsgruppen Aktuator, Sensor und Controller unterteilbar. Der Controller übernimmt dabei die Steuerungsfunktion zwischen Sensor und Aktuator.	Gasleitungen, Kabel, Klimatechniken, Brandschutzanlagen, Energierzähler, Temperatursensoren, Zugangssysteme, Heizung, Boiler, Sanitärobjekte

Tabelle 2-3 IFC Strukturen des Gebäudemodells der IAI

### 2.2.3 Geschäftsarchitektur in der Nutzungsphase

Die Zahl der Akteure in der FM-Wertschöpfungskette ist breit. Die Branche ist stark fragmentiert und in weiten Teilen von kleinen und mittelständischen Betrieben mit teilweise stark regionalem Fokus geprägt<sup>21</sup>. Überregionale oder internati-

<sup>20</sup> Vgl. Dazu auch die Definition nach ISO 6707-1:1989: Major functional part of a building, examples are foundation, floor, roof, wall.

<sup>21</sup> Im Unterschied zum übrigen Europa gibt es in Grossbritannien einem hohen Anteil an grossen FM-Anbietern mit integrierten Leistungsangeboten [s. Frost 2006a, 9f].

onale Strukturen bilden sich überwiegend dann heraus, wenn der Kunde die Betreuung aller Standorte bzw. die Begleitung in neue Märkte von einem Dienstleister fordert [s.Unterreiner 2005, 217f].

Die Gruppierung der vielschichtigen Ziele der Akteure und deren Zuordnung zu Rollen erlaubt die von der spezifischen Organisationsform unabhängige Betrachtung. Im Geschäftsnetzwerk rund um die Immobilie lassen sich die Rollen *Eigentümer*, *Nutzer* (Unternehmen), *Benutzer* (Mensch), *Betreiber* und *Dienstleister* unterschieden. Die Rolle Nutzer umfasst dabei den professionellen Nutzer (Unternehmung), dessen Bedarf an baulichen Ressourcen und Dienstleistungen sich aus den Geschäftsprozessen ergibt. Die Rolle Benutzer bezeichnet Einzelpersonen, welche das Gebäude betreten, Tätigkeiten verrichten und das Gebäude wieder verlassen. Dies sind Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten etc. des Nutzers. Abbildung 2-4 stellt die Rollen und Leistungsaustauschbeziehungen dar.

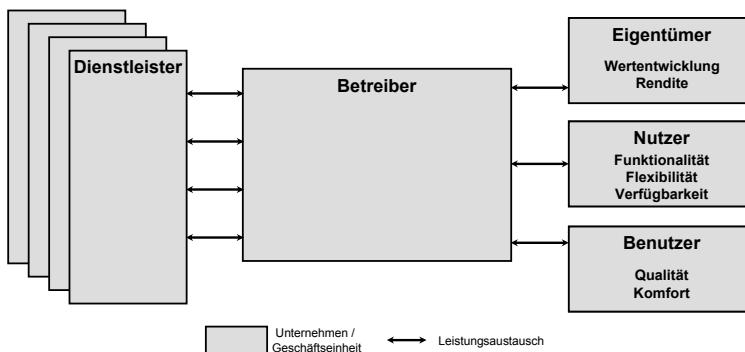


Abbildung 2-4 Der Betreiber als Leistungsintegrator und Ziele der Kunden  
Eigentümer, Nutzer und Benutzer

## Ziele

Für den *Eigentümer* sind Immobilien in erster Linie Kapitalanlagen, die er aktiv bewirtschaftet. Sein primäres Interesse als Investor ist, dass die Wertentwicklung seiner Immobilie langfristig positiv ausfällt und die Rendite unter Berücksichtigung der Risiken vergleichbar ist mit Investitionen in alternative Kapitalanlagen. Sein Hauptaugenmerk liegt auf der Konzeption, Lenkung und Entwicklung des Systems „Immobilie“ im gesamten Lebenszyklus. Die Rendite hängt massgeblich vom Nettocashflow der Liegenschaft ab. Der Eigentümer hat damit grösstes Interesse daran, dass er mit einem effizienten Facility Management einerseits Kosten spart und andererseits die Attraktivität der Immobilie erhält bzw. steigert, so dass er Kunden findet und bindet, die bereit sind, einen möglichst hohen Mietzins für das jeweilige Objekt zu bezahlen [s. Staub 2004, 71f].

Der Wert der Immobilie besteht für den *Nutzer* in ihrer Eigenschaft als Produktionsfaktor, der effizient und effektiv das Kerngeschäft unterstützen soll. Der Nutzer erwartet sowohl eine hohe Funktionalität als auch eine grosse Nutzungsflexibilität mit geringem Anpassungsaufwand. Entscheidend für den Nutzer ist weiter die

Funktionstüchtigkeit und hohe Verfügbarkeit der Gebäudeinfrastruktur. All diese Leistungen sind zu möglichst geringen Kosten zu erstellen [s. Braun et al. 2001, 161; Staub 2004, 64].

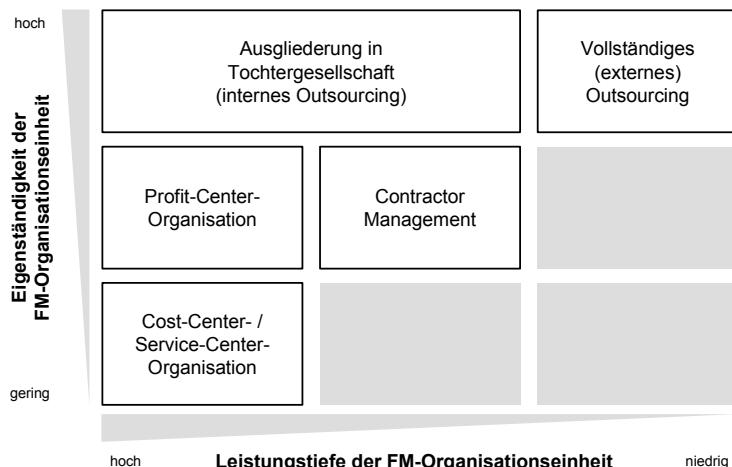
Für den *Benutzer* stehen Komfort und Behaglichkeit, also die subjektiv wahrgenommene Qualität, bei der Gebäudenutzung im Zentrum. Parameter, welche die Qualität beeinflussen, sind das Raumklima (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftqualität etc.), die Beleuchtung, die Sauberkeit, die Sicherheit, die Kommunikationsmöglichkeiten und die Versorgung mit Speisen [s. Krimmling 2005, 50ff].

Dem *Betreiber* bzw. Komplettanbieter kommt die Rolle des Integrators zu. Seine Kernkompetenz liegt in der Bündelung verschiedener sowohl selbst erbrachter wie auch zugekaufter Leistungen. Dabei richtet er die Leistungsbündel konsequent an den Prozessen der Kunden Eigentümer, Nutzer und Benutzer aus [s. Alt 2004, 175f].

Die *Dienstleister* haben sich auf (Teil-)leistungen spezialisiert und versuchen, diese bei höchstmöglicher Qualität zu marktfähigen Preisen anzubieten [s. Nävy 2006, 4].

### Organisationsformen

Die Betreiberrolle als zentrale FM-Organisationseinheit und deren Ab- bzw. Unabhängigkeit von der Nutzerrolle ist in der Praxis verschieden ausgeprägt bzw. organisiert. Abbildung 2-5 ordnet diese in den zwei Gestaltungsdimensionen Eigenständigkeit und Leistungstiefe an. Die Leistungstiefe beschreibt den Grad der Zentralisierung der FM-Leistungserbringung bzw. den Anteil der Wertschöpfungsaktivitäten, welche die FM-Organisationseinheit selbst erbringt. Die Eigenständigkeit bezeichnet die Unabhängigkeit der FM-Organisationseinheit vom Nutzer der bewirtschafteten Immobilie.



*Abbildung 2-5 Organisatorische Gestaltungsvarianten für die Rolle des Betreibers in Anlehnung an [Neumann 2003, 38]*

Die herkömmliche Form der Zentralisierung der FM-Leistungserbringung stellt die Bildung eines *Cost Centers* dar, welche als Übergang zu anderen Organisationsformen dienen kann. In einem Profit-Center hingegen werden die Betreiberleistungen mit Ergebnisverantwortung versehen, aber weiterhin im nutzenden Unternehmen erbracht. *Contractor Management* beschränkt sich dagegen auf die Koordination extern bezogener FM-Leistungen durch eine zentrale interne FM-Organisationseinheit. Eine wirtschaftliche Verselbständigung erfolgt mit der Ausgliederung der FM-Leistungserbringung in eine *Tochtergesellschaft*. Damit kann auch die Reduktion der Leistungstiefe einhergehen. Bei *vollständigem Outsourcing* wird die gesamte Zuständigkeit an einen externen, vom Nutzer rechtlich unabhängigen Betreiber vergeben. Für eine Diskussion der Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten sei an dieser Stelle auf die Arbeiten von [Krimmling 2005, 235-247], [Staudt et al. 1999, 79-91] und [Pierschke 2000c, 401-422] verwiesen.

## 2.2.4 Facility-Management-Markt

[Staudt et al. 1999] untersuchten Ende der neunziger Jahre den FM-Markt. Diese Untersuchung identifizierte bereits die Trends, die aktuelle Studien erneut aufgreifen. Die Kunden fordern vermehrt *integrierte* Leistungspakete und gehen verstärkt dazu über, FM-Leistungen *auszulagern*. Der Verteilungskampf um die Marktanteile führt zu neuen Zwischenstufen (*Kaskaden*) in der Wertschöpfungskette und *polarisiert* die Anbieter in grosse Generalisten und kleine Spezialisten. Diese Entwicklungen führen zu der Formulierung: *Die Zukunft gehört den Sach- und Dienstleistungskombinationen, die massgerecht auf Kundenbedürfnisse eingehen. Dabei geht es aus Kundensicht nicht mehr darum, isolierte Teilleistungen selbstständig beschaffen, integrieren und koordinieren zu müssen, sondern darum über kundenorientierte Systemleistungen komplexe Probleme zu lösen.* Die vorliegende Publikation konzentriert sich auf den Betreiber, dem die zentrale Rolle zukommt, diese Systemleistungen zu konzipieren, anzubieten und abzuwickeln.

Die Kontinuität in den beobachteten Entwicklungen lässt die Vermutung zu, dass es sich dabei nicht um kurzfristige Trends, sondern um einen langfristigen Entwicklungsprozess mit einer grundlegenden Neukonfiguration der Wertschöpfungskette rund um die Immobilie handelt [vgl. Balck 2004, 19-23]. Dies drücken auch die geringen Meinungsverschiebungen zu den Entwicklungen im schweizerischen FM-Markt aus, wie die Autoren des jährlich erscheinenden FM-Monitors feststellen [s. Pom 2005, 6].

Die grössten Herausforderungen für die Betreiber sind gemäss den aktuellen Marktstudien der auf den Preis fokussierte Wettbewerb, die mangelnde Transparenz der Leistungen sowie den nicht sichtbaren bzw. das fehlende Verständnis für den Wertbeitrag des FM [s. IKB 2003, 5-10; Pom 2004, 38; Henzelmann/Büchele 2005, 27-42; Hossenfelder/Lünendonk 2005, 67f; Frost 2006a, 9].

### Entwicklungen

*Integration.* Nicht nur im Kerngeschäft gehen viele Unternehmen dazu über, die Anzahl ihrer Dienstleister und Lieferanten drastisch zu reduzieren. Gefragt sind

auch im FM-Komplettanbieter, die alle benötigten Leistungen standort- und länderübergreifend aus einer Hand anbieten. So stellen sowohl die FM-Marktstudien von Roland Berger wie auch von POM+ einen klaren Trend von der Einzelvergabe hin zur Paketvergabe von FM-Dienstleistungen bzw. eine zunehmende Nachfrage nach integrierten, gebündelten FM-Angeboten fest. Die Gegenüberstellung der Kriterien für die Auswahl eines FM-Dienstleisters in den Jahren 2001 und 2005 zeigt zusätzlich die zunehmende Bedeutung des Leistungsumfangs (s. Tabelle 2-4). Die Marktübersicht über FM-Komplettanbieter zeigt, dass diese für die Erbringung von Leistungen ausserhalb ihrer Kernkompetenz externe Spezialisten einbinden. Der Anteil der von Kooperationspartnern erbrachten Leistungen liegt bei hohen 46% für infrastrukturelles FM, 24% für technisches FM und 10% für kaufmännisches FM [s. Kopp/Martin 2006, 9]. Die Marktforscher von Frost & Sullivan prognostizieren bis 2011 eine jährliche Wachstumsrate für integrierte FM-Dienstleistungen in Europa von 8 bis 9 Prozent [s. Frost 2006a, 11].

*Polarisierung und Kaskadierung.* Während des Booms der 90er Jahre versuchten immer mehr Firmen, die bestimmte Einzelleistungen im FM erbrachten, ihr Leistungsportfolio zu erweitern oder neue Marktnischen zu besetzen. Nachdem praktisch aus jeder einfachen Reinigungsfirma ein FM-Dienstleister wurde, konsolidiert sich nun der FM-Markt. Auslöser dafür sind die steigende Leistungsfähigkeit der Anbieter und die sich verschärfende Konkurrenzsituation. Durch Zusammenschlüsse und Aufkäufe entsteht eine Konzentration auf wenige, starke Unternehmen, die wiederum Anbieter einzelner FM-Dienstleistungen als Subunternehmen einsetzen. Damit laufen viele (Teil-)Anbieter Gefahr, zu Sub-Subunternehmern zu werden, die keinen direkten Zugang mehr zu ihrem Endkunden haben und allenfalls noch mit den Komplettanbietern die Preis- und Lieferkonditionen aushandeln können. Diese Herausforderung stellt sich speziell für Handwerksbetriebe. Dieser Konzentrationsprozesses führt zu einer Polarisierung des FM-Anbietermarktes mit den beiden Polen grosse Generalisten und kleine Spezialisten [s. Pierschke 2000a, 50; May 2004, 14].

*Auslagerung.* Generell ist der Trend hin zur Auslagerung von FM-Leistungen zu beobachten. In bestimmten Bereichen ist diese Entwicklung schon weit fortgeschritten. So sind in Deutschland bereits 90% der Reinigungsleistungen extern vergeben [s. IKB 2003, 5]. Den stärksten Anstieg bei der externen Vergabe sehen die Marktforscher von Roland Berger bei den technischen Dienstleistungen. Speziell kerngeschäftsnahe FM-Leistungen bspw. der Betrieb von Produktionsanlagen gewinnen künftig an Bedeutung [Henzelmann/Büchele 2006, 41f]. Prinzipiell ist das Wachstum im FM-Markt begrenzt. Die Anzahl der zu bewirtschaftenden Objekte ist nahezu konstant und neue Wertschöpfung ist nur begrenzt zu erwarten. Weiter gleichen Automatisierungs- und Rationalisierungsmassnahmen diese neue Wertschöpfung aus [s. Staudt et al. 1999, 22; Pierschke 2000a, 45]. Das oben erwähnte Wachstum für integrierte FM-Dienstleistungen entsteht also hauptsächlich aufgrund der Auslagerung von Leistungen an Betreiber. Diese Leistungen wurden vorher von Nutzern und Eigentümern erbracht. Tabelle 2-4 zeigt die wichtigsten Kriterien bei der Auswahl eines externen FM-Dienstleisters. Die zentralen

Faktoren sind Leistungsumfang, Qualität, Termintreue, Reaktionszeit und Technisches Know-how.

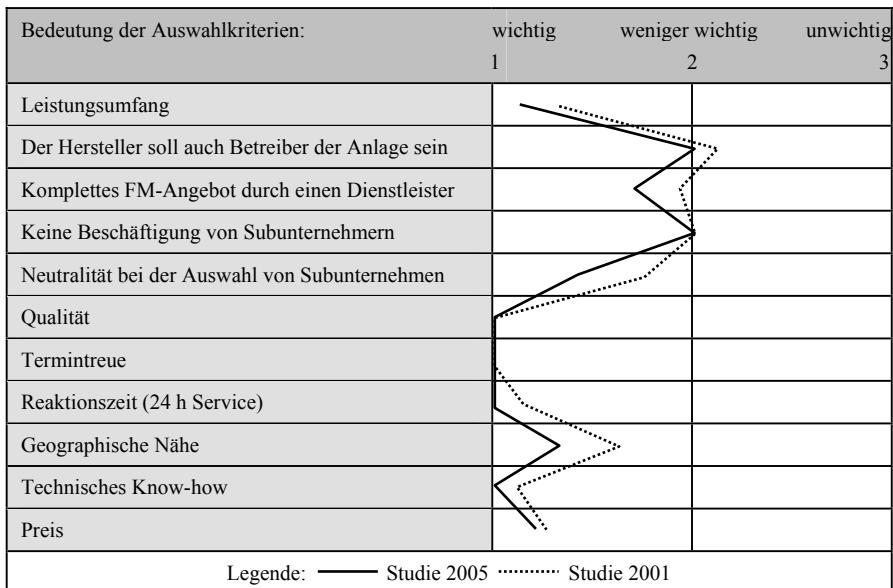


Tabelle 2-4 Auswahlkriterien eines FM-Dienstleisters gemäss einer Befragung bei rund 200 Unternehmen in acht Ländern [Henzelmann/Büchele 2005, 42]

### Herausforderungen für den Betreiber

**Fokus Preis.** Mit einem überarbeiteten, umfassenden FM-Programm können Eigentümer und Nutzer bspw. durch die verbesserte Produktivität der Mitarbeiter beträchtliche Kosten einsparen. Die erwarteten Kosten- und Zeiteinsparungen durch integriertes FM stellen gemäss der Marktstudie von Frost&Sullivan den wichtigsten Treiber für die Auslagerung an Betreiberfirmen dar [s. Frost 2006a, 6]. Konsequenz ist ein auf den Preis fokussierter Wettbewerb. Substanzielle Einspareffekte lassen sich aber erst langfristig aufgrund konsequenter, schrittweiser Umsetzung von Verbesserungsmassnahmen realisieren. Dazu reorganisieren die FM-Anbieter ihre Prozesse, messen sich an Benchmarks, lagern ihrerseits Leistungen an Drittfirmen aus, setzen neue Informations-, Kommunikations- und Gebäudeautomationstechnologien ein und versuchen, die vom Kunden gewünschte Qualität zu möglichst geringen Kosten zu erbringen. Bei kurzen Vertragslaufzeiten sind diese Prozessverbesserungen nur schwer realisierbar, und der Preisdruck gefährdet die Substanz der Anbieter.

**Fehlende Transparenz.** Fehlende Transparenz wird sowohl bezüglich der Preise und Verträge wie auch bei der Messung der Leistungserbringung bemängelt. Die Vermutung liegt nahe, dass ein wesentlicher Grund darin liegt, dass sich exakte Service-Levels nur schwer definieren lassen. Fehlende Transparenz auf Anbieter-

seite führt zu fehlendem Vertrauen und Zurückhaltung auf Nachfragerseite. Eigentümer fordern mehr Kostentransparenz, verursachergerechte Abrechnung und durchgängige Kostenmodelle.

*Fehlende Wertorientierung.* Gemäss der Studie von Roland Berger besitzen Ansätze zur Wertsteigerung der Immobilien im Unterschied zur Kostenminimierung in der Praxis eine vergleichsweise geringe Verbreitung. Die Autoren führen dies auf ein mangelndes Bewusstsein für die Bedeutung und fehlendes Wissen über professionelles Immobilienmanagement zurück. Fehlende Entscheidungsgrundlagen, mangelhafte Performancemessung und unzureichende Effizienz sind die Konsequenzen. Ertragsorientierte Massnahmen beschränken sich auf Abverkäufe zur Erzielung ausserordentlicher Erträge. Ausnahme dazu bilden Banken und Versicherungen, Handel und Transport, welche die Professionalisierung des FM vorantreiben und verstärkt Ansätze zur Wertoptimierung verfolgen [s. Henzelmann/Büchele 2005, 27ff]. [Boell 2006, 7] betont die Notwendigkeit transparenter Bewirtschaftungskosten als zentralen Beitrag des FM zu wertorientierten Ansätzen. Transparenz erzeugt Vergleichbarkeit und Planungssicherheit. Damit lassen sich Risikoabschläge bei der Bewertung des zukünftigen Cash Flow vermeiden. Mit zunehmendem Alter stehen aperiodische, nicht vertraglich vereinbarte Bewirtschaftungskosten - speziell für die Instandhaltung technischer Anlagen - im Vordergrund. Die entsprechende Datenbasis erlaubt vorausschauendes Handeln, vermeidet Liquiditätsengpässe und Budgetüberschreitungen.

### Konsequenzen

Die aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen im FM unterstreichen die zentrale Rolle des Betreibers in der Nutzungsphase einer Immobilie. Chancen ergeben sich für Betreiber, die ihre Leistungen bündeln, diese mit Leistungen von Partnern ergänzen und auf den Kunden (Eigentümer, Nutzer, Benutzer) ausrichten, die Leistungen transparent bepreisen und in der definierten Qualität erbringen:

- Der Kunde fordert umfassende, auf seinen Kernprozess ausgerichtete Leistungsbündel, exakt definierte, sich verändernden Bedarfen anpassende Service Levels und eine transparente Leistungserbringung.
- Der Kunde will einen zentralen Ansprechpartner für alle FM-Bedürfnisse an seinen (weltweit) verteilten Standorten. Dies gelingt nur Betreibern, die über entsprechende Grösse verfügen oder die Einbeziehung anderer Dienstleister in grösserer Masse organisieren können [s. Unterreiner 2005, 218].
- Der Betreiber ist gezwungen, die Qualität seiner Leistung nachvollziehbar und transparent zu vermitteln, um den Preis zu rechtfertigen. Die nötige Qualität ist dann zu möglichst geringen Kosten zu produzieren. Die Kosten sind verursachergerecht abzurechnen.
- Der Ausweg aus der Schere zwischen Preisdruck und kurzen Vertragslaufzeiten führt über die Kundenbindung. Mittel dazu ist die Übernahme von Erfolgsverantwortung durch den Betreiber. Damit erhält er die Möglichkeit, detailliertes Wissen über den Kundenprozess aufzubauen, seine Prozesse darauf auszurichten, laufend zu verbessern und den Nutzer langfristig an sich zu binden [s. Balck 2004, 13-17; EUWID 2005, 8].

## 2.3 Serviceorientierte Architekturen

Die Betrachtungen dieser Publikation bauen auf den in [Heutschi 2007, 25-54] entwickelten Prinzipien serviceorientierter Architekturen auf. Dieses Buch verwendet das dort definierte *Begriffsverständnis*, das entwickelte *Architekturmodell* und die aufgezeigten *Designprinzipien*. Bezugsrahmen des Architekturmodells wie auch dieser Publikation bildet die am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen entwickelte Forschungsdisziplin *Business Engineering* [s. Österle 1995; Österle/Blessing 2003; Winter 2003].

### Business Engineering als Bezugsrahmen

Business Engineering systematisiert die Entwicklung neuer Geschäftslösungen in den Ebenen Strategie, Prozess und Informationssystem. Architekturen stellen die Bestandteile eines betrachteten bzw. gestalteten Systems mit ihren Beziehungen dar. Sie umfassen weiter die dem Design und der Entwicklung der Elemente zugrunde liegenden Prinzipien. Unternehmensarchitekturen bilden die Strukturen des Unternehmens und dessen Informationssysteme ganzheitlich ab. Sie dienen der Beschreibung und Planung von Geschäftslösungen und unterstützen damit die zukünftige Entwicklung und Gestaltung des Unternehmens [s. OpenGroup 2002; Krcmar 2003, 39f]. Unternehmensarchitekturen sind ein wichtiger Bestandteil der entwickelten Modelle und zentrales Gestaltungsobjekt der Methoden des Business Engineering wie auch der Wirtschaftsinformatik im Allgemeinen [s. Seibt 1990, 14; Lee 1991; Alt 2004, 124]. Der Zweck von Architekturen liegt darin Redundanzen zu vermeiden, die Wiederverwendung zu erhöhen sowie die Integration zu verbessern, etwa durch abgestimmte Schnittstellen und die Verfügbarkeit einer Dokumentations- und Kommunikationsgrundlage. Abbildung 2-6 zeigt die Architekturstandteile des Business Engineering Modells auf.

Die *Strategie* bestimmt die längerfristige Positionierung eines Unternehmens im Markt und die Form der Leistungserbringung. Hierzu zählen bspw. die Kundensegmente, Produkte und Dienstleistungen sowie Vertriebskanäle. Die *Geschäftsarchitektur* als Ergebnis der Strategieentwicklung beschreibt den Gesamtzusammenhang der Leistungsverflechtung in einem Wertschöpfungsnetzwerk und umfasst die Rollen der involvierten Unternehmen sowie die Leistungsflüsse [s. Alt 2004, 170; Winter 2004, 318].

Die *Prozesse* setzen die Unternehmensstrategie um und erbringen die Leistungen des Unternehmens. Sie bestehen aus einer Abfolge von Aufgaben, die bestimmten Aufgabenträgern zugeordnet sind. Die *Prozessarchitektur* zeigt die Prozesselemente in ihrem inhaltlichen und zeitlichen Kontext. Sie ordnet Aufgaben und Prozesse Geschäftspartnern bzw. Rollen zu, zeigt Abhängigkeiten auf und kategorisiert die Prozesse. Die Prozessarchitektur bestimmt die Leistungsfähigkeit von Prozessen bezüglich Effizienz, Kundennutzen etc. [s. Fleisch 2001, 235f].

*Informationssysteme* unterstützen ausgewählte Aufgaben auf Prozessebene mit Funktionen. Die Systemarchitektur setzt sich zusammen aus den IT-Komponenten Hardware, Netzwerke und Systemsoftware und den darauf aufbauenden Informationssystemen, bestehend aus Software, Datenbanken und Content. Sie stellt das

Zusammenspiel der Bausteine dar und lässt sich nach [s. Alt 2004, 184f] weiter in Integrations-, Applikations- und Infrastrukturarchitektur unterteilen. Die *Applikationsarchitektur* zeigt die informationstechnischen Komponenten zur Unterstützung der Prozessarchitektur und ordnet Prozessaufgaben Funktionen von Applikationen zu. Die *Integrationsarchitektur* enthält Applikationen, die auf Basis standardisierter Schnittstellen und Protokolle Funktionalitäten zur Kommunikation verteilter Anwendungen bereitstellen. *Infrastrukturarchitekturen* schliesslich bilden mit Plattform- und Netzwerkkomponenten die Grundlage von Integrations- und Applikationsarchitektur.

### Begriffsverständnis

Eine *SOA* ist eine mehrschichtige, verteilte Informationssystem (IS)-Architektur, die Teile von Applikationen für eine vereinfachte Prozessintegration als geschäftsorientierte Services kapselt und dabei eine Reihe von Designprinzipien berücksichtigt.

Ein *Service* stellt ein abstraktes Software-Element bzw. eine Schnittstelle dar, die anderen Applikationen über ein Netzwerk einen standardisierten Zugriff auf Anwendungsfunktionen anbietet [Heutschi 2007, 26f]

### Architekturmodell und Einordnung im Business Engineering

Eine SOA stellt im Business Engineering eine mehrschichtige Integrationsarchitektur dar, welche die fachliche Prozessarchitektur mit der Applikationsarchitektur verbindet. Sie erweitert das Integrationsmodell von [Vogler 2003, 78-101] mit den Ebenen Desktopintegration, Workflowintegration<sup>22</sup> und Anwendungssystem<sup>22</sup> um die Ebene Service (s. Abbildung 2-6).

---

<sup>22</sup> [Vogler 2003, 56] verwendet die Begriffe „Prozessintegration“ und „Systemintegration“. Diese Publikation bezeichnet die Ebenen in Anlehnung an [Heutschi 2007, 28, 13] mit „Workflowintegration“ und „Anwendungssystem“.

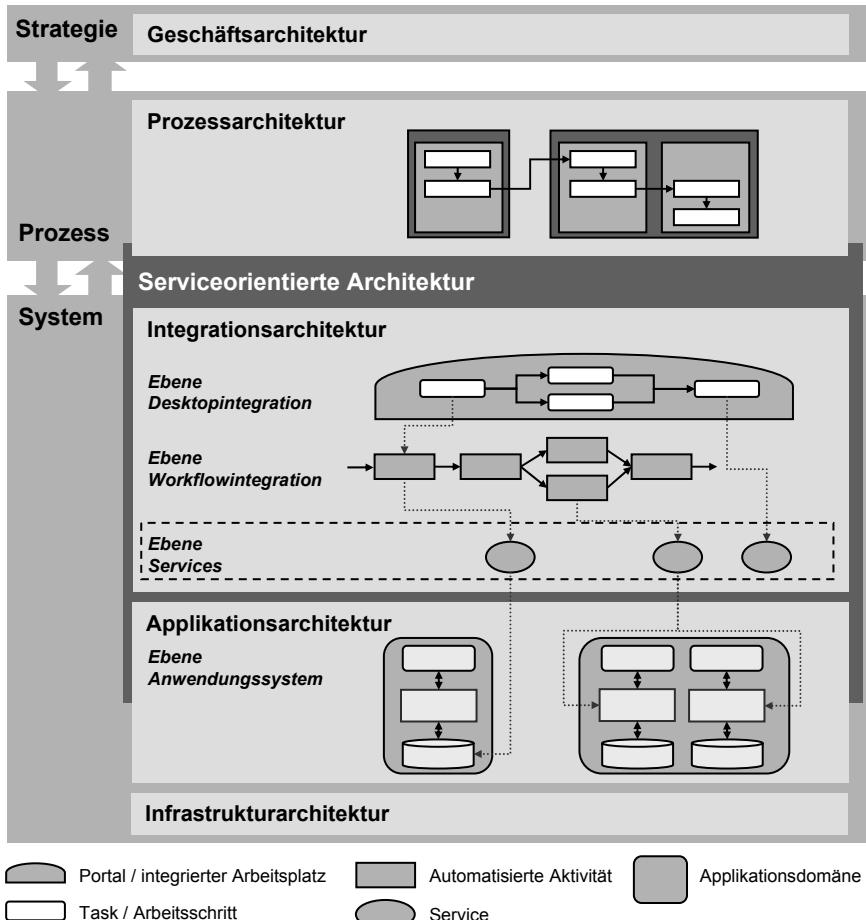


Abbildung 2-6 SOA im Business Engineering Modell [Heutschi 2007, 28]

Das Modell unterscheidet zwischen einer anwendungsbezogenen und einer anwendungsneutralen Sicht. Die anwendungsbezogene Sicht fokussiert die Komponenten bzw. die Anwendungslogik zur fachlichen Abbildung der Prozesse. Diese Komponenten sind für ein konkretes Szenario auszuprägen. Im Unterschied dazu konzentriert sich die anwendungsneutrale Sicht auf Komponenten ohne direkten fachlichen Bezug zu den Prozessen. Sie stellt Integrationsmechanismen und -komponenten in Form von Entwurfs- und Laufzeitumgebungen für die Implementierung und den Betrieb der anwendungsbezogenen Sicht bereit. Abbildung 2-7 beschreibt die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten der beiden Sichten und vier Ebenen in einem Metamodell. Die Darstellung des Modells basiert auf einer vereinfachten Entity-Relationship-Notation (s. Anhang B.1). Die folgenden Absätze beschreiben die wichtigsten Aspekte und Komponenten. Definitionen aller Architekturkomponenten führt Anhang A auf.

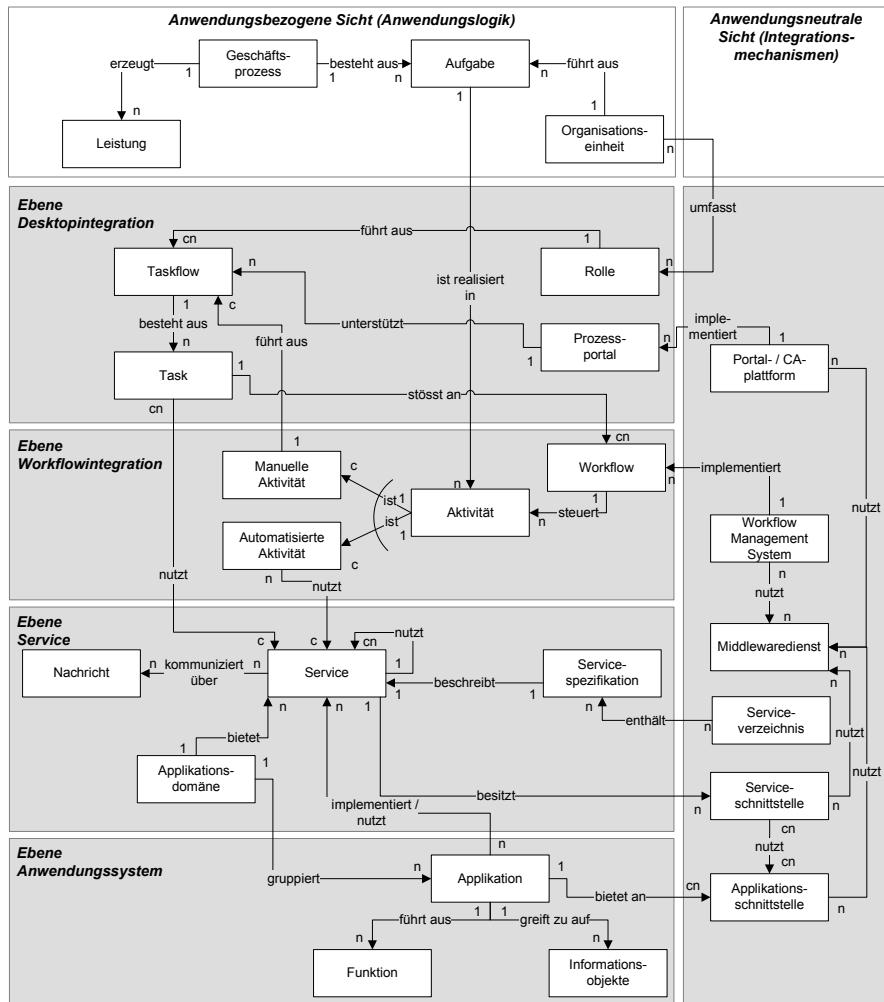


Abbildung 2-7 SOA-Metamodell [Heutschi 2007, 29]

Die **Ebene Anwendungssystem** stellt die Ressourcensicht dar. Applikationen bieten Fachfunktionen sowie Informationsobjekte über Schnittstellen zur Prozessunterstützung an.

Die **Ebene Service** strukturiert und kapselt die auf Ebene Anwendungssystem vorhandenen Informationsobjekte und Funktionen als Services. Services erbringen für die Abbildung applicationsübergreifender Prozesse eine bestimmte Leistung und abstrahieren von der technischen und fachlichen Heterogenität der unterschiedlichen Applikationen [s. Erl 2005, 282]. Die Ebene Service bildet damit eine standardisierte Schnittstellen- und Kommunikationsschicht. Applikationsdomänen gruppieren fachlich zusammengehörende Applikationen bzw. Funktionen und

Informationsobjekte und treten als Serviceanbieter auf. Der externe Zugriff auf Domänenfunktionalität ist ausschliesslich über Serviceschnittstellen zu implementieren.

Die Ebene *Workflowintegration* steuert den Ablauf applikationsübergreifender Geschäftsprozesse. Sie bildet Prozessabläufe als Workflows ab und trennt die Prozessablaufsteuerung (Kontrollfluss) von der Applikationslogik. Ein Workflow kann sich sowohl aus manuell von Personen und automatisiert von IT-Applikationen ausgeführten Aktivitäten zusammensetzen. Eine Aktivität ist eine in sich geschlossene Verrichtungseinheit in einem Prozess, die logisch und fachlich zusammengehörende Arbeitsschritte in einem aus Sicht des Benutzers sinnvollen Arbeitspaket zusammenfasst.

Die Ebene *Desktopintegration* stellt dem Benutzer alle zur Verrichtung einer Aktivität notwendigen Applikationen integriert zur Verfügung. Portale dienen der Realisierung der Desktopintegration. Im Unterschied zur Ebene Workflowintegration, welche den Ablauf *mehrerer Aktivitäten* eines applikationsübergreifenden Geschäftsprozesses abbildet, spezifiziert die Ebene Desktopintegration die Abfolge der Arbeitsschritte (Tasks), die ein Benutzer für die Erledigung einer *einzelnen Aktivität* auszuführen hat.

### Designprinzipien

[Heutschi 2007, 34-54] leitet die grundlegenden Designprinzipien zur Gestaltung von SOA und Services her (s. Tabelle 2-5). Grundlage bildet eine umfassende Literaturanalyse der SOA-Charakterisierungen von Standardisierungsgremien, Wissenschaftlern, Analysten und Softwareanbietern. Der in dieser Publikation entworfene Architekturvorschlag orientiert sich an diesen Designprinzipien.

Designprinzip	Beschreibung
Schnittstellen-orientierung	Serviceschnittstellen abstrahieren aus Sicht eines Servicenuutzers von Implementierungsdetails. Ein Service stellt eine stabile, bewirtschaftete Schnittstelle im Sinne eines Vertrags dar und ist über Metadaten technisch und fachlich umfassend spezifiziert.
Interoperabilität	Im Rahmen einer SOA werden auf Ebene Gesamtarchitektur verschiedene Standardisierungentscheidungen getroffen, die beim Servicedesign zu berücksichtigen sind. Diese Standards sind sowohl für technische (z.B. zu verwendende Schnittstellentechnologien oder Datentypen) als auch für fachliche Belange (z.B. einheitliche Terminologien, standardisierte Datenmodelle für wichtige Geschäftsobjekte) zu definieren. Erst die Abstützung auf solche Standards ermöglicht die Interoperabilität eines Dienstes und seine Verwendung in unterschiedlichen Kontexten.

Tabelle 2-5 Designprinzipien von SOA [Heutschi 2007, 34f]

Designprinzip	Beschreibung
Autonomie und Modularität	Eine SOA nimmt eine Dekomposition der bestehenden Applikationsarchitektur vor und strukturiert sie in eine überschaubare Menge teilautonomer Subsysteme (Domänen und Services). Nach bekannten Prinzipien der Modul- oder Komponentenbildung werden dabei Funktionen oder Ressourcen mit grosser Abhängigkeit (Kohäsion) untereinander so zusammengefasst, dass sie gegenüber den anderen Subsystemen eine möglichst geringe Abhängigkeit (lose Kopplung) aufweisen.
Bedarfsoorientierung	Services orientieren sich bezüglich ihres Leistungsumfangs an geschäftlichen Objekten und Prozessaktivitäten. Sie bieten grob granulare, fachlich abgrenzbare und aus geschäftlicher Sicht sinnvolle und wertschöpfende Leistungen.

Tabelle 2-6 Designprinzipien von SOA (Fortsetzung)

## 2.4 Zusammenfassung

Mobile Computing und RFID-Technologien, bestehend aus den zwei Komponenten Endgeräte und drahtlose Kommunikation, sind kurzen Entwicklungszyklen unterworfen. Dieser technische Fortschritt entschärft heute bestehende Restriktionen bezüglich Benutzerschnittstelle, Rechen- und Speicherkapazität, Dienstqualität und Energieversorgung kontinuierlich. Die bereitgestellten Basisfunktionen „Mobiler Applikationszugriff“, „Identifikation“, „Erfassung von Zustands-/Umgebungsdaten“, „Lokalisierung“ und „Notifikation“ sind die Grundlage für die Entwicklung der Geschäftslösungen auf Basis von Mobile Computing und RFID. Aus diesen Basisfunktionen ergibt sich eine breite Palette von Anwendungsfeldern für das Facility Management.

Die ganzheitliche Betrachtung aller Dienste und Vorgänge rund um eine Immobilie sowie die Betrachtung aller Lebenszyklusphasen sind zwei zentrale Aspekte des Facility Management. Ein wichtiges Element der lebenszyklusorientierten Sichtweise ist ein durchgängiges Informationsmanagement. Dabei gilt es den Datenverlust bei der Bauübergabe von der Erstellungs- zur Nutzungsphase zu vermeiden. Grundlage dafür ist ein gemeinsames Gebäudemodell, welches in der Nutzungsphase die Basis für die Unterstützung der Prozesse mittels IT bildet. Die Ziele von Eigentümern, Nutzern, Benutzern, Betreibern und Dienstleistern divergieren. Aus der grossen Anzahl und der hohen Spezialisierung der beteiligten Unternehmen entstehen Ineffizienzen in der Leistungserbringung. Die breite Palette der Anwendungsfelder von Mobile Computing und RFID deuten auf ein hohes Potenzial für den Betreiber, dem die Rolle des Leistungsintegrators zukommt.

Serviceorientierte Architekturen verfolgen das Ziel, Änderungen in der Prozessarchitektur einfach und flexibel in IT-Systemen umsetzen zu können. Sie sind ein vielversprechender Ansatz Mobile Computing und RFID-Lösungen effizient in bestehende Systemarchitekturen zu integrieren. Im Business Engineering Modell stellen serviceorientierte Architekturen eine mehrschichtige Integrationsarchitektur dar, die auf Ebene Services Funktionen und Informationsobjekte vorhandener Anwendungssysteme kapselt. Diese Services dienen auf Ebene Workflowintegra-

tion der Abbildung domänenübergreifender Workflows. Die Ebene Desktopintegration nutzt die Services für die Zusammenfassung aller zur Verrichtung einer Aktivität notwendigen Applikationsfunktionen.

Tabelle 2-7 gibt einen Überblick über die weitere Verwendung der Grundlagen im Buch.

Grundlage	Weitere Verwendung
Mobile Computing und RFID	Die abgeleiteten Basisfunktionen von Mobile Computing und RFID sind die Grundlage für die Identifikation der Anwendungsszenarien in Kapitel 4. Die im Kapitel 5 entworfene Integrationsarchitektur berücksichtigt die sich aus den Restriktionen der Technologie ergebenden Konsequenzen.
Facility Management	Die Geschäftsarchitektur und die aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen im FM-Markt sind Ausgangspunkt für die in Kapitel 4 entwickelte Prozessarchitektur und damit für die Identifikation der Anwendungsszenarien. Das eingeführte Gebäudemodell definiert die durchgängig verwendeten Begriffe und ist ein wesentliches Element der Domänenarchitektur in Kapitel 5.
Serviceorientierte Architekturen	Das Begriffsverständnis, das Architekturmodell und die Designprinzipien dienen der Entwicklung des Architekturvorschlags in Kapitel 5. Das Business Engineering Modell bildet sowohl den Bezugsrahmen des Architekturmodells als auch dieser Publikation. Business Engineering ist die Basis für die Fallstudienbeschreibung in Kapitel 3 und die Systematisierung des Nutzens von Mobile Computing und RFID in Kapitel 4.

*Tabelle 2-7 Weitere Verwendung der Grundlagen im Buch*

### **3 Fallstudie Fraport AG**

Die Fraport AG, Eigentümer und Betreiber des Flughafens Frankfurt, hat in den vergangenen Jahren verschiedene Lösungen für die mobile Unterstützung ihrer Mitarbeiter wie auch für die Nutzung von Echtzeitdaten in den Prozessen umgesetzt. Die Anwendungsbereiche reichen von der Wartung der Brandschutzklappen mit RFID-Technologie über die mobile Unterstützung der Lademeister bei der Be- und Entladung der Flugzeuge bis hin zur mobilen Erfassung und Verbuchung von Warenein- und -ausgängen im Lager. Aufgrund des Erfolges dieser Lösungen liegt eine Fülle weiterer Anforderungen der Fachbereiche vor. Das vorliegende Kapitel erläutert die aktuell bei der Fraport AG im Bereich Facility Management auf Basis von Mobile Computing und RFID umgesetzten Lösungen und geht auf weitere Anforderungen und geplante Umsetzungsprojekte ein.

Abschnitt 3.1 beschreibt die Eckdaten der Fraport AG. Die Fallstudien in den Abschnitten 3.2 bis 3.4 sind in Ausgangslage, Leidensdruck, Lösung, Nutzen und geplante Weiterentwicklung gegliedert. Abschnitt 3.5 geht auf die geplante Lösung für die Qualitätssicherung in der Reinigung ein. Abschnitt 3.6 fasst die Erkenntnisse zusammen und zeigt weiteren Handlungsbedarf auf.

#### **3.1 Unternehmen**

Der *Flughafen Frankfurt* ist nicht nur eine der wichtigsten Drehscheiben im internationalen Flugverkehr, sondern gleichzeitig auch die grösste Arbeitsstätte Deutschlands. Die am Flughafen ansässigen Firmen beschäftigen rund 68'000 Mitarbeiter. Mit mehr als 50 Millionen Fluggästen pro Jahr ist der Frankfurter Flughafen auch der grösste Flughafen Kontinentaleuropas. Auch bezogen auf die umgeschlagene Fracht ist der Frankfurter Flughafen mit 1,7 Millionen Tonnen der grösste in Europa.

Die *Fraport AG* ist als Eigentümer und Betreiber des Flughafens Frankfurt eines der führenden Unternehmen im Flughafengeschäft. Sie ist gegliedert in drei strategische Geschäftsbereiche, zwei Servicebereiche und sieben Zentralbereiche (s. Tabelle 3-1). Die strategischen Geschäftsbereiche sind:

- Der Geschäftsbereich *Flug- und Terminalbetrieb, Ausbau, Sicherheit* umfasst die Geschäftaktivitäten in Frankfurt, die den Flug- und Terminalbetrieb, den geplanten Flughafenausbau sowie die Flughafen- und Luftsicherheit betreffen.

- Der ertragsreichste Geschäftsbereich *Handels- und Vermietungsmanagement* ist zuständig für die Vermietung von Läden und Büros, für das Parkraummanagement, für die Entwicklung und Vermarktung sowohl bestehender als auch neuer Gewerbegebäude sowie für den Vertrieb von Energie.
- Die *Bodenverkehrsdienste*, die alle Leistungen von der Flugzeugabfertigung über Passagier- bis hin zu Frachtservices anbieten.

Der Flughafenbetrieb, den die Fraport AG mit rund 13'000 Mitarbeitern am Standort Frankfurt gewährleistet, erfordert eine hochkomplexe Logistik mit zahlreichen Einrichtungen. Unter anderem bewirtschaftet der Servicebereich *Immobilien- und Facility Management* über 37'000 Räume in rund 400 Gebäuden. Dazu gilt es zahlreiche technische Einrichtungen wie 22'000 Brandschutzkappen, 200 Rolltreppen und Fahrsteige, 356 Aufzugsanlagen, 3'600 elektrische Türe und Tore sowie die 67 km lange Gepäckförderanlage regelmäßig zu inspizieren, zu warten und instand zu setzen.

Fraport AG	
Gründung	1947
Firmensitz	Frankfurt am Main
Branche	Flughafen
Firmenstruktur	<p>Drei Strategische Geschäftsbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenverkehrsdienste BVD</li> <li>• Flug- und Terminalbetrieb, Ausbau, Sicherheit FBA</li> <li>• Handels- und Vermietungsmanagement HVM</li> </ul> <p>Zwei Servicebereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informations- und Kommunikationsdienstleistungen IUK</li> <li>• Immobilien und Facility Management IFM</li> </ul> <p>Sieben Zentralbereiche (Marketing, Kommunikation, Einkauf, Recht, Beteiligungen, Rechnungswesen, Personal)</p>
Umsatz 2005	2.089,8 Mio €
Ergebnis 2005	311,6 Mio €
Mitarbeiter	25.781
Kunden	Airlines, Logistik, Handel, Fluggäste
Homepage	<a href="http://www.fraport.de">www.fraport.de</a>

Tabelle 3-1 Kurzportrait der Fraport AG

Abbildung 3-1 zeigt die in den Fallstudien involvierten Organisationseinheiten und ordnet diese den strategischen Geschäftsbereichen der Fraport AG zu.

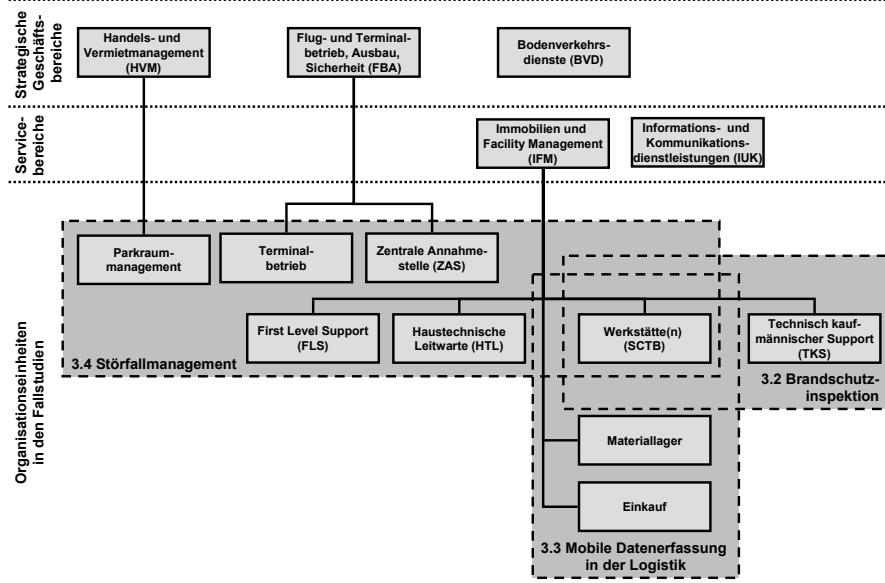


Abbildung 3-1 Organisatorische Einordnung der Fallstudien

## 3.2 Brandschutzinspektion

Brandschutzinspektion	
Leidensdruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderter Fokus auf die Erfüllung gesetzlicher Bestimmungen</li> <li>• Aufwendiger und fehleranfälliger papierbasierter Prozess</li> </ul>
Lösung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilung fälliger Wartungsaufträge an die Techniker mit einem PDA</li> <li>• Nachweis der Wartungsdurchführung mit einem an die Brandschutzklappe angebrachten RFID-Tag</li> <li>• Dokumentation der Wartungsschritte mit standardisierten Schadencodes vor Ort</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewährleistung einer sicheren und ordnungsgemäßen Wartungsdurchführung aufgrund der Transparenz über den Wartungsprozess</li> <li>• Kostenreduktion pro gewarteter Brandschutzklappe um 30%, Return-on-Investment von 4 Jahren</li> <li>• Reduktion der Prozessdurchlaufzeit von mehreren Tagen auf einen Tag</li> <li>• Erhöhung der Prozessqualität und damit Reduktion von Kontrollen und Rückfragen durch Fraport-Mitarbeiter</li> </ul>

Tabelle 3-2 Überblick Brandschutzinspektion

## Ausgangssituation

*Strategie.* Die zahlreichen Einrichtungen am Flughafen, z.B. Rolltreppen, Fahrsteige, Gepäckförderanlagen und Parkhäuser, erfordern eine regelmässige Inspektion, Wartung und Instandsetzung. Die ordnungsgemässe Instandhaltung bestimmter Objekte unterliegt zusätzlich der gesetzlichen Dokumentationspflicht. Dies gilt für Brandschutzklappen und -türen, Förderanlagenabschlüsse, Kanalrauchmelder und Filtersysteme in den Klima- und Lüftungsanlagen. Die 22'000 Brandschutzklappen, die im Brandfall die Weiterleitung von Rauch und Feuer über das Kanalnetz verhindern, sind einmal jährlich zu warten. Stellt das Wartungspersonal im Rahmen der jährlichen Inspektion einen Mangel fest, reduziert sich das Wartungsintervall für die zwei folgenden Jahre auf sechs Monate. Mit der Durchführung dieser Instandhaltungstätigkeiten sind drei externe Dienstleister beauftragt. Diese rechnen die Leistungen auf Basis der Anzahl gewarteter Brandschutzklappen ab. Zur Qualitätssicherung überprüft die Fraport AG ca. zehn Prozent der Tätigkeiten.

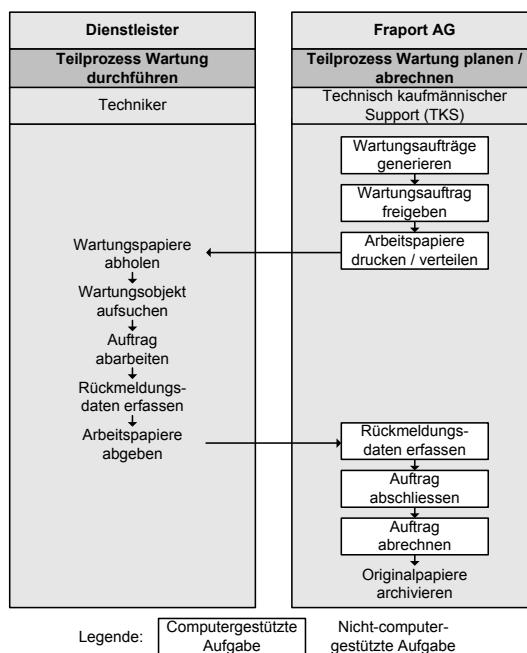


Abbildung 3-2 Prozess vor dem Projekt

*Prozess.* Der ursprüngliche Prozess unterteilt sich in die Phasen *Arbeitsvorbereitung*, *Wartungsdurchführung* und *Nachbereitung*. Der technisch-kaufmännische Support (TKS) ist sowohl für die Arbeitsvorbereitung wie auch die Nachbereitung verantwortlich.

- *Arbeitsvorbereitung.* Dieser Schritt umfasst das Generieren, Freigeben und Drucken der Wartungsaufträge auf Basis von Wartungsplänen. Fraport-

Mitarbeiter verteilen die Aufträge nach dem Druck an die eigenen Werkstätten und/oder externe Unternehmen, von denen die Techniker ihre Arbeitspapiere erhalten.

- *Wartungsdurchführung.* Die Techniker arbeiten die Aufträge ab, tragen Schäden oder Mängel in Papierformularen ein und geben sie über die Werkstätten an die Mitarbeiter des TKS zurück.
- *Nachbereitung.* Die Mitarbeiter des TKS erfassen die Daten und den Wartungszeitpunkt im System und archivieren die Originalpapiere in feuerfesten Schränken. Eventuell notwendige Massnahmen zur Beseitigung von Mängeln sind Bestandteil eines manuell angestossenen Folgeprozesses.

*Systeme.* Die Wartungsaufträge werden im SAP-R/3-System erfasst und verbucht. Informationssysteme zur Unterstützung der Techniker sind nicht im Einsatz. Die Verteilung, Dokumentation und Archivierung vor Ort auszuführender Tätigkeiten ist durchgängig papierbasiert.

### **Leidensdruck**

Der veränderte Fokus auf die Erfüllung der gesetzlichen Bestimmungen bedingte die Anpassung des bisherigen Prozesses. Ohne den Einsatz einer mobilen Anwendung wäre bei einer weiterhin papierbasierten Abwicklung des Prozesses der Aufwand enorm angestiegen. Auch führte die unstrukturierte handgeschriebene Rückmeldung der Befunde zu Nachfragen bei den Technikern und zu Verzögerungen bei der nachgelagerten Instandsetzung.

### **Lösung**

*Strategie.* Anpassungen auf Strategieebene waren im Rahmen des Projektes nicht notwendig.

*Prozess.* Der Prozess besteht weiterhin aus den Phasen *Arbeitsvorbereitung*, *Wartungsdurchführung* und *Nachbereitung*, jedoch änderte sich deren Ablauf:

- *Arbeitsvorbereitung:* Die externen Techniker erhalten die fälligen Wartungsaufträge auf einem PDA. Techniker der Fraport AG laden die gewünschten Wartungsaufträge selbständig auf den PDA.
- *Wartungsdurchführung.* Im ersten Schritt liest der Techniker seine Ausweis-Identifikation ein, die auf einem RFID-Tag gespeichert ist, und autorisiert sich bei der Anwendung. Diese Identifikation dient nicht der qualitativen oder quantitativen Leistungsbeurteilung des Mitarbeiters, sondern ausschliesslich dem Nachweis über die Wartungsdurchführung. Dem Techniker wird die Liste der abzuarbeitenden Wartungsaufträge angezeigt, und er kann anhand der Identifikationsnummer der Brandschutzklappe auf den Ort bzw. Raum schliessen. In den Werkstätten hinterlegte Baupläne helfen beim Auffinden der Wartungsobjekte. Hat der Techniker die Brandschutzklappe erreicht, identifiziert und öffnet er den zugehörigen Auftrag durch das Lesen des daran angebrachten RFID-Tags. Die maximale Lese- und Schreibreichweite des RFID-Tags beträgt 3 cm, womit gewährleistet ist, dass der Techniker sich in der Nähe des zu wartenden Objekts befindet. Sollte der RFID-Tag fehlen, defekt sein oder die Brandschutzklappe nicht auffindbar sein, schliesst der

Techniker den Auftrag mit entsprechendem Fehlercode ab. Ansonsten arbeitet er die vom Gerät vorgegebenen Wartungsschritte ab und dokumentiert diese mit standardisierten Schadenscodes. Ein zweiter Lesevorgang des RFID-Tags schliesst den Auftrag ab. Zusätzlich startet die Anwendung einen Schreibvorgang, der die Anfangs- und Endzeit sowie das Datum der Wartung auf dem RFID-Tag festhält. Auf dem PDA ist nach dem Abschluss keine Veränderung des betreffenden Auftrags mehr möglich.

- *Nachbereitung.* Der Wartungsauftrag samt Meldungspositionen wird nach Arbeitsende an das Backend-System zurückgeladen. Das System erstellt mit der Synchronisation eine Übersicht der auf dem Gerät befindlichen, beendeten Aufträge und übermittelt diese dem ausführenden Unternehmen als Leistungsnachweis elektronisch. Somit ist die Vollständigkeit und Qualität der Dokumentation gesichert und kein Medienbruch mehr vorhanden. Das System archiviert die Daten in vordefinierten Intervallen automatisch. Eventuell notwendige Instandsetzungen werden weiterhin anhand vordefinierter Leistungskataloge in einem separaten Prozess manuell angestossen und vergeben.

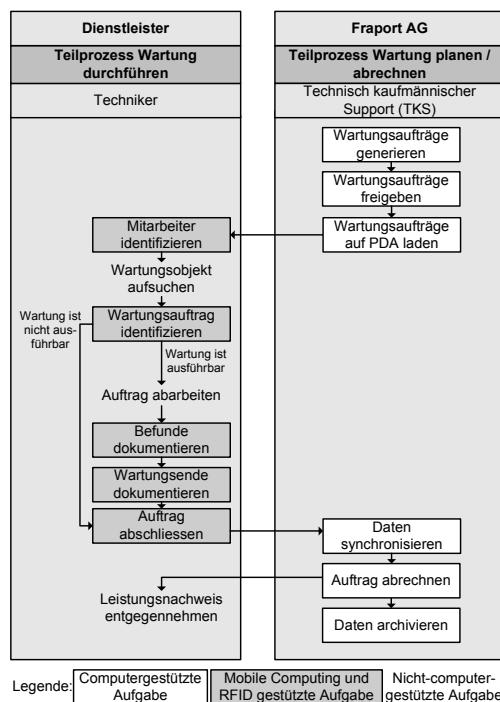


Abbildung 3-3 – Prozess nach dem Projekt

*System.* Führendes System für Wartungstätigkeiten ist weiterhin das SAP-R/3-System. Um eine enge Integration der mobilen Lösung zu gewährleisten, hat sich die Fraport AG für die Einführung der Standardapplikation zur mobilen Instand-

haltungsausführung Mobile Asset Management (MAM) von der SAP AG entschieden. MAM baut auf der Plattform für mobile Lösungen der SAP AG, der Mobile Infrastructure, auf. Diese besteht aus einer Server- und einer Clientkomponente:

- Die *Clientkomponente* ist die Ausführungsumgebung für die mobile Applikation, im vorliegenden Beispiel für das MAM.
- Die *Serverkomponente* fungiert als Middleware und stellt die Verbindung zwischen Backendsystem und der mobilen Applikation her.

Die Mobile Infrastructure umfasst Funktionen zur Softwareverteilung auf die Endgeräte, Komprimierung und -verschlüsselung der übertragenen Daten, Autorisierung und Datensynchronisation. Da ein täglicher Abgleich der Wartungsaufträge mit den Endgeräten genügt, ist eine Offline-Lösung ausreichend. Aufgrund von Sicherheits- und Kostenüberlegungen fiel der Entscheid auf eine Synchronisationslösung mit einer Docking Station.

Für die Wahl des mobilen Endgeräts Netpad 3000 von Psion war die maximale Darstellungsgröße bei minimalen äusseren Abmessungen ausschlaggebend. Für eine bessere Handhabbarkeit der Geräte im täglichen Gebrauch galt es, ein maximales Gewicht von 1.2kg nicht zu überschreiten.

Die RFID-Tags verwenden den lizenzenfreien Frequenzbereich 13,56 MHz zur Datenübertragung und basieren auf dem ISO Standard 15693. Die Fraport AG liess die RFID-Tags gemäss den spezifischen Anforderungen (metallischer Untergrund, zu speichernde Daten, Auszeichnung etc.) entwickeln und produzieren. Abbildung 3-4 stellt die Systemarchitektur im Überblick dar.

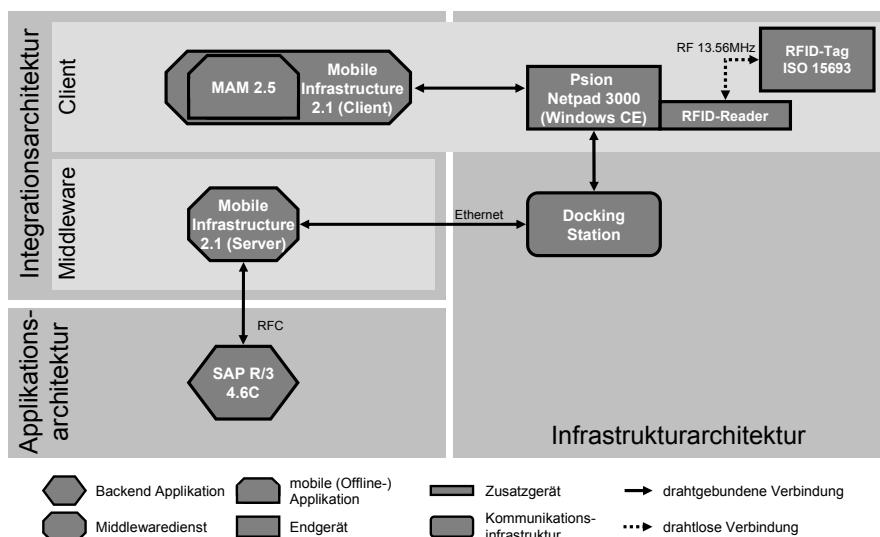


Abbildung 3-4 – Systemarchitektur nach dem Projekt

## Nutzen

*Strategie.* Das primäre Ziel der Fraport AG war, die sichere und ordnungsgemäße Wartungsdurchführung zu gewährleisten. Dank Skaleneffekten rechnet die Fraport AG mit einem Return-on-Investment (ROI) von 4 Jahren. Skaleneffekte entstehen mit dem geplanten Ausrollen der Lösung auf zusätzliche, der gesetzlichen Dokumentationspflicht unterliegende Objekte sowie mit der Verwendung der zentralen SAP Mobile Infrastructure für weitere Lösungen. Die fixen Projekt- und Infrastrukturkosten können so geteilt werden.

*Prozess.* Der zentrale Nutzen der Lösung ist die vollständige *Transparenz* über den Wartungsprozess. Die entstehenden Auswertungsmöglichkeiten reduzieren das Risiko nicht ordnungsgemäßer Wartung. Neben der sicheren und ordnungsgemäßen Wartungsdurchführung konnte die Fraport AG die Kosten pro gewarteter Brandschutzklappe um 30% senken. Die grösste *Kostenreduktion* resultiert aus dem Wegfall administrativer Tätigkeiten für die papierbasierte Verteilung der Wartungsaufträge und die Erfassung von zuvor auf Papier festgehaltenen Rückmeldungsdaten im System. Zusätzlich eröffnet die Lösung der Fraport AG mehr *Spielraum für die Preisgestaltung* mit den drei Wartungsfirmen. Der Grund liegt in der Vereinfachung der Wartungsdurchführung, der Verwaltung der Wartungsaufträge durch die Fraport AG und dem Schaffen von Transparenz über die ausgeführten Tätigkeiten und benötigten Zeiten. Dieselben Gründe erlauben der Fraport AG, *Kontrollen mit eigenen Mitarbeitern zu reduzieren*. Dank der Erfassung der Rückmeldungsdaten mit dem mobilen Endgerät und der täglichen Synchronisation der Daten mit dem System lässt sich die *Gesamtprozessdurchlaufzeit* von mehreren Tagen auf einen Tag senken. Entsprechend schneller kann die Fraport AG damit auch die evtl. notwendigen Instandsetzungsaufträge auslösen. Die handgeschriebenen Arbeitsrapporte und Mängelbeschreibungen führten häufig zu *Rückfragen* an die Techniker. Standardisierte, über das mobile Endgerät angebotene Mängelkataloge eliminieren bzw. reduzieren die Rückfragen beim Erfassen der Rückmeldungen im System sowie bei der nachgelagerten Instandsetzung.

## Geplante Weiterentwicklung

Die Fraport AG plant die Anwendung einerseits funktional auszubauen und andererseits auf weitere Fachbereiche auszudehnen, u.a. für die Zustandskontrolle der Terminalanlagen.

## Zustandskontrolle Terminalanlagen

*Ausgangssituation.* Eine zentrale Aufgabe des Terminalbetriebs der Fraport AG ist die regelmässige Überprüfung des Zustands der Terminalanlagen mit rund 3'500 Objekten. Der Betreiber hat gemäss behördlicher Vorschriften die Sicherheit der entsprechenden Einrichtungen zu gewährleisten. Daher ist die regelmässige Kontrolle und Dokumentation des Zustands sowie im Falle von Mängeln die unmittelbare Einleitung von Massnahmen zu ihrer Behebung, wie z.B. die Instandsetzung funktionsgestörter Türen, notwendig. Hierfür sind mehr als 50 Zustandskontrolleure im Dreischichtbetrieb im Einsatz. Unter anderem prüfen diese den *Zustand der Flucht- und Rettungswege* und stellen so sicher, dass die Fluchtwiege frei sind und die Fluchttüren einwandfrei funktionieren. Weitere Aufgaben der Zustands-

kontrolleure sind die regelmässige *Überprüfung von Rolltreppen, Fahrsteigen und Aufzügen* auf Funktionsfähigkeit und Benutzungssicherheit, das *Stilllegen und Absperren defekter Anlagen*, die *Beauftragung von Sonderreinigungen* oder die *Überprüfung zentral aufgelaufener Störmeldungen*. Hierbei gilt es Störungen, die andere Personen oder die Anlagen selbst melden, auf Korrektheit und Ursache hin zu überprüfen.

*Lösungsiede*. Eine erste Ausbaustufe besteht in der Dokumentation der Begehung von Flucht- und Rettungswegen analog der Lösung für die Brandschutzklappen. Danach sollen neue Funktionen für die Störfallerfassung und CAD Pläne zur Navigation und Ortsbeschreibung der defekten Objekte in die Lösung integriert werden (weitere Details zum Störfallmanagementprozess finden sich in Abschnitt 3.4).

### 3.3 Mobile Datenerfassung in der Logistik

Mobile Datenerfassung in der Logistik	
Leidensdruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufwendige und teure Verteilung der beim Wareneingang angenommenen Ware, die ggf. nicht für die Fraport AG bestimmt war</li> <li>Keine aktuellen Bestände im System und damit grosse Inventurdifferenzen, deren Ursachen schwer ermittelbar waren</li> </ul>
Lösung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lagermitarbeiter verbuchen Warenein-, Warenausgänge und Inventurdifferenzen Online mit mobilen Endgeräten</li> <li>Lieferanten drucken die Fraport Bestellnummer als Barcode auf die Lieferscheine. Die Lagermitarbeiter scannen diese mit dem mobilen Endgerät und können die Bestellung überprüfen</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Annahme von nicht für die Fraport AG bestimmter Ware</li> <li>Kostenreduktion aufgrund der einfacheren Wareneingangsverbuchung, Return-on-Investment von 3 Jahren.</li> <li>Erhöhung der Qualität der Bestandsdaten und damit Reduktion der Out-of-Stock-Situationen um 88%</li> </ul>

Tabelle 3-3 Überblick Mobile Datenerfassung in der Logistik

#### Ausgangssituation

*Strategie*. Die Fraport AG bestellt bei ca. 300 Lieferanten Material, welches von Billigartikeln wie Reinigungs- und -putzmitteln bis zu teuren und komplexen Ersatzteilen für technische Anlagen reicht. Die Ware ist von den Lieferanten an einem zentralen Wareneingangstor abzuliefern. Die Fraport AG übernimmt die interne Verteilung. Das Nichtlagermaterial, welches ca. 40% des angelieferten Materials ausmacht, verteilen die Lagermitarbeiter direkt an die in der Bestellung vermerkte Anlieferadresse. Bei Lagermaterialien ist der empfangende Lagerort hinterlegt, welcher die Verteilung der Ware in die 36 Lager steuert.

*Prozess Bestellung / Wareneingang.* Der zentrale Einkauf erfasst die Bestellungen und übermittelt diese via Internet, Mail, Fax oder Brief an den Lieferanten. Der Lieferant bestätigt die Bestellmengen und Termine mit einem Lieferavis. Zum Liefertermin kommissioniert er die Ware und stellt sie zum Versand bereit. Der Transporteur holt die Ware beim Lieferanten, lädt diese in der Wareneingangszone bei der Fraport AG ab und übergibt die Lieferpapiere. Nach der Warenprüfung verbuchen die Lagermitarbeiter richtig gelieferte Ware im System und lagern sie ein. Da vor dem Abladen der Ware kein Abgleich mit den offenen Bestellungen stattfindet, wird häufig Ware abgeladen, die nicht für die Fraport AG, sondern für andere am Flughafen ansässige Firmen bestimmt ist.

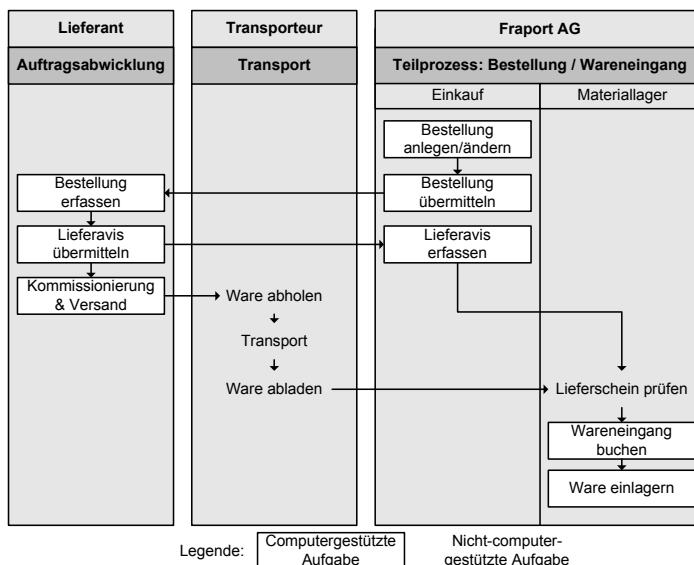


Abbildung 3-5 Prozess Wareneingang vor dem Projekt

*Prozess Warenausgang.* Beim Warenausgang ist zwischen geplanten Warenausgängen, die 20% der Ausgangsbuchungen ausmachen, und ungeplanten Warenausgängen zu unterscheiden. Für *geplante Warenausgänge* legt der Anforderer im Voraus eine Reservation bzw. eine Umlagerungsreservation im System an. Diese Reservationen werden periodisch ausgedruckt und anhand der Papierbelege kommissioniert. Anschliessend verbucht der Lagermitarbeiter die Warenausgänge im System. Bei den *ungeplanten Warenausgängen* kommt der Anforderer zur Warenausgabe und gibt die gewünschten Materialien an. Der Lagermitarbeiter holt die Ware aus dem Lager und verbucht sie auf die auf dem Warenausgabeschein vermerkte Kostenstelle oder den Instandhaltungsauftrag. Barcodelesestifte unterstützen in beiden Fällen die Kommissionierung. Der Lagermitarbeiter scannt die als Barcode am Lagerplatz angebrachte Materialnummer und gibt die entnommene Menge ein. Er ordnet den zugehörigen Instandhaltungs- bzw. Fertigungsauftrag

durch Scannen des auf dem entsprechenden Arbeitsdokument angebrachten Barcodes zu. Kostenstellen müssen manuell auf dem Lesestift eingegeben werden. Ist die Ausgabemenge erfasst, erhält der Empfänger die Ware sofort ausgehändigt oder nachträglich zugestellt. Einmal täglich gleichen die Mitarbeiter die auf den Lesestiften zwischengespeicherten Daten mit dem System ab und verbuchen damit die Warenausgänge.

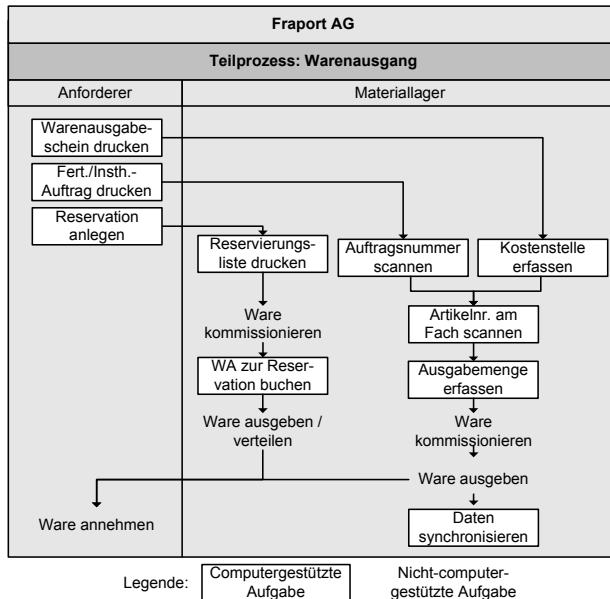


Abbildung 3-6 Prozess Warenausgang vor dem Projekt

*Prozess Inventur.* Bei der Fraport AG ist eine rollierende, papierbasierte Stichprobenninventur implementiert. Die Materialbestände werden zu bestimmten Stichtagen im Jahr überprüft.

*Systeme.* Für die Warenbewirtschaftung ist das Modul Materialwirtschaft des SAP-R/3-Systems im Einsatz. Die Lagermitarbeiter erfassen Warenbewegungen entweder direkt an zentralen Terminalstandorten in entsprechenden SAP-Bildschirmen oder Warenausgänge über die erwähnten Barcodelesestifte.

## **Leidensdruck**

Durch den fehlenden Abgleich der gelieferten Ware mit den offenen Bestellungen bestand das Problem, dass der Wareneingang häufig Ware angenommen hat, welche nicht für Fraport, sondern für andere am Flughafen ansässige Firmen bestimmt war. Für diese musste der Empfänger ermittelt und die Ware weiterverteilt werden. Dieser aufwendige und teure Prozess ging zu Lasten der Fraport AG. Weiter führte die manuelle Eingabe von Bestellnummern zu Fehlerfassungen.

Mit der Offline-Erfassung der Warenausgänge waren in den Systemen tagsüber keine aktuellen Bestandsdaten vorhanden. Eine laufende Überprüfung der Bestände vor Ort und die Korrektur von Differenzen war nicht möglich. Dies führte zu grossen Bestandsdifferenzen bei der Inventur, deren Gründe nachträglich nicht mehr ermittelbar waren.

## **Lösung**

*Strategie.* Das eingeführte Szenario hat die Optimierung der Warenein- und ausgangsprozesse zum Ziel. Auf Strategieebene waren keine Anpassungen notwendig.

*Prozess Wareneingang.* Bestellungen werden wie bisher durch den zentralen Einkauf erfasst, den Lieferanten übermittelt und bestätigt. Neu drückt der Lieferant die Lieferscheinnummer sowie die Bestellnummer und -position der Fraport AG als Barcode auf den Lieferschein. Anhand dieser Barcodes ist bei der Warenannahme sofort erkennbar, ob die Ware für die Fraport AG bestimmt ist. Ware, welche nicht für Fraport bestimmt ist, kann der Transporteur direkt an den richtigen Empfänger weiterleiten. Durch Scannen des Barcodes auf dem Lieferschein öffnet der Lagermitarbeiter auf dem mobilen Endgerät die Bestellung. Das System schlägt die im Lieferavis bestätigten oder in der Bestellung hinterlegten Mengen zum Wareneingang vor. Der Lagermitarbeiter kann die tatsächlich gelieferten Mengen anpassen und den Wareneingang verbuchen. Anschliessend lagert er die Ware ein.

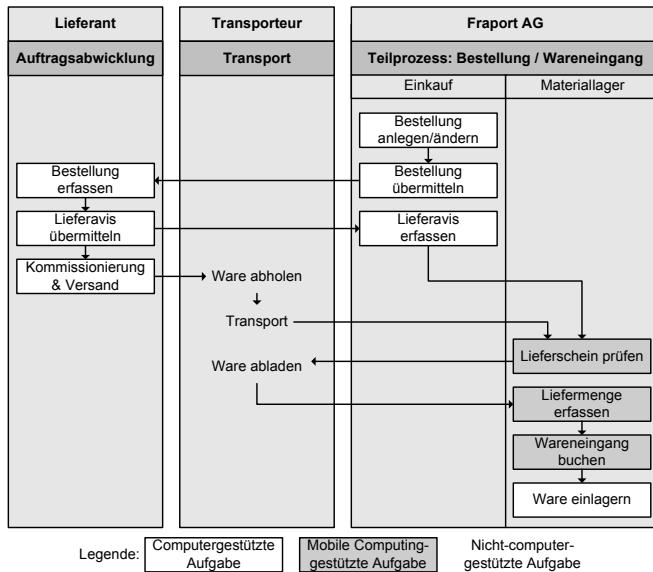


Abbildung 3-7 Prozess Wareneingang nach dem Projekt

*Prozess Warenausgang.* Die geplanten und ungeplanten Warenausgänge mit den beiden Untervarianten Warenausgang für Instandhaltungs-/Fertigungsauftrag resp. Kostenstelle sind mit der neuen Lösung unterschiedlich abgebildet:

- Beim geplanten Warenausgang zur *Reservation* wird die Reservationsliste weiterhin ausgedruckt. Der Lagermitarbeiter gibt danach auf dem mobilen Endgerät die Reservationsnummer ein und erhält einen Vorschlag mit den in der Reservation erfassten Mengen. Auf dieser Basis kommissioniert er die Ware, passt unter Umständen die Menge an und bucht auf dem mobilen Gerät den Warenausgang.
- Benötigt ein Monteur Ware für einen *Instandhaltungs- oder Fertigungsauftrag*, so scannt der Lagermitarbeiter die Auftragsnummer ein. Darauf kommissioniert er die Ware auf Basis des Auftragspapiers, erfasst die Artikelnummern durch Scannen des am Materialfach angebrachten Barcodes und gibt die Menge ein. Zum Schluss bucht er den Warenausgang.
- Bei Warenausgängen mit einem *Warenausgabeschein* auf eine Kostenstelle erfasst der Lagermitarbeiter die Nummer der Kostenstelle auf dem mobilen Endgerät manuell. Die Kommissionierung und Erfassung der Materialien und Mengen geschieht analog dem Warenausgang auf Instandhaltungs- und Fertigungsauftrag.

Der Warenempfänger kann wie bisher die Ware direkt mitnehmen oder sich zu stellen lassen.

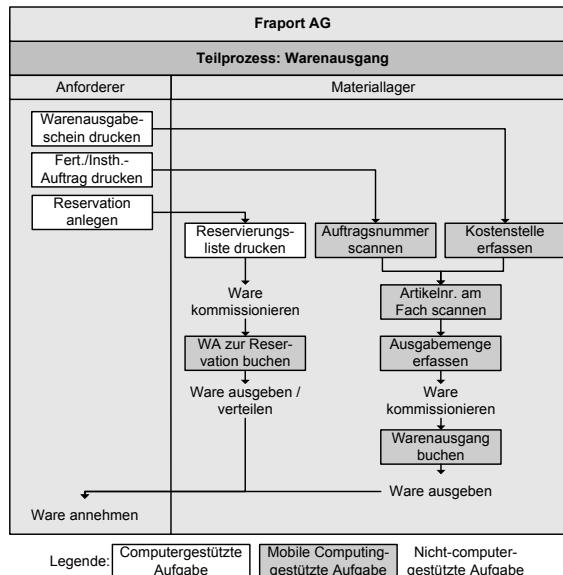


Abbildung 3-8 Prozess Warenausgang nach dem Projekt

*Prozess Inventur.* Die rollierende Stichprobeninventur wird weiterhin durchgeführt. Neu sind die Lagermitarbeiter angewiesen, bei jedem Aufsuchen der Lagerplätze die Bestände zu überprüfen. Dazu haben sie die Möglichkeit, auf dem mobilen Endgerät die aktuellen Systembestände anzuzeigen und gegebenenfalls Differenzen mittels Bestandsabgleich sofort zu bereinigen.

*System.* Die mobile Lösung wurde an das SAP-R/3-System angebunden. Da zum Zeitpunkt der Einführung für das Buchen von Warenein- und -ausgängen auf mobilen Endgeräten keine Standardlösung von der SAP AG zur Verfügung stand, wurde die Anwendung im Rahmen des Projekts entwickelt. Die Anforderung, dass die Bestände im System immer aktuell sein sollen, bedingt die Online-Anbindung über den SAP Web-Application-Server (WebAS). Zehn WLAN-Access-Points ermöglichen den Netzzugang im Lager. Die Mitarbeiter greifen über den auf dem mobilen Endgerät INTERMEC 700C installierten Pocket-Internet-Explorer auf die Applikation zu. Hauptkriterium für die Wahl der mobilen Endgeräte war die Anforderung, dass WLAN und ein Barcodescanner fest eingebaut sind.

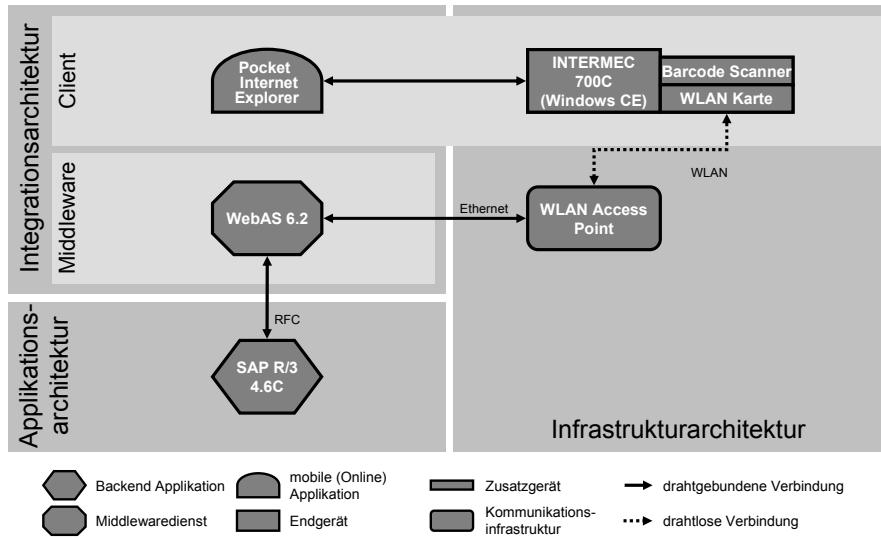


Abbildung 3-9 Systemarchitektur nach dem Projekt

## Nutzen

**Strategie.** Mit der Einführung der Lösung erreichte die Fraport AG das primäre Ziel, den Verteilungsaufwand für Lieferungen zu eliminieren, die für andere am Flughafen ansässige Firmen bestimmt sind. Rund 90% der Lieferanten drucken den von der Fraport AG geforderten Barcode auf den Lieferschein und leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Zielerreichung. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung ergibt einen ROI von rund 3 Jahren.

**Prozess.** Der Hauptnutzen der Lösung entsteht aufgrund der vereinfachten Erfassung der Bestellnummer durch den auf dem Lieferschein aufgedruckten Barcode. Die aufwendige Suche nach der richtigen Bestellung zu einer Lieferung fällt weg. Die *Zeitreduktion* bei der Wareneingangsverbuchung um 20% machen ca. 98% der jährlichen mit der Lösung realisierten *Kostenreduktion* aus. Der Grund dafür ist das hohe Volumen an Wareneingangspositionen (24'000 Positionen pro Jahr). Die laufende Bestandskorrektur mit dem mobilen Endgerät bedeutet im Lager zusätzlichen Aufwand. Die direkt damit verbundene *Reduktion der Nachkontrollen bei Inventurdifferenzen* gleicht diesen Aufwand aus. Damit sind die *Bestände aktueller und in höherer Qualität* ohne laufende Mehrkosten im System vorhanden. Zusätzlich reduzierte die sofortige Erfassung der Warenbewegungen vor Ort die Fehlerfassungen. Die erhöhte *Prozessqualität* reduziert Zeiten für Fehlersuche und Beseitigung um 50% und die Anzahl der *Out-of-Stock-Situationen* um 88%.

## Geplante Weiterentwicklung

Die Fraport AG plant die Lösung auf weitere Lager auszudehnen. Funktionale Erweiterungen sind nicht geplant.

## 3.4 Störfallmanagement

Störfallmanagement	
Leidensdruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Transparenz über den Prozess aufgrund technischer und organisatorischer Unzulänglichkeiten</li> <li>Informationen über den aktuellen Status, die verrichteten Massnahmen und die geplanten Tätigkeiten war nur schwer ermittelbar</li> </ul>
Lösung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung eines Störfallmanagementsystems für die einheitliche, durchgängige und medienbruchfreie Prozessausführung</li> <li>Zentralisierung der Störungsannahme und organisatorische Trennung von Erfassung und Qualifizierung der Störmeldungen</li> <li>Implementierung eines Regelwerks zur automatisierten Verteilung der Störmeldungen auf Basis von Anlagenzuständen</li> </ul>
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung der Kundenzufriedenheit mit einer schnellen und effizienten Störungsbehebung</li> <li>Reduktion von Serviceeinsätzen aufgrund von Fehlbeauftragungen und damit Erhöhung der Erstbehebungsquote.</li> <li>Reduktion von Reaktions- und Störungsbehebungszeiten durch Automatisierung der Störfallverteilung</li> </ul>

Tabelle 3-4 Überblick Störfallmanagement

## Ausgangssituation

*Strategie.* Die integrierte Leitstelle (ILS) und die haustechnische Leitwarte (HTL) teilen sich die Verantwortung für das Störfallmanagement (SFM). Beide nehmen Störungen über verschiedene Kanäle entgegen und verteilen diese. Die ILS ist die allgemeine Annahmestelle für Störungen und unter der zentralen Nummer 119 erreichbar. Die HTL ist verantwortlich für das Raumklima und überwacht den aktuellen Zustand und Meldungen der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen (HLK) mittels Gebäudeautomationssystemen.

*Prozess.* Prozessauslöser sind manuelle Störmeldungen per Telefon, Fax, E-Mail oder Funk (1), automatisiert generierte Servicetickets der Transportanlagen (2) und Meldungen der HLK-Anlagen (3). Für die beiden ersten Fälle ist die *ILS* verantwortlich und für den dritten Fall die *HTL*:

- Die *ILS* erfasst für manuell gemeldete Störungen ein Serviceticket im SFM-System. Sie legt Massnahmen fest und kann per Funk einen Zustandskontrol-

leur<sup>23</sup> vor Ort senden. Der Zustandskontrolleur meldet den Zustand, sperrt einen Bereich ab oder behebt Bagatellfälle wie unachtsames Drücken des Notaus-Knopfes einer Rolltreppe. Kann der Zustandskontrolleur die Störung nicht beheben, informiert die ILS per Fax die zuständige Werkstatt.

- Die HTL überwacht den Zustand der HLK-Anlagen und erfasst im SFM-System Störungen, die sie nicht per Fernwartung beheben kann. Diese Störungen übermittelt HTL per Fax an die zuständige Werkstatt.

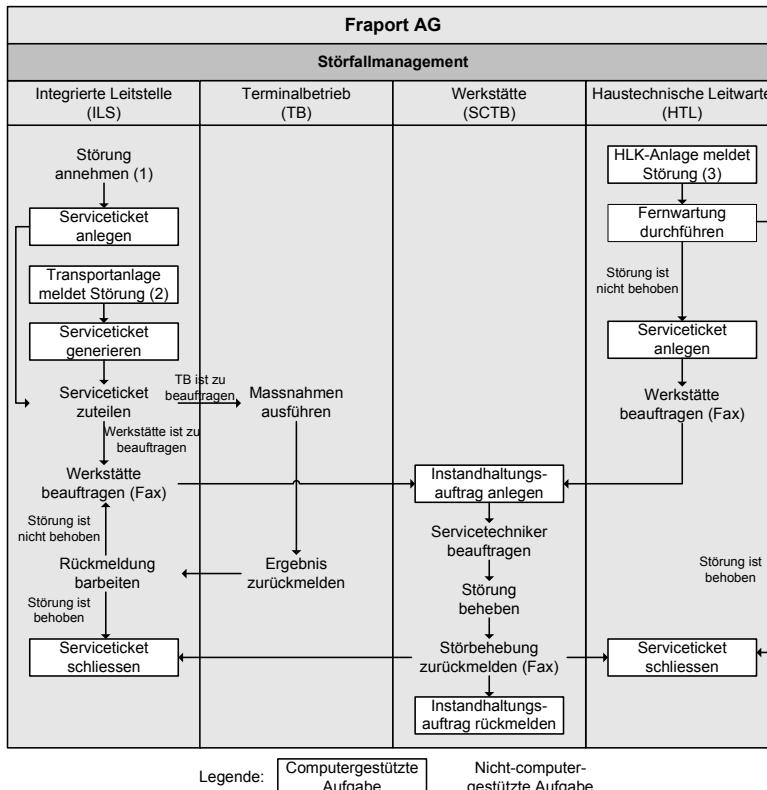


Abbildung 3-10 Prozess vor dem Projekt

Die beauftragte Werkstatt legt einen Instandhaltungsauftrag an, entsendet einen Techniker oder leitet den Auftrag an eine andere Werkstatt weiter. Nach der Störungsbehebung informiert die Werkstatt die ILS bzw. die HTL wiederum per Fax, welche die Servicetickets im SFM-System schliessen. Die Werkstätten melden die verbrauchten Zeiten, Materialien und sonstige Kosten zum Instandhaltungsauftrag zurück, schliessen und rechnen den Auftrag ab.

<sup>23</sup> Die Zustandskontrolleure gehören der Organisationseinheit Terminalbetrieb an

*Systeme.* Zur Überwachung und Steuerung der HLK-Anlagen setzt die Fraport AG vier Gebäudeautomationssysteme der Hersteller Johnson Controls Inc., Sauter AG und Siemens AG ein. Die Transportanlagen (Aufzüge, Gehsteige, Rolltreppen) sind an ein eigenes Gebäudeautomationssystem angebunden, welches eine Schnittstelle zum SFM-System besitzt. Zur Verwaltung der Störfälle setzt die Fraport AG das Computer-Aided-Facility-Management (CAFM) System „Buisy“ der Firma conject AG ein. Die über die Schnittstelle übertragenen Störungen zeigen Ausfälle auf Anlagenebene an („Aufzug 4911 ist defekt“). Eine detaillierte Zustandsmeldung findet nicht statt. Zur Unterstützung der Störungsbehebung und der kaufmännischen Abwicklung der Instandhaltungsaufträge dient das SAP-R/3-System, welches keine Schnittstellen zu den übrigen Systemen besitzt.

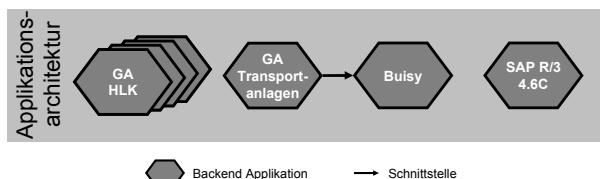


Abbildung 3-11 Systemarchitektur vor dem Projekt

### Leidensdruck

Zentraler Auslöser für das Projekt war die fehlende Transparenz über den Prozess. Gründe dafür waren die diversen Medienbrüche, parallele Prozesse, mangelnde Zuordnung von Verantwortlichkeiten, redundante Datenhaltung und Dateninkonsistenzen in den Systemen sowie die ungenügende Integration der Systeme.

Als Konsequenz waren keine Aussagen über den aktuellen Status eines Servicetickets, die verrichteten Massnahmen, die geplanten Tätigkeiten etc. möglich. Da die Werkstätten Rückmeldungen über die Störungsbehebung selten per Fax übermittelten, war für die ILS nur aufgrund eines erneuten Anrufs des Melders klar, dass eine Störmeldung noch offen ist. Eine aktive Meldung der Störungsbehebung an den Melder war somit nicht möglich. Analysen über Reaktions-, Behebungszeiten etc. waren nicht durchführbar und der Prozess insgesamt nur sehr schwer steuerbar.

Die Fraport AG definierte folgende primären Projektziele für die Reorganisation des Störfallmanagements:

- Schaffen eines unternehmensweit einheitlichen, durchgängigen Störfallmanagementsprozesses, mit klar definierten Rollen und Verantwortlichkeiten
- Harmonisieren der Applikationslandschaft und Einrichten der notwendigen Schnittstellen auf Systemebene mit dem Ziel, eine einheitliche Datenbasis für Bewegungs- (Instandhaltungsaufträge, Servicetickets etc.) und Stammdaten (Gebäudekomponenten und Raumstruktur) zu schaffen

Zur Erreichung dieser Ziele ergriff die Fraport AG die drei zentralen Massnahmen:

- Einführung von SAP CRM 4.0 für die einheitliche, durchgängige und medienbruchfreie Abwicklung des Störfallmanagementprozesses und Ablösen von Buisy
- Zentralisierung der Störungsannahme und organisatorische Trennung von Erfassung und Qualifizierung der Störmeldungen
- Implementierung eines Regelwerks zur automatisierten Verteilung der Störmeldungen auf Basis von Anlagenzuständen

Im Rahmen der vorliegenden Publikation ist die dritte Massnahme von Interesse. Die folgenden Absätze zur umgesetzten Lösung und dem realisierten Nutzen fokussieren daher auf diese Massnahme und gehen auf die beiden anderen Massnahmen nur soweit ein, wie für das Verständnis notwendig ist.

### Lösung

*Strategie.* Die Fraport AG überführte die ILS in die zwei neuen Organisationseinheiten Zentrale Annahmestelle (ZAS) und First Level Support (FLS). Die ZAS übernimmt die Aufgaben „Störmeldung annehmen und erfassen“ der FLS die Aufgaben „Störmeldung kategorisieren, priorisieren und verteilen“. Der FLS ist mit Technikern besetzt, die in der Lage sind, anhand der Störmeldung die zu treffenden Massnahmen und Verantwortlichkeiten für die Störungsbehebung festzulegen. Alle Störmeldungen im FM-Umfeld sind unabhängig vom Melder im Call-Center der ZAS zentral zu melden und erfassen. Störungen aufgrund der Meldungen der HLK-Anlagen geben die HTL-Mitarbeiter weiterhin direkt im System ein.

*Prozess.* Der Prozess lässt sich in die Bestandteile *Störungsannahme*, *Störfallverteilung*, *Störfallqualifizierung*, *Störfallbehebung und -rückmeldung* sowie *Zeitüberwachung und Eskalation* unterteilen:

- *Störungsannahme:* Auslöser einer Störmeldung sind die Mitteilung bei einem Call Agent in der ZAS, Alarmmeldungen aus dem Gebäudeautomationssystem der Transportanlagen oder von der HTL als Störung identifizierte Meldungen der HLK-Anlagen. Sowohl Mitarbeiter der Fraport AG wie auch Kunden und externe Benutzer der Flughafengebäude können der ZAS Störungen melden. Die ZAS erfasst die Servicetickets, prüft, ob das Ticket einem Objekt (Gebäudekomponente, Raumstruktur) zuzuordnen ist, und übernimmt die Kategorie und Priorität des Objekts in das Serviceticket. Ist kein Objekt vorhanden, pflegt der Call Agent die Kategorie manuell. Die Priorität leitet das System in diesem Fall aus dem betroffenen Gebäude ab. Der Call Agent kann die abgeleitete Priorität manuell überschreiben. Die vom Gebäudeautomationssystem generierten Meldungen enthalten die Objektidentifikation. Kategorie und Priorität sind somit automatisch ermittelbar. Erkennt ein Mitarbeiter der HTL Störungen, die er nicht per Fernwartung beheben kann, erfasst er ebenfalls ein Serviceticket.
- *Störfallverteilung:* Servicetickets können manuell durch Eintragen der entsprechenden Organisationseinheit oder automatisch anhand definierter Regeln vom System weitergeleitet werden. Die Regeln basieren auf Anwesenheitsplänen, Gebäude- und Objektverantwortlichkeiten der Abteilungen und

Werkstätten sowie auf dem Fehlertyp. Störungen moderner Transportanlagen enthalten Angaben zur Störungsursache, z.B. die Information, ob jemand den Notaus-Knopf gedrückt hat oder ob der Motor defekt ist. Auf Basis dieses Fehlertyps leitet das System das Serviceticket weiter. In obigem Beispiel ist das Serviceticket für den gedrückten Notaus-Knopf eines Gehsteigs im Terminalbereich direkt dem Terminalbetrieb zur Behebung weiterzuleiten. Bei defektem Motor hingegen ist das Serviceticket während des Tages an die Aufzugswerkstätte zu senden, in der Nacht an die diensthabende Elektrowerkstatt.

- *Störfallqualifizierung:* Der FLS prüft, ergänzt und verfeinert die von der ZAS erfassten Daten. *Doppelmeldungen, geplante Instandhaltungsmassnahmen* als Störungsursache sowie vorhandene *Gewährleistungsansprüche* sind zu erkennen:
  - Stellt das System aufgrund identischer Inhalte im Serviceticket eine mögliche *Doppelmeldung* fest, kann der FLS die Servicetickets zu Fällen gruppieren. Damit stellt er sicher, dass nur ein Serviceticket weiter bearbeitet wird.
  - *Geplante Instandhaltungsmassnahmen*, wie die Wartung einer Klimaanlage, können die Ursache von Störmeldungen sein. Sind die Informationen dazu erfasst, kann das System das Serviceticket und die hinterlegte Instandhaltungsmassnahme auf identische Inhalte prüfen.
  - Der FLS prüft das ausgefallene Objekt auf bestehende *Gewährleistungsansprüche* von Dritten. Trifft dies zu und ist die Störungsbehebung nicht zeitkritisch, wird die für die Bauabnahme und somit für die Mängelbeseitigung verantwortliche Organisationseinheit der Fraport AG beauftragt. Andernfalls ist die Störungsbehebung durch Fraport-Mitarbeiter anzu-stossen und der Gewährleistungsverantwortliche zu informieren. Der Gewährleistungsverantwortliche hat die Möglichkeit, die Ansprüche beim entsprechenden Geschäftspartner einzufordern bzw. mit ihm abzu-rechnen.
- *Störfallbehebung und Rückmeldung:* Die für das Serviceticket verantwortliche Organisationseinheit leitet die notwendigen Massnahmen zur Störungsbehebung ein. Die HTL versucht die Störung per Fernwartung zu beheben, der Terminalbetrieb und die Werkstätten senden Zustandskontrolleure bzw. Techniker vor Ort. Zusätzlich können die Werkstätten externe Sublieferanten mit der Störungsbeseitigung beauftragen. Beheben die getroffenen Massnahmen die Störung nicht, ist das Serviceticket an eine andere Werkstätte oder Organisationseinheit weiterzuleiten, andernfalls ist das Serviceticket zu schliessen. Das Gebäudeautomationssystem der Transportanlagen meldet die wiederhergestellte Funktionstüchtigkeit der Anlagen. Um inkonsistente Zustandsdaten im Gebäudeautomationssystem und dem SFM-System zu vermeiden, sind vom Gebäudeautomationssystem automatisch generierte Servicetickets auch von diesem wieder zu schliessen. Ein manuelles Schliessen dieser Servicetickets ist nicht möglich. Die Werkstätten nutzen für die Pla-

nung, Ausführung und Abrechnung der Instandhaltungstätigkeiten des SAP-R/3-System. Ist eine Werkstätte für ein Serviceticket verantwortlich, legt das SFM-System einen Instandhaltungsauftrag an, und die Werkstätten können wie bisher ihre Zeiten, Materialien und sonstige Kosten darauf verbuchen und abrechnen.

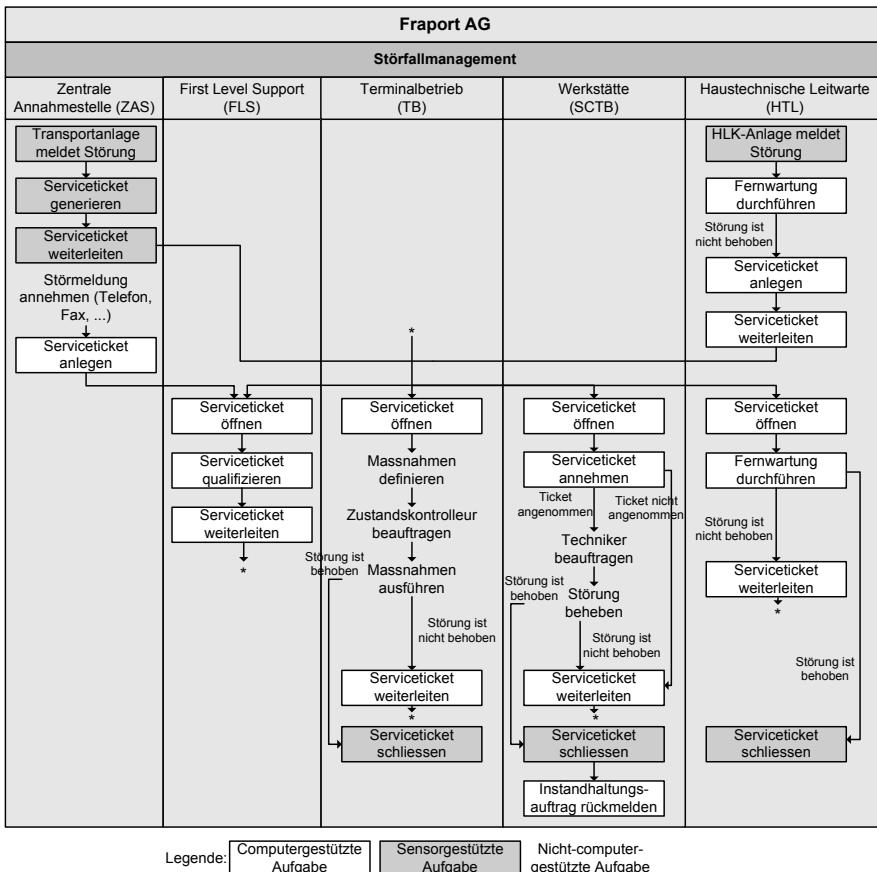


Abbildung 3-12 Prozess nach dem Projekt

- **Zeitüberwachung und Eskalation:** Service-Level-Agreements (SLA) enthalten Vereinbarungen über die Reaktions- und Lösungszeiten bei Störungen. Mit der Anlage eines Servicetickets findet in Abhängigkeit des Kunden und Objekts eine Vertragsfindung statt. Das System ermittelt unter zusätzlicher Berücksichtigung der mit dem Melder vereinbarten Priorität die definierten Reaktions- und Lösungszeiten. Kommt es während des Prozesses zu Überschreitungen dieser beiden Kenngrößen, löst das System eine Eskalation in

Form einer E-Mail an eine definierte Person bzw. Personengruppe, aus. Zusätzlich zu den automatisierten Eskalationswegen kann im Serviceticket ein Eskalationspartner hinterlegt und per E-Mail in den Informationsfluss einbezogen werden.

*System.* Die Fraport AG entschied sich, die Anforderungen mit dem Modul Service Desk des SAP-CRM-Systems im Rahmen eines Ramp-up<sup>24</sup> Programms der SAP AG umzusetzen. Die Schnittstellen zwischen dem Gebäudeautomationssystem, dem SAP CRM und dem SAP R/3 wurden im Rahmen des Projektes erweitert bzw. neu implementiert. Da Meldungen vom Gebäudeautomationssystem auch beim Ausfall des SAP-CRM-Systems zwischengespeichert werden sollen, ist die Schnittstelle mit der Middlewarekomponente Websphere-MQ-Series von IBM implementiert. Bei einem Systemausfall leitet Websphere-MQ-Series die Daten weiter, sobald das SAP-CRM-System wieder verfügbar ist. SAP R/3 ist das führende System für die Stammdaten (Gebäudekomponenten, Raumstruktur) und verteilt diese an das SAP CRM. Das SAP-CRM-System legt bei der Beauftragung von Werkstätten Instandhaltungsaufträge im SAP R/3 an. Das SAP R/3 schliesst das Serviceticket, sobald der zugehörige Instandhaltungsauftrag beendet ist. Die Schnittstellen zwischen den beiden SAP-Systemen basieren auf der mit dem SAP-CRM-System, ausgelieferten Middleware.

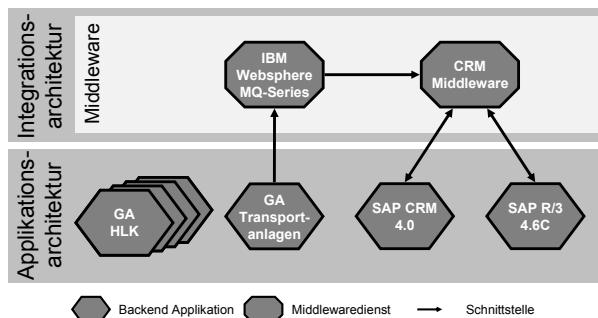


Abbildung 3-13 Systemarchitektur nach dem Projekt

Die Fraport AG verzichtete auf die Anbindung der Gebäudeautomationssysteme für die HLK-Anlagen mittels Schnittstellen. Im Unterschied zu den Gebäudeautomationssystemen der Transportanlagen gibt es bei den Meldungen der HLK-Anlagen sehr viele Abhängigkeiten. Die Störung einer einzelnen HLK-Anlage kann Anlass für sehr viele davon abhängige Meldungen sein. Löst bspw. ein Rauchmelder einen Alarm aus, hat dies das Schliessen diverser Brandschutzklappen zur Folge, was wiederum für jede einzelne Klappe einen Alarm bewirkt. Die geschlossenen Brandschutzklappen können weiter zum Abfall der Raumtemperatur in verschiedenen Bereichen führen und zusätzliche Alarmmeldungen verursachen.

<sup>24</sup> Ramp-up bezeichnet den Prozess der SAP AG, neue Systemfunktionalität in Zusammenarbeit mit Kunden zu entwickeln und zu testen.

chen. Das Erkennen dieser Zusammenhänge auf Basis einer fortlaufenden Liste von Alarmsmeldungen und das Ergreifen der richtigen Massnahmen ist Aufgabe der Techniker in der HTL. Voraussetzung für eine Automatisierung wären Funktionen, die Zusammenhänge zwischen den Meldungen erkennen und diese anschliessend gruppieren bzw. filtern. Dazu ist das Wissen über die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge im System abzubilden. Machbarkeits- und Kosten-/Nutzenüberlegungen sprachen gegen diesen Ansatz. Alternativ übermitteln die Gebäudeautomationssysteme alle Alarmsmeldungen ans SAP-CRM-System und die generierten Servicetickets sind einzeln zu quittieren. Dieser Ansatz wäre im Tagesgeschäft nicht praktikabel gewesen.

### Nutzen

*Strategie.* Die Lösung führt mit verkürzten Reaktions- und Behebungszeiten zu einer Erhöhung der Service-Levels und damit zu Kundenzufriedenheit bei Fluggästen, Besuchern und Mitarbeitern der am Flughafen ansässigen Firmen.

*Prozess.* Aus Qualitäts-, Kosten- und Geschwindigkeitsüberlegungen kommt einer flexiblen, treffsicheren, möglichst automatisierten Verteilung der Servicetickets eine zentrale Rolle im Störfallmanagementprozess zu. Einen wichtigen Beitrag dazu leisten die detaillierte Zustandsdaten umfassenden Alarmsmeldungen der Transportanlagen, die eine präzise Bestimmung der einzuleitenden Massnahmen gestatten. In Kombination mit dem im Rahmen des Projektes umgesetzten Regelwerk zur Verantwortlichkeitszuordnung erreichen die rund 80'000 von den Gebäudeautomationssystemen gemeldeten Servicetickets vollständig automatisiert und auf Anhieb die richtige Werkstatt. Dies reduziert die Serviceeinsätze aufgrund von Fehlbeauftragungen (falsche Person mit falschem Werkzeug) und steigert die Erstbehebungsquote. Die grosse Anzahl von Meldungen, die vollautomatisiert erkannt und zur verantwortlichen Werkstatt weitergeleitet werden, reduziert die Reaktions- und Störungsbehebungszeiten und damit die manuellen Arbeitsschritte.

### Geplante Weiterentwicklung

Die Fraport AG plant, Fluggastbrücken und weitere Anlagen an das SFM-System anzuschliessen. Weiter ist vorgesehen, den für das *Parkraummanagement* verantwortlichen Bereich in den Prozess zu integrieren und eine Lösung für die Störfall erfassung auf mobilen Endgeräten umzusetzen. Angedacht ist weiter die *Zustands- und Nutzungsdaten* in den Gebäudeautomationssystemen zur Automatisierung weiterer Prozesse heranzuziehen.

### Parkraummanagement

*Ausgangssituation.* Rund 50 Verkehrskontrolleure überprüfen im Dreischichtbetrieb regelmässig den Zustand der Parkraumanlagen mit 26.600 Stellplätzen (davon 20.700 in 6 Parkhäusern) auf dem Flughafengelände. Die während des Ablaufs fixer Routen per Sichtkontrolle festgestellten Mängel und Störungen der Anlagen lösen je nach Typ unterschiedliche Folgeprozesse aus.

- Störungen an Geräten wie Ticketgeber, Schranken oder Kassenautomaten, die der Kontrolleur nicht selbst beheben kann, meldet er dem für die Wartung zuständigen Hersteller.

- Bei Reinigungsmängeln in den Parkgebäuden wird eine Fremdfirma zur Sonderreinigung beauftragt.
- Für die Rückführung zurückgelassener Gepäckwagen ist eine weitere Fremdfirma zu informieren.
- Die grösste Menge von Störungen (ca. 10'000/Jahr) bezieht sich auf sonstige Objekte wie z.B. ausgefallene Beleuchtung, kaputte Türen, umgefallene Polller etc. Die Verkehrskontrolleure erfassen diese Störungen derzeit auf Papier, pflegen sie nach der Begehung in eine fachbereichsinterne Datenbank ein, drucken die Störmeldungen aus und leiten sie per Fax an die ZAS weiter. Diese löst den Störfallmanagementprozess aus. Der Status der Störungsbearbeitung wird in der Datenbank manuell anhand von Daten weiterer Begehungen oder von Informationen der ZAS gesetzt.

Nachteile der derzeitigen Lösung sind die relativ aufwendige Störungsaufnahme und -meldung, die unklare Spezifikation von Ort und Beschreibung der Störung und die hohe Anzahl von Mehrfachmeldungen der gleichen Störung. Darüber hinaus wünscht sich der Fachbereich zuverlässigere Informationen über den Bearbeitungsstatus und bessere Auswertungsmöglichkeiten der Störungen.

*Lösungsidee.* Die Verkehrskontrolleure sollen zukünftig Störungen nicht mehr auf dem Papier erfassen, sondern auf einem mobilen Endgerät mit direkter Übermittlung der Daten ins zentrale SFM-System. Damit sollen Mehrfachmeldungen vermieden (Warnmeldung), der Bearbeitungsstatus überprüfbar und die Auswertbarkeit von Schäden verbessert werden. CAD-Pläne, geführte menüunterstützte Dialoge zur Ortsbeschreibung und Schadenscodes zur Klassifikation der Störungen helfen, Mehrfachmeldungen zu erkennen. Die Ausstattung der Objekte mit RFID- oder Barcode-Etiketten erlaubt deren eindeutige Identifikation.

#### **Zustands- und Nutzungsdaten**

Die in den Gebäudeautomationssystemen detailliert vorhandenen aktuellen sowie historischen Anlagenzustände zieht die Fraport AG für Ad-hoc Auswertungen heran, so zum Beispiel für die Ermittlung des Energieverbrauchs bestimmter Bereiche anhand der Betriebsstunden und Normverbrauchsdaten. Eine systematische Nutzung beispielsweise für die Bestimmung bestmöglicher Ersatz- bzw. Wartungszeitpunkte technischer Anlagen oder der kontinuierlichen Überwachung des Energieverbrauchs ist nicht geplant, im Rahmen der Prozessvision aber vorgesehen. Aktuell schafft die Fraport AG mit der Umstellung aller Gebäudeautomationssysteme auf den BACnet-Standard die technologische Basis.

### **3.5 Qualitätssicherung in der Reinigung**

Die Fraport AG plant die Realisierung einer mobilen Lösung für die Qualitätssicherung in der Reinigung:

*Ausgangssituation.* Zur Unterhaltsreinigung von Büroräumen, Terminal- und Sanitäranlagen etc. beauftragt die Fraport AG eine Fremdfirma. Um zu gewähr-

leisten, dass Passagieren und sonstigen Raumnutzern einwandfrei saubere Räumlichkeiten zur Verfügung stehen, wird die Leistung der Reinigungsfirma von 3 Mitarbeitern stichprobenartig kontrolliert. Dazu erzeugt der Mitarbeiter täglich aus dem Reinigungsmanagementsystem mit 18'000 Stammsätzen per Zufallsgenerator eine Liste der an diesem Tag zu kontrollierenden Räumlichkeiten und druckt diese aus. Da für die verschiedenen Räume und zu reinigenden Objekte unterschiedliche Service-Levels vereinbart sind, ist die ausgedruckte Information sehr umfangreich. Der Mitarbeiter läuft die ausgewählten Räume ab, kontrolliert deren Zustand und bewertet diesen mit einem Punktesystem. Mit Einführung eines Bonus-/Malus-Systems werden diese Punkte auch zahlungswirksam. Der Zustand einer Örtlichkeit führt gegebenenfalls zu Reklamationen bei der Reinigungsfirma bzw. zu einer ausserplanmässigen Reinigung.

*Lösungsidee.* Die Liste der zu überprüfenden Räumlichkeiten soll zukünftig nicht mehr auf Papier ausgedruckt, sondern auf einen PDA übertragen werden, so dass der Qualitätssicherer vor Ort über alle benötigten Informationen verfügt. Die Bewertung des vorgefundenen Zustands der einzelnen Objekte (Türen, Fenster, Böden etc.) wird mit vordefinierten Katalogen unterstützt und mit dem Zeitpunkt der Bewertung gespeichert. Nach verrichtetem Kontrollgang werden die erzeugten Daten ins zentrale Reinigungsmanagementsystem zurückgespielt und sind dort direkt für Analysen und nachgelagerte Abrechnungsprozesse auswertbar. Die Synchronisation der mobilen Endgeräte soll auf der Middlewarekomponente des Lieferanten des Reinigungsmanagementsystems beruhen.

## 3.6 Zusammenfassung und Folgerungen

Die umgesetzten Lösungen auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien und die geplanten Erweiterungen zeigen, dass die Fraport AG schrittweise dazu übergeht, die Medienbrüche bei mobilen Tätigkeiten zu eliminieren und Zustands- und Nutzungsdaten der Anlagen zur (automatisierten) Prozesssteuerung zu nutzen. Es entstehen durchgängig integrierte, auf Echtzeitdaten beruhende Prozesse mit einem hohen Automatisierungsgrad. Treiber für die umgesetzten Projekte waren:

- Fehlende *Transparenz* über Prozesse und damit fehlende Steuerungsmöglichkeiten aufgrund zu geringer Information sowie *gesetzliche Anforderungen* zur Wartungsdokumentation.
- Ungenügende *Prozessqualität* aufgrund papierbasierter, unstrukturierter Informationserfassung, fehlender aktueller Informationen vor Ort sowie ungenügende Aktualität der Daten in den Systemen.
- Mangelnde *Geschwindigkeit* und hoher *Aufwand* für das manuelle Erfassen von zuvor auf Papier notierter Information.

Der Erfolg der Lösungen führt zu Erweiterungsanforderungen (Mobile Störfallerfassung und CAD-Daten sowie Zustands-/Nutzungsdaten für die Analyse und

Steuerung des Energieverbrauchs und der Instandhaltung), zum Rollout auf weitere Organisationseinheiten (Terminalbetrieb, Parkraummanagement, Lager) wie auch zu neuen Anforderungen inner- und ausserhalb des FM bei der Fraport AG (Qualitätssicherung in der Reinigung).

Auf Systemebene bedingen die Lösungen neue Endgeräte und Middlewarekomponenten, die eng in die bestehenden Applikationen zu integrieren sind. Bisher verfolgten die Einzelprojekte bei der Fraport AG eigenständige Ansätze zur Umsetzung. Abbildung 3-14 zeigt die Systemarchitektur nach Einführung der Lösungen. Von den dargestellten Applikationen und Middlewarediensten bestanden vor der Realisierung der Mobile Computing und RFID-Lösungen einzig die Backend-applikationen „SAP R/3“, „Reinigung“ und die „Gebäudeautomationssysteme“.

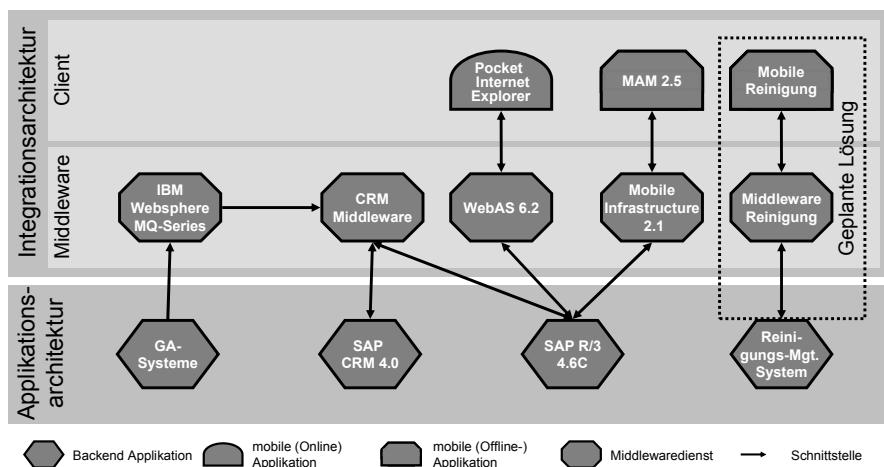


Abbildung 3-14 Systemarchitektur nach Einführung der Mobile Computing und RFID-Lösungen

Die Fülle der Anforderungen nach Lösungen auf Basis von Mobile Computing und RFID, die Vielfalt der Anwendungsszenarien sowie die enge Verflechtung und Integration der Lösungen mit der bestehenden heterogenen Systemlandschaft lassen zwei Folgerungen zu:

- **Nutzenbewertung.** Für die Mobile Computing und RFID-Lösungen gilt es, ein Projektporfolio zu definieren. Die Projekte sind im Sinne eines Ausbauplans zu priorisieren und planen. Voraussetzung dazu ist einerseits ein Überblick über mögliche Lösungen und andererseits die Bewertung des Nutzens als Basis für die nachvollziehbare Priorisierung wie auch für den Umsetzungentscheid (s. Kapitel 4).
- **Zielarchitektur.** Die IT-Architektur ist zu harmonisieren. Einer flexiblen, skalierbaren IT-Architektur kommt bei der Umsetzung integrierter Mobile Computing und RFID-Lösungen mit geringem Aufwand und kurzen Projekt-

laufzeiten zentrale Bedeutung zu. Die Zielarchitektur ist zu entwerfen und laufende Projektentscheidungen sind auf diese Architektur auszurichten (s. Kapitel 5).

## **4 Anwendungen und Nutzen**

Der Betreiber übernimmt in der Nutzungsphase einer Immobilie die zentrale Rolle, Leistungen konsequent auf den Kundenprozess auszurichten und zur umfassenden Problemlösung für die Geschäftspartner Eigentümer, Nutzer und Benutzer zu bündeln. Darauf aufbauend entwirft Abschnitt 4.1 die auf den Kundenprozess ausgerichtete Prozesslandkarte des Betreibers. Entlang dieser Prozesslandkarte gibt Abschnitt 4.2 einen Überblick über die breit gefächerten Anwendungen von Mobile Computing und RFID. Praxisbeispiele dienen der Illustration und zeigen den realisierten betriebswirtschaftlichen Nutzen. Abschnitt 4.3 systematisiert diesen in einem Schema zur Nutzenbewertung. Das aus dieser Nutzenklassifikation abgeleitete Kennzahlensystem unterstützt ein strukturiertes und effizientes Vorgehen bei der Identifikation und Bewertung von Mobile Computing und RFID-Lösungen. Die Anwendung des Kennzahlensystems bei der Fraport AG zeigt dies beispielhaft auf (s. Abschnitt 4.4). Der letzte Abschnitt 4.5 fasst die Ergebnisse zusammen.

### **4.1 Prozessarchitektur**

[Staudt et al. 1999, 18; Staub 2004, 61; Krimmling 2005, 36] fordern die konsequente Ausrichtung der FM-Dienstleistungen und Produkte am Kunden. Diese Forderung ist eine Voraussetzung, um die in Abschnitt 2.2.4 anhand aktueller Entwicklungen und Herausforderungen im FM-Markt identifizierten Chancen für den Betreiber von Immobilien zu realisieren. Die von [s. Kagermann/Österle 2006, 39-55] formulierte Vision vom Unternehmen als Problemlöser geht deutlich weiter. Ein Unternehmen agiert nicht mehr als Lieferant von Produkten und Dienstleistungen, sondern löst die Probleme des Kunden. Die Basis dafür bildet der Kundenprozess, an welchem das Unternehmen seine Produkte und Dienstleistungen konsequent ausrichtet.

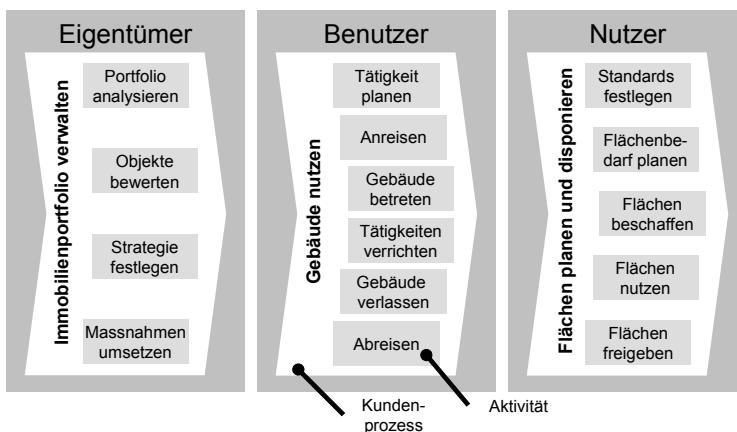
#### **4.1.1 Kundenprozess**

Die FM-Literatur beschränkt sich bei der Untersuchung der Rollen Eigentümer, Nutzer und Benutzer auf die verbale Beschreibung und deren Abgrenzung (s. Abschnitt 2.2.3). Eine detaillierte Untersuchung oder Modellierung der Kundenprozesse findet nicht statt. Die Herausforderung besteht in der Heterogenität der

mit FM zu unterstützenden Kernprozesse der Kunden. Die von [Staudt et al. 1999, 34-38] identifizierten Gebäudetypen unterstreichen die Verschiedenartigkeit der Kernprozesse:

- Büro- und Verwaltungsgebäude (z.B. Filialen bzw. Niederlassungsnetze von Banken oder Versicherungen)
- Anstaltsgebäude und Sozialimmobilien (z.B. Krankenhäuser, Altenwohnheime oder Justizvollzugsanstalten)
- Handels- und Lagerräume (z.B. Einkaufszentren, Handelskette, Umschlagsgebäude)
- Fabrik- und Werkstattgebäude
- Wohnhäuser und -siedlungen
- Sonstige grosse Infrastrukturobjekte (z.B. Flughäfen, Sportarenen, Veranstaltungshallen, Hotelkomplexe etc.)

Trotz der Verschiedenartigkeit der vom Gebäudetyp abhängigen Kernprozesse bestehen in den Kundenprozessen Ähnlichkeiten. Die folgenden Abschnitte abstrahieren von den Kernprozessen und schlagen generische Kundenprozesse vor (s. Abbildung 4-1).



*Abbildung 4-1 Kundenprozesse der Geschäftspartner Eigentümer, Nutzer und Benutzer*

*Eigentümer.* Die aktive Steuerung des Immobilienbestands bildet die zentrale Aufgabe des Eigentümers. Sie wird als Immobilien-Portfoliomanagement bezeichnet und besteht aus der regelmässigen Analyse und Bewertung sowie der Strategiefestlegung und -umsetzung für die einzelnen Immobilien. Für die Immobilienbewertung kommen unterschiedliche Modelle, die sowohl monetäre wie

---

auch nicht monetäre Kriterien enthalten, zur Anwendung<sup>25</sup>. Aufbauend auf der Bewertung kann die Strategie für die einzelnen Objekte festgelegt werden. [Bone-Winkel 2000, 798-802] unterscheidet dabei zwischen Investitions- und Wachstumsstrategien, Abschöpfungs-, Desinvestitions- oder Revitalisierungsstrategien. Der Kundenprozess des Eigentümers umfasst damit die Aktivitäten „*Portfolio analysieren*“, „*Objekte bewerten*“, „*Strategie festlegen*“ und „*Massnahmen umsetzen*“. Die Leistungen des Betreibers zur Unterstützung dieses Kundenprozesses sind die Schaffung der informatorischen Grundlage für die Analyse sowie Leistungen zur Umsetzung der aus der Strategie abgeleiteten Massnahmen. Beispiele sind Informationen über Gebäudeflächen, Mietbereiche, den Zustand der technischen Anlagen sowie Möglichkeiten zur Reduzierung der Nebenkosten, um besser vermieten zu können [s. Braun et al. 2001, 51].

**Nutzer.** Mit der Heterogenität der Kernprozesse des Nutzers gehen erhebliche Unterschiede in den nachgefragten Leistungen einher. So weisen die Aufgaben des FM in einem Industriebetrieb und in einem Dienstleistungs- oder Verwaltungsbetrieb grosse Unterschiede auf. Die Abstimmung der FM-Leistungen auf die Kernprozesse des Nutzers ist daher von grosser Bedeutung. Die nicht delegierbaren Aufgaben des Nutzers umfassen das Festlegen von Standards und Service-Levels sowie die Raum- und Flächenplanung [s. Staub 2004, 66]. Festzulegende Standards sind auf das Firmenimage des Nutzers abzustimmen und reichen von Gebäudetyp und Standort über Raumausstattungsmerkmale bis zu den verfügbaren Diensten. Im Rahmen der Flächenplanung sind die Flächenbedarfe<sup>26</sup> zu ermitteln und den zur Verfügung stehenden Flächen mit ihren Randbedingungen und Restriktionen (Bodenbelastbarkeit, Raumklima etc.) gegenüberzustellen. Je nachdem, ob eine Flächenüber- oder -unterdeckung resultiert, können Massnahmen wie der Kauf, Verkauf, Anmietung, Vermietung, Umnutzung, Optimierung, Umzug etc. abgeleitet werden [s. Nävy 2006, 295f]. Zusammenfassend lassen sich die Aktivitäten „*Standards festlegen*“, „*Flächenbedarf planen*“, „*Flächen beschaffen*“, „*Flächen nutzen*“ und „*Fläche freigeben*“ identifizieren.

**Benutzer.** Bei der Betrachtung des Benutzers beschränkt sich die Literatur auf seine Qualitäts-, Komfort- und Sicherheitsbedürfnisse (s. Abschnitt 2.2.3). Im Kundenprozess des Benutzers lassen sich die generischen Aktivitäten „*Tätigkeit planen*“, „*anreisen*“, „*Gebäude betreten*“, „*Tätigkeiten verrichten*“, „*Gebäude verlassen*“ und „*abreisen*“ unterscheiden. Die auf den Benutzer zugeschnittenen Zusatzleistungen unterscheiden sich je nach Gebäudetyp stark. So sind typische Zusatzdienste in Büro- und Verwaltungsgebäuden Empfangs-, Druck- und Kopierdienste sowie Catering. Im Gegensatz dazu sind Gepäcktransport, Fluginformation etc. typische Leistungen eines Flughafenbetreibers.

---

<sup>25</sup> Für die Diskussion der unterschiedlichen Bewertungsmodelle und deren Vor- und Nachteile sei an dieser Stelle auf [Bone-Winkel 2000, 771-799; Leopoldsberger/Thomas 2004; Staub 2004, 72; Fierz 2005; Krimmling 2005, 219-234] verwiesen.

<sup>26</sup> Details zur Analyse des Flächenbedarfs auf Basis übergeordneter Unternehmensziele und -strategien sowie aus Anforderungen der Nutzer im Leistungserstellungsprozess finden sich in [Pfnür 2004, 71-81].

#### 4.1.2 Prozesslandkarte

Die Gewichtung der einzelnen Prozesse in einer FM-Organisationseinheit, d.h wie wichtig diese sind oder inwieweit sie überhaupt eine Rolle spielen, hängt vom Gebäudetyp und der Organisationsform des FM ab. Der folgende Abschnitt diskutiert verschiedene Ansätze zur Strukturierung der FM-Prozesse. Tabelle 4-1 gibt einen Überblick über die von den Autoren beschriebenen Prozesse.

Den umfassendsten Überblick über die FM-Prozesse gibt die GEFMA-Richtlinie 100-2 [GEFMA 2004b], die alle Prozesse über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes beschreibt. Zentrales Strukturierungskriterium für die Prozesse ist der Lebenszyklus. Eine kundenorientierte Sichtweise fehlt. Ähnliches gilt für [Redlein 2004, 116-144], welcher auch den gesamten Lebenszyklus abdeckt, sich aber zusätzlich auf die IT-unterstützten Prozesse konzentriert. [Quadt/Görze 2004] untersuchen die Bedeutung der FM-Prozesse für unterschiedliche Rollen im FM-Geschäftsnetzwerk und decken einen grossen Teil der FM-Prozesse ab. [Nävy 2006] und [Reinecke/Böhm 2004] untersuchen die FM-Prozesse auch aus einer IT-orientierten Sicht. Sie identifizieren Prozesse und Anwendungsfelder und leiten daraus Anforderungen an IT-Systeme ab bzw. untersuchen den Nutzen des IT-Einsatzes. Sie konzentrieren sich damit auf die wichtigsten resp. am häufigsten ausgeführten Prozesse mit hohem Automatisierungspotenzial. [Voss 2000] beleuchtet die FM-Prozesse aus Sicht der Instandhaltung und diskutiert ausschliesslich Prozesse mit Schnittstellen zur Instandhaltung. [Booty 2006, 311-427] fokussiert auf die aus Sicht des Betreibers zentralen Prozesse Betrieb und Unterhalt sowie auf einzelne Prozesse des Flächenmanagements.

Literatur und Praxis verwenden häufig technisches, infrastrukturelles und kaufmännisches FM, um die FM-Prozesse zu strukturieren [vgl. Braun et al. 2001, 3; Krimmling 2005, 70-116]. Sie tun dies trotz der fehlenden Prozessorientierung dieser Einteilung und der gleichzeitigen Forderung nach einer verstärkten Prozessorientierung im FM [s. Balck 2000, 455; Staub 2004, 63; Krimmling 2005, 66; Nävy 2006, 20].

Prozess	Autor	GEFMA 2004b									
		[Redlein 2004]	[Quadt/Görze 2004, 40-49]	[Nävy 2006, 265-402]	[Reinecke/Böhm 2004, 19-35]	[Voss 2000, 133]	[Staub 2004, 70, 69f]	[Booty 2006, 311-427]	[Pierschke 2000b, 291-304]	[Krimmling 2005, 70-214]	[Braun et al. 2001, 3]
Geplante Instandhaltung	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Störfallmanagement (ungeplante Instandhaltung)	●	●	●	●	○	●	○	○	○	○	○
Betriebsführung technischer Anlagen	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
Materialwirtschaft	●	●	●	●	●	○	○	○	●	○	●
Reinigung	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Energiemanagement	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Sicherheits- und Schliessmanagement	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Abfallmanagement	●	○	○	●	●	○	○	●	●	●	○
Vertrags- und Gewährleistungsmanagement	●	○	●	○	●	●	○	●	●	●	●
Einrichtungs- und Ausstattungsplanung	●	○	●	○	●	●	●	●	●	○	●
Bestandsdokumentation	●	●	○	●	●	●	○	●	●	●	●
Belegungsplanung	●	○	●	●	●	●	●	●	○	○	●
Umzugsmanagement	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mietmanagement	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●
Dienste	●	○	●	○	○	○	●	●	●	●	●
Rechnungswesen und Controlling	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●

Tabelle 4-1 Vergleich verschiedener Ansätze zur Strukturierung der FM-Prozesse

Tabelle 4-2 ordnet die identifizierten Prozesse in Anlehnung an [Staub 2004, 69] den drei Prozessbereichen *Betrieb und Unterhalt*, *Flächenmanagement* sowie *Dienste* zu und beschreibt die Prozesse. Die Gruppierung der FM-Prozesse orientiert sich an den Kundenprozessen, für die sie Leistungen bereitstellen. Da bestimmte Prozesse aber Leistungen für mehrere Kundenprozesse erbringen, ist eine scharfe Trennung nicht möglich:

- Der Bereich *Betrieb und Unterhalt* hat das Ziel, die Funktions- und Gebrauchstauglichkeit der Immobilie zu gewährleisten. Damit richtet er sich mit seinen Leistungen sowohl an den Eigentümer, Nutzer und Benutzer. Beim

Eigentümer liegt der Fokus auf den Kosten, beim Nutzer und Benutzer auf der Verfügbarkeit und Qualität der Leistung.

- Das Ziel des *Flächenmanagements* besteht in der Schaffung einer allgemeinen Datenbasis sowie einer bestmöglichen Nutzung der zur Verfügung stehenden Flächen. Damit richten sich die Prozesse des Flächenmanagements hauptsächlich am Prozess des Nutzers aus und erbringen erst an zweiter Stelle Leistungen für den „Betrieb und Unterhalt“ und den Eigentümer.
- Der Bereich *Dienste* umfasst schliesslich individuelle Services direkt für die Benutzer und fasst häufig genannte Beispiele von Diensten zusammen.

Be-reich	Prozess	Beschreibung
Betrieb und Unterhalt	Störfallmanagement (ungeplante Instandhaltung)	Aufgabe des Störfallmanagements ist die Annahme, Priorisierung, Verteilung und Überwachung der Behebung von Störungen [Quadt/Görze 2004, 46].
	Betriebsführung technischer Anlagen	Der Prozess schafft für den Benutzer die bestmöglichen Raumverhältnisse und stimmt u.a. die Parameter Licht, Temperatur/Luftfeuchtigkeit und Frischluftzufuhr möglichst genau aufeinander ab. Unter Energieoptimierungsaspekten sind diese Parameter entsprechend den Nutzungszeiten bedarfsgerecht einzustellen [s. Nävy 2006, 337].
	Geplante Instandhaltung	Durchführung von geplanten „technischen und administrativen Massnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustands oder der Rückführung in diesen, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann“ [DIN 2003, 3].
	Materialwirtschaft	Die Materialwirtschaft beinhaltet Bestellung, Wareneingang, Rechnungsstellung, Reservationen und Warenausgang von Ersatzteilen, Einrichtung und Reinigungsmitteln [Nävy 2006, 306]
	Reinigung	Der Prozess umfasst die Planung, Durchführung und Abrechnung der Reinigungstätigkeiten. Ergebnis der Planung und Grundlage für die Durchführung und Abrechnung sind detaillierte Leistungsverzeichnisse, die sowohl Reinigungsumfang wie auch Reinigungshäufigkeit beschreiben [s. Nävy 2006, 272].
	Energiemanagement	Der Prozess Energiemanagement etabliert eine umfassende Strategie zur Energieverwendung im Unternehmen und hält diese Strategie aufrecht. Dies umfasst neben technischen Massnahmen auch organisatorische Regelungen zur Steuerung und Kontrolle sämtlicher energierelevanten Vorgänge im Unternehmen [s. Nävy 2006, 330f]
	Sicherheits- und Schliessmanagement	Zum Sicherheits- und Schliessmanagement zählen alle Leistungen, die der Sicherung der Immobilie und ihrer Nutzer vor dem Eindringen bzw. Zugriff unbefugter Dritter dienen [Pierschke 2000b, 300].

Tabelle 4-2 Beschreibung der FM-Prozesse

<b>Bereich</b>	<b>Prozess</b>	<b>Beschreibung</b>
Betrieb und Unterhalt (Fortsetzung)	Abfallmanagement	Der Prozess umfasst sämtliche Aufgaben, die der Vermeidung und Verwertung bzw. Vernichtung nicht mehr benötigter Stoffe oder Materialien dienen [Pierschke 2000b, 296].
	Vertrags- und Gewährleistungsmanagement	Aufgabe des Vertrags- und Gewährleistungsmanagements ist die Verhandlung, der Abschluss, die Überwachung und die Kündigung von Verträgen sowie das Verfolgen von Gewährleistungfristen und der Mängelbeseitigung [s. GEFMA 2004b, 21]
Flächenmanagement	Einrichtungs- und Ausstattungsplanung	Die Einrichtungsplanung beinhaltet die Planung der Ausstattung von Räumen wie Büros oder Empfangsbereiche. Berücksichtigung finden sowohl die technische Ausstattung wie auch architektonische Gesichtspunkte [Quadt/Görze 2004, 44]
	Bestandsdokumentation	Die Aufgabe der Bestandsdokumentation besteht in der Erfassung und Pflege der Daten über Gebäude, Anlagen, Einrichtungen etc. als Basis für die FM-Prozesse [s. Reinecke/Böhm 2004, 19]
	Belegungsplanung	Die Belegungsplanung umfasst die Überwachung und Analyse der Flächenbelegung, die Flächenbedarfsplanung sowie die Simulation verschiedener Belegungsvarianten und das Ableiten von Handlungsempfehlungen für die Umsetzung [s.GEFMA 2004b, 16]
	Umzugsmanagement	Das Umzugsmanagement umfasst die Aufgaben der Umzugsplanung, Umzugsvorbereitung und -abwicklung, die Dokumentation aller Veränderungen sowie die Koordination aller intern und extern Beteiligten [Nävy 2006, 275]
	Mietmanagement	Das Mietmanagement beinhaltet die externe wie auch die interne Vermietung, die Anmietung, die Nebenkostenabrechnung und das Verwalten der Mietverträge [Quadt/Görze 2004, 46f]
Dienstle	Services für Benutzer	Der Bereich umfasst individuelle Services für die Benutzer [Staub 2004, 69]. Beispiele sind: Postdienste, Catering, Telefondienste, Transportdienste, Druck- und Kopierdienst, Parkplatzverwaltung

*Tabelle 4-3 Beschreibung der FM-Prozesse (Fortsetzung)*

Die Abbildung 4-2 zeigt zusammenfassend die Prozesslandkarte des Betreibers von Immobilien. Die Darstellung betont die Rolle des Betreibers als Integrator, der selbst erbrachte Leistungen mit Leistungen von Dienstleistern bündelt und konsequent am Kundenprozess ausrichtet.

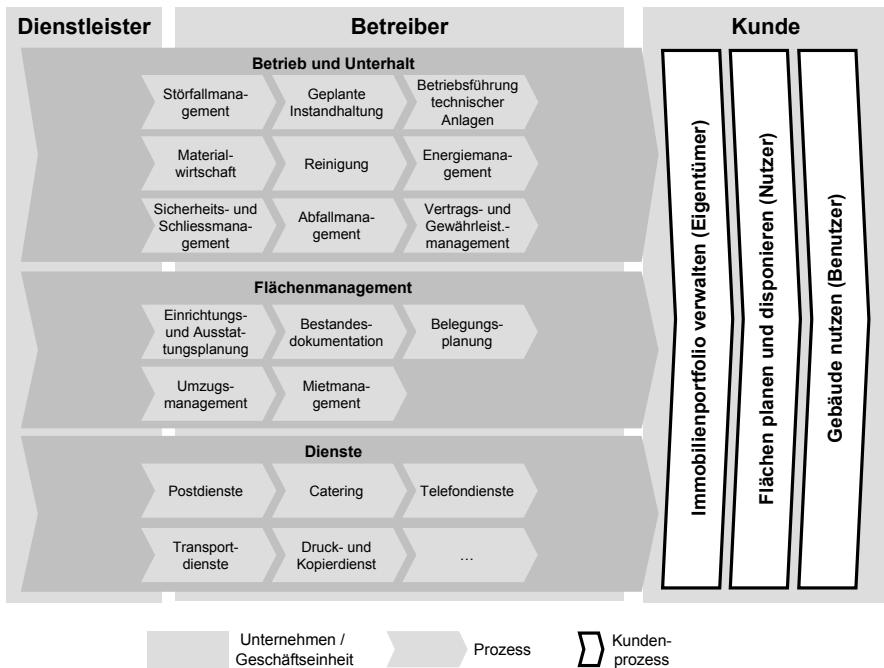


Abbildung 4-2 FM-Prozesslandkarte der Nutzungsphase

## 4.2 Anwendungsszenarien von Mobile Computing und RFID

Der vorliegende Abschnitt leitet Anwendungsszenarien von Mobile Computing und RFID für die Prozesse der beiden Bereiche Betrieb und Unterhalt sowie Flächenmanagement her. Aus den *Basisfunktionen* von Mobile Computing und RFID-Technologien (s. Abschnitt 2.1.3) entsteht hohes Potenzial für Prozesse mit räumlich verteilten, beweglichen oder mobilen *Geschäftsobjekten und Rollen*. Diese zwei charakteristischen Bestandteile sind damit die Grundlage für die Identifikation der Anwendungsszenarien:

- *Geschäftsobjekte und Rollen:* Sie beschreiben die am Prozess beteiligten Geschäftspartner und -objekte. Rollen gruppieren Mitarbeiter mit ähnlichen Fähigkeiten, Aufgaben und Verantwortungsbereichen. Geschäftsobjekte sind reale oder gedachte Gegenstände der Leistungserstellung. Informatorische Geschäftsobjekte wie Verträge, Bestellungen, etc. besitzen keine oder nur in Kombination mit einem Trägermedium eine physische Repräsentation. Im Gegensatz dazu sind physische Geschäftsobjekte Objekte der realen Welt wie bspw. die Gebäudeausstattung, Transportanlagen etc.

- Basisfunktionen:* Sie beschreiben die für das Anwendungsszenario genutzten Basisfunktionen („mobiler Applikationszugriff“, „Identifikation“, „Lokalisierung“, „Erfassung von Zustands-/Umgebungsdaten“ und „Notifikation“). Die Basisfunktion „Mobiler Applikationszugriff“ ist ausschliesslich für „mobile Rollen“ von Bedeutung. „Mobile Rollen“ bezeichnen dabei Rollen, die ihre Tätigkeiten an unterschiedlichen Standorten ausführen. Weiter ist die Basisfunktion „Lokalisierung“ nur für bewegliche Objekte und mobile Rollen wichtig. Mobile Rollen und bewegliche Objekte sind daher in den einleitenden Übersichtstabellen entsprechend markiert.

*Praxisbeispiele* konkretisieren die Anwendungsszenarien, indem sie realisierte Anwendungen detailliert beschreiben und den betriebswirtschaftlichen Nutzen aufzeigen.

#### 4.2.1 Störfallmanagement (ungeplante Instandhaltung)

##### Geschäftsobjekte und Rollen

Aufgabe des Störfallmanagements ist die Annahme, Priorisierung, Verteilung und Überwachung der Behebung von Störmeldungen am Gebäude. Eigene Servicemitarbeiter wie auch die Benutzer der Gebäude können Störungen feststellen und der Meldungskoordination mitteilen. Sofern Schadenskataloge als Basis für die Schadensbeschreibung definiert sind, ist eine rechnergestützte Schadensanalyse und systematische Ursachenforschung möglich [s. Quadt/Görze 2004, 46; Nävy 2006, 305f]. Tabelle 4-4 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Meldungskoordination Servicemitarbeiter (mobil) Benutzer (mobil)	Gebäudekomponente	Störmeldung Schadenskatalog CAD-Plan

Tabelle 4-4 Rollen und Geschäftsobjekte des Störfallmanagements

##### Basisfunktionen

Aufgrund der Basisfunktionen sind folgende Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien denkbar (s. Tabelle 4-5):

- Das Szenario *Automatische Störmeldung (1)* baut auf den Funktionen „Erfassung von Zustandsdaten“, „Notifikation“ und „Identifikation“ der Gebäudekomponenten auf.
- Das Szenario *Mobile Störfallerfassung (2)* unterstützt die Servicemitarbeiter mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.

Sze-nario	Basisfunktion*		Beschreibung
Automatische Störmeldung (1)	Erfassung von Zu-standsdaten	●	Die Gebäudekomponente überwacht ihren Zustand laufend und erkennt Abweichungen vom Sollzustand
	Notifikation	●	Die Gebäudekomponente meldet erkannte Abweichungen bzw. Störungen automatisch
	Identifikation	●	Die Gebäudekomponente, welche eine Störung erkannt hat, identifiziert sich über eine eindeutige Kennung
	Mobiler Applikations-zugriff, Lokalisierung	○	
Mobile Störfallerfassung (2)	Mobiler Applikations-zugriff	●	Der Servicemitarbeiter erfasst Störmeldungen mit Hilfe von Schadencodes vor Ort Optional unterstützen CAD-Pläne den Servicemitarbeiter bei der Auswahl der ausgefallenen Gebäudekomponente
	Identifikation	○	Identifikation der ausgefallenen Gebäudekomponente mit daran angebrachten Transpondern
	Lokalisierung	○	Lokalisierung des mobilen Endgeräts bzw. des Servicemitarbeiters zur Spezifikation des Schadensortes
	Erfassung von Umge-bungsdaten, Notifika-tion	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

*Tabelle 4-5 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID im Störfallmanagement*

### Anwendungsszenario Automatische Störmeldung (1)

Technische Anlagen oder smarte Objekte können ihren Zustand laufend überwachen und Abweichungen von Sollwerten feststellen. Sie lösen einen Alarm aus und legen automatisch eine Störmeldung im entsprechenden System an. Stellt das Objekt die Behebung der Störung fest, so meldet es dieses Ereignis und schliesst damit die Störmeldung. Das Fallbeispiel zum Störfallmanagement bei der Fraport AG entspricht diesem Szenario (s. Abschnitt 3.4).

### Anwendungsszenario Mobile Störfallerfassung (2)

Stellt ein Mitarbeiter eine Störung fest, so erfasst er diese auf seinem mobilen Endgerät und leitet sie zur Behebung weiter. CAD-Pläne auf dem mobilen Endgerät, aber auch Transponder, können bei der Identifikation des ausgefallenen Objektes nützlich sein. Zusätzlich unterstützt die Lokalisierung des mobilen Endgeräts den Servicemitarbeiter bei der Spezifikation des Schadensortes. Schadenskataloge vereinfachen das Erfassen von Störmeldungen. Das Szenario entspricht der Lösung, welche die Fraport AG für das Parkraummanagement anstrebt (s. Abschnitt 3.2).

Grundsätzlich ist die Erfassung von Störmeldungen mit einer mobilen Applikation durch alle Gebäudebenutzer denkbar. Problematisch ist hier, dass die (anonymen) Gebäudebenutzer für den Aufruf und die Bedienung der Applikation Instruktionen benötigen und eine Authentifizierung stattfinden müsste. Eine zentrale Servicenummer, unter welcher Störungen per Sprache gemeldet werden, ist einfacher realisierbar.

## 4.2.2 Betriebsführung technischer Anlagen

### Geschäftsobjekte und Rollen

Die Steuerung der Frischluftzufuhr, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Licht etc. und die Überwachung der Transportanlagen sind die zentralen Aufgaben von Gebäudeautomationssystemen. Die Gebäudeleitstelle kann bestimmte Parameter zentral steuern und manuell in die automatisierten Regelkreisläufe eingreifen. Dies ist bei Meldungen der Nutzer bspw. bei zu tiefen oder zu hohen Temperaturen oder bei der Ausserbetriebnahme bestimmter Anlagen für Wartungszwecke notwendig. Alarmmeldungen, die nicht mit Fernwartung behebbar sind und nicht automatisiert an den Störfallmanagementprozess übergeben werden, sind manuell weiterzuleiten. Tabelle 4-6 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Gebäudeleitstelle	Transportanlage Verteilsystem	Zustands- / Nutzungsdaten

Tabelle 4-6 Rollen und Geschäftsobjekte der Betriebsführung technischer Anlagen

### Basisfunktionen

Da die Anlagen des Prozesses „Betriebsführung technische Anlagen“ über Gebäudeautomationssysteme vernetzt sind und Arbeiten vor Ort den Prozessen Instandhaltung, Reinigung sowie Sicherheits- und Schliessmanagement zugeordnet sind, können keine Szenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien identifiziert werden.

Die erfassten Zustands- und Nutzungsdaten dienen aber als Grundlage der Szenarien

- *Automatische Störmeldung (1)* (s. Abschnitt 4.2.1)
- *Nutzungsbasierte Instandhaltung (3)* (s. Abschnitt 4.2.3)
- *Automatische Zählerstandserfassung (14)* (s. Abschnitt 4.2.6) und
- *Automatische Alarmierung (17)* (s. Abschnitt 4.2.7).

### 4.2.3 Geplante Instandhaltung

#### Geschäftsobjekte und Rollen

Die Instandhaltung gliedert sich in Inspektion, Wartung und Instandsetzung: Dabei sind Inspektionen Massnahmen zur Feststellung des Ist-Zustandes. Die Wartung umfasst Massnahmen zur Bewahrung des Soll-Zustandes und die Instandsetzung Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes [s. DIN 2003, 3f]. Ziel ist, potenzielle Produktstörungen frühzeitig zu erkennen sowie entsprechende Instandsetzungsmassnahmen zu vermeiden. Die Gruppierung der einzelnen Gebäudekomponenten zu eigenständig instand zu haltenden Einheiten ist ein zentrales Gestaltungselement zur effizienten und effektiven Abwicklung der Instandhaltung.

Auslöser für eine Instandhaltungsmassnahme können das Erreichen eines planmässigen Wartungs- bzw. Inspektionszeitpunkts, ein Kundenwunsch oder das Auftreten einer Störung sein. Nach der Erfassung der Kunden- oder Störmeldung im Rahmen des Störfallmanagementprozesses (s. Abschnitt 4.2.1) lassen sich die drei Phasen *Auftragsplanung*, *-abwicklung* und *-abschluss* unterscheiden [s. Becker/Neumann 2003, 638]:

- *Auftragsplanung*. Der Disponent legt die erforderlichen Arbeitsgänge, Fremdleistungen und Materialien fest. Bei der planmässigen Instandhaltung sind die erforderlichen Arbeitsgänge vertraglich bzw. in Instandhaltungsplänen definiert, so dass diese Schritte wegfallen. Als Folgeschritte sind Servicemitarbeiter zu disponieren, fehlende Ersatzteile zu bestellen und Fremdleistungen zu vergeben.
- *Auftragsabwicklung*. Die zugeteilten Servicemitarbeiter führen die im Instandhaltungsauftrag festgehaltenen Tätigkeiten aus und erfassen die erbrachten Leistungen.
- *Auftragsabschluss*. Mit den Rückmeldungsdaten der Servicemitarbeiter ist der Auftrag abgeschlossen und das Rechnungswesen kann die Faktura auslösen. Abschliessend ist die Instandhaltungshistorie der betroffenen Objekte zu aktualisieren.

Tabelle 4-7 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte der Instandhaltung zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Servicemitarbeiter (mobil) Disponent Rechnungswesen	Gebäudekomponente Servicefahrzeug (beweglich) Material (beweglich)	Technische Dokumentation CAD-Plan Vertrag Instandhaltungsplan Instandhaltungsauftrag Bestellung (Lieferanten-)Rechnung (Kunden-)Faktura Problem / Lösung (für Lösungsdatenbanken)

Tabelle 4-7 Rollen und Geschäftsobjekte der Instandhaltung

### Basisfunktionen

Aufgrund der Basisfunktionen sind folgende Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien denkbar (s. Tabelle 4-8):

- Das Szenario *Nutzungsbasierte Instandhaltung* (3) baut auf der Funktion „Erfassung von Zustandsdaten“ der Gebäudekomponenten auf.
- Das Szenario *Ortsbasierte Personaldisposition* (4) baut auf der „Lokalisierung“ der Servicemitarbeiter bzw. ihrer Fahrzeuge auf.
- Die Szenarien *Mobile Disposition* (5) und *Mobile Instandhaltungsausführung* (6) unterstützen die Servicemitarbeiter mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.

Szenario	Basisfunktion*		Beschreibung
Nutzungsbasierte Instandhaltung (3)	Erfassung von Zustandsdaten	●	Das IH-Objekt zeichnet seinen Zustand (Betriebsstunden, Temperatur, zurückgelegte Kilometer etc.) laufend auf
	Notifikation	●	Das IH-Objekt meldet die aufgezeichneten Betriebszustände periodisch an ein zentrales System. Diese Daten bilden die Basis für die Planung und Durchführung von Instandhaltungstätigkeiten.
	Identifikation	●	Das IH-Objekt identifiziert sich über eine eindeutige Kennung beim zentralen System
	Mobiler Applikationszugriff, Lokalisierung	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

Tabelle 4-8 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID in der Instandhaltung

Sze-nario	Basisfunktion*	Beschreibung	
Ortsbasierte Per-sonaldisposition (4)	Lokalisierung	●	Lokalisierung des Servicemitarbeiters bzw. seines Fahrzeugs als Basis für die Zuteilung dringend zu erledigender Aufträge wie bspw. Störungen kritischer Anlagen
	Notifikation	●	Information des Servicemitarbeiters über dringend zu erledigende Aufträge
	Mobiler Applikations-zugriff, Identifikation, Erfassung von Zu-standsdaten	○	
Mobile Disposition (5)	Mobiler Applikations-zugriff	●	Der Disponent prüft vor Ort, bspw. im Rahmen einer Inspektion, die Verfügbarkeit von Servicemitarbeitern, kann dem Kunden Termine direkt bestätigen und plant die Servicemitarbeiter ein
	Identifikation, Erfas-sung von Umgebungs-daten, Lokalisierung, Notifikation	○	
Mobile Instandhaltungsausführung (6)	Mobiler Applikations-zugriff	●	Die Servicemitarbeiter greifen vor Ort auf Instandhal-tungsaufträge zu und dokumentieren die ausgeführten Tätigkeiten. Optional melden die Servicemitarbeiter die benötigten Stunden und Materialien und greifen auf Verträge, Garan-tiedaten, Produktinformation, Service-Historie, technische Dokumentation und Lösungsdatenbanken zu.
	Notifikation	●	Information des Servicemitarbeiters über dringend zu erledigende Aufträge
	Identifikation	●	Identifikation des IH-Objekts mit Transpondern und Dokumentation der Anwesenheit vor Ort
	Lokalisierung	●	Lokalisierung des Servicemitarbeiters zur Unterstützung bei der Navigation zum Objekt
	Erfassung von Umge-bungsdaten	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

Tabelle 4-9 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID in der Instandhaltung (Fortsetzung)

### Anwendungsszenario Nutzungsbasierte Instandhaltung (3)

Geplante Instandhaltungstermine hängen von *zeitbasierten Wartungsintervallen* oder vom Erreichen bestimmter *Zustände bzw. der Nutzung* technischer Objekte ab, die automatisch oder durch manuelles Ablesen von Messwerten erkannt werden:

- Bei *zeitbasierten Wartungsintervallen* werden, ausgehend von einer zu erwartenden Beanspruchung eines Objektes, die bestmöglichen Instandhaltungstermine berechnet und vertraglich vereinbart. Bei einer geringeren Beanspruchung wird das Objekt zu oft gewartet, bei einer höheren Beanspruchung erhöht sich das Risiko von Störfällen. Die Bestimmung bestmöglicher Zeitpunkte für vorbeugende Instandhaltungsmassnahmen ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess. Basis bilden die Auswertungen ähnlicher Anlagen oder Bauteile, die Analyse von Abhängigkeiten zwischen der Wartungshäufigkeit und -intensität sowie dem Störungsverhalten.
- Die aktuellen *Zustands- und Nutzungsdaten* stellen eine neue Datenqualität dar, die den Optimierungsprozess zur Bestimmung der Instandhaltungstermine unterstützt. Embedded Systems zur Überwachung von Objekten erlauben den Übergang von einer starren, zeitgesteuerten Auslösung geplanter Instandhaltungsmassnahmen zu einer Auslösung auf Basis aktueller Nutzungs- bzw. Zustandsinformation.

*Die Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG) mbH betreibt das rund 600 km lange und über 1000 Haltestellen und Bahnhöfe umfassende U-Bahn-, Bus- und Tramnetz der Stadt München. Für den Transport der 300 Millionen U-Bahnfahrgäste sind an den U-Bahnhöfen 730 Fahrstufen installiert. Oberstes Ziel der Verantwortlichen ist es zu gewährleisten, dass die Fahrstufen zuverlässig funktionieren. Fallen die Fahrstufen an einem stark frequentierten Untergrund-Bahnhof aus, so müssen die Züge unter Umständen ohne Halt durchfahren, da die Menschen nur mit funktionierenden Fahrstufen schnell genug evakuiert werden könnten.*

*Seit Oktober 2003 werden die Fahrstufen mit dem e-Escalator-System der Firma ThyssenKrupp AG vernetzt. Die so ausgestatteten Rolltreppen melden den detaillierten Zustand periodisch dem zuständigen Überwachungszentrum. Serviceeinsätze lassen sich aufgrund von Auswertungen über Fahr- und Standzeiten deutlich besser planen. Zusätzlich meldet das System bei Störfällen nicht nur, ob die Fahrstufe defekt ist, sondern sendet auch eine detaillierte Information zum Defekt. Etwa, dass der Handlauf vorne rechts Probleme hat, die so genannte Kammplatte (bei den Übergängen an den Enden der Rolltreppe) unten zu reparieren ist oder dass jemand den Nothalt gedrückt hat. Vor Einführung des Systems fuhr der Servicemitarbeiter zur defekten Fahrstufe und analysierte die Störung. Handelte es sich um einen unüblichen Fehler, war diese Analyse aufwendig. Hatte der Servicemitarbeiter die Ursache gefunden, so fehlte ihm unter Umständen das richtige Ersatzteil vor Ort, und dies führte zu einem sogenannten Broken Call. Broken Calls sind unterbrochene Serviceeinsätze bei Kunden, weil erforderliche Ersatzteile oder Werkzeuge fehlen. Ein Broken Call verlängert die Ausfallzeit des Produkts und macht einen zweiten Serviceeinsatz erforderlich. Bei Störungen spart der Servicemitarbeiter mit der Fehlermeldung per Ferndiagnose somit viel Zeit, Aufwand und unter Umständen eine Fahrt. [s. Wilhelm 2004].*

Neben definierten Betriebsstunden oder zurückgelegten Kilometern sind auch weiter verfeinerte Algorithmen als Auslöser von Instandhaltungsaktivitäten denkbar. Diese bspw. in der Luftfahrt verwendeten und als „predictive analytics“ bezeichneten Algorithmen suchen aufgrund statistischer Daten nach Mustern, die auf Störungen hinweisen.

*Delta Air Lines Inc. nutzt „predictive analytics“ für die Instandhaltung der Flugzeugtriebwerke. Vor Einführung der neuen Lösung basierte die Instandhaltungsplanung rein auf der Anzahl zurückgelegter Kilometer. Dieses Mass stellte sich aufgrund der unterschiedlichen Belastung der Triebwerke als zu grob und ineffizient für die Abnutzung heraus.*

*In einem typischen Triebwerk befinden sich 12 bis 15 Sensoren, welche an unterschiedlichen Stellen die Temperatur, die Turbinengeschwindigkeit, den Luftdruck, den Kerosinverbrauch etc. messen. Diese laufend gemessenen Daten unterzieht das eingeführte System einer statistischen Korrelationsanalyse mit vorerfassten „normalen“ Betriebszuständen. Die aus Abweichungen abgeleiteten potenziellen Störungen meldet das System. Die mit der Früherkennung verbundene Vorlaufzeit erlaubt es Delta Air Lines Inc., die Instandhaltung zu einem optimierten Zeitpunkt auszuführen und damit Kosten zu sparen [s. Heinrich 2005, 141-145].*

#### **Anwendungsszenario Ortsbasierte Personaldisposition (4)**

Die Herausforderung bei der Personaldisposition besteht darin, die verfügbaren Personalressourcen möglichst effektiv einzusetzen. Bei dringenden Störfällen kommt dem schnellen Eintreffen der Servicemitarbeiter vor Ort eine hohe Bedeutung zu. Das Beispiel der Rohrmax AG zeigt (s. Abschnitt 1.1), wie die Lokalisierung der Servicemitarbeiter dem Disponenten erlaubt, die Aufgabe dem Mitarbeiter zu übergeben, welcher das betreffende Objekt am schnellsten erreichen kann. Zur Lokalisierung der Mitarbeiter lassen sich in den Fahrzeugen eingebaute GPS-Geräte oder die Funkzelleninformation der Mobiltelefone nutzen.

#### **Anwendungsszenario Mobile Disposition (5)**

Erfassen die Servicemitarbeiter geplante Aktivitäten auf einem mobilen Endgerät und gleichen die aktuellen Kalendereinträge mit der Zentrale ab, so ist eine einfachere Abstimmung von Kundenterminen und eine höhere Termintreue erreichbar. Auch können die Mitarbeiter vor Ort die Verfügbarkeit weiterer Servicemitarbeiter prüfen und deren Einsatz planen.

*Die Stadtverwaltung Glasgow ist für die Pflege und Instandsetzung von 90'000 städtischen Wohn-, Verwaltungs- und Geschäftsimmobilien verantwortlich. Sie setzt eine mobile Lösung für die Erfassung der Schadensberichte und die Abklärung der Verfügbarkeit der Handwerker und Materialien ein. Dies ermöglicht es den 60 Einsatzleitern, die für die Aufnahme und Planung der Reparatur- und Wartungsarbeiten verantwortlich sind, administrative Aufgaben direkt vor Ort abzuwickeln und z.B. den jeweiligen Mietern Termine für die notwendigen Arbeiten während des Besichtigungstermins vorschlagen. Früher musste*

*der Mieter auf entsprechende Terminvorschläge mehrere Tage warten [Lerner/Frank 2004, 32f].*

### Anwendungsszenario Mobile Instandhaltungsausführung (6)

Das mobile Endgerät kann den Mitarbeiter in verschiedenen Detaillierungsstufen zum Instandhaltungsobjekt hin navigieren. In einem ersten Schritt führt das Gerät den Mitarbeiter auf Basis von Strassenkarten und Lokalisierungsinformation zum Gebäude, in einem zweiten Schritt auf Basis von Gebäudeplänen zur Anlage und in einem letzten Schritt auf Basis von Explosionszeichnungen zum zu wartenden Objekt bspw. innerhalb einer komplexen Lüftungs- und Klimaanlage.

Die Servicemitarbeiter benötigen für die Abwicklung der Instandhaltungstätigkeiten vielfältige kundenbezogene Informationen, wie z.B. die Anschrift, aktuelle Vertragsdaten, Problemmeldungen, abzuarbeitende Tätigkeiten, beim Kunden eingesetzte Produkte (Installed Base) und deren Service-Historie. Der Mitarbeiter erhält mit dem mobilen Endgerät Zugang zu diesen Daten. Der Zugriff auf Lösungsdatenbanken<sup>27</sup> unterstützt den Servicemitarbeiter bei der Fehlersuche zusätzlich [s. Cäsar 2005, 102].

In dringenden Fällen wird der Servicemitarbeiter über so genannte Push-Mechanismen aktiv über abzuarbeitende Tätigkeiten informiert. Hat der Servicemitarbeiter die geforderten Tätigkeiten erledigt und dokumentiert, meldet er die verbrauchten Stunden und Ersatzteile über das mobile Endgerät. Wie das Beispiel der Fraport AG zeigt (s. Abschnitt 3.2), unterstützen an die Gebäudekomponenten angebrachte Transponder den Servicemitarbeiter bei der eindeutigen Identifikation der Objekte und der Dokumentation der Anwesenheit vor Ort.

Die folgenden vier Beispiele setzen unterschiedliche Schwerpunkte bei der Umsetzung der mobilen Instandhaltungsausführung. Bei der Hochbahn Hamburg liegt der Fokus auf der *Zustandsdokumentation*. Dazu dienen alphanumerische Daten wie auch Ton und Bild. Bei der Hoval AG liegt der Fokus auf dem *Dokumentenmanagement*. Die Servicemitarbeiter brauchen vor Ort Zugang zu umfangreicher, aktueller technischer Dokumentation, also auch unstrukturierten Daten. Wesentliches Element der Lösung bei der Wetrok AG ist die Verfügbarkeit von Vertrags- und Garantiedaten (*Vertragsmanagement*) vor Ort. Bei der Linc Group schliesslich liegt der Schwerpunkt auf der Erfassung und Verteilung von Wissen unter den Servicemitarbeitern (*Wissensmanagement*).

#### **Mobile Instandhaltungsausführung (6) - Fokus Zustandsdokumentation**

*Die Hochbahn Hamburg ist mit rund 4'300 Mitarbeitern und ca. einer Million Fahrgästen täglich das zweitgrösste Nahverkehrsunternehmen Deutschlands. Für einen sicheren, gesetzeskonformen Betrieb der drei U-Bahn- und über 100 Buslinien sind die Bauwerke regelmässig zu überprüfen. Dazu schreibt die DIN 1076 vor, dass für die Überwachung und Prüfung der Bauwerke ein Bauwerks-*

<sup>27</sup> Lösungsdatenbanken stellen nur eine Form des mobilen Wissensmanagements dar. Aufgrund fehlender Praxisbeispiele sei an dieser Stelle auf [Derballa/Pousttchi 2004] verwiesen. Dort finden sich weitere Beispiele wie virtuelle Zusammenarbeit mit mobilen Videokonferenzen, Case-based Reasoning als maschinelles Lernverfahren oder Augmented Reality.

*verzeichnis, die Bauwerksakte und das Bauwerksbuch zur Verfügung stehen müssen [s. BaSt 2004].*

*Um die im Rahmen der Bauwerksinstandhaltung entstehenden Informationsmengen fachgerecht zu verwalten, hat die Hochbahn Hamburg eine auf einem Tablet PC mit einer Auflösung von 800x600 Bildpunkten basierende mobile Lösung umgesetzt. Die Lösung stellt dem Prüfer die vorgeschriebenen Bauwerksinformationen im Bauwerksverzeichnis, in der Bauwerksakte oder dem Bauwerksbuch inkl. CAD-Plänen vor Ort zu Verfügung. Über Bauteil- und Schadenskataloge erfasst der Prüfer die ermittelten Schäden bzw. Zustände vor Ort und ergänzt diese zur weiteren Spezifikation um multimediale Inhalten wie Schadensfotos oder Sprachaufzeichnungen. Im Anschluss an die Prüfung werden die ermittelten Ergebnisse an einem fixen Arbeitsplatz mit dem Server synchronisiert.*

*Die Minimierung der Prüfzeit ist bei der umgesetzten Lösung ein zentraler Aspekt. Dies gilt bei Prüfungen an Bauwerken, welche die Sperrung von Hauptverkehrs wegen oder -knotenpunkten verlangen. Manuelle Aufwendungen für die nachträgliche Erfassung der Daten entfallen und alle Daten sind in der geforderten Qualität an einer zentralen Stelle vorhanden [s. Klauer 2006a, 123-125; Klauer 2006b, 4-9].*

#### **Mobile Instandhaltungsausführung - Fokus Dokumentenmanagement**

*Die Hoval AG bietet Produkte und Dienstleistungen im Bereich Heiztechnik, Hallenklima, Wärmerückgewinnung und Prozesswärme an. Für die Erbringung der Serviceleistungen im Bereich Heiztechnik, der Systeme für Wärmeerzeugung und -speicherung wie z.B. Heizkessel, Wärmepumpen oder Wasserwärmern umfasst, sind rund 200 Techniker zuständig. Die Einführung einer neuen Produktgeneration hätte eine aufwendige Aktualisierung der papierbasierten technischen Dokumentation bei den Technikern bedingt.*

*Die Hoval AG entschloss sich zur Umsetzung einer mobilen Lösung, mit welcher die technische Dokumentation inkl. Explosionszeichnungen elektronisch vor Ort verfügbar ist. Gleichzeitig ersetzt die mobile Lösung die aufwendige, fehleranfällige und mit hohen Liegezeiten verbundene papierbasierte Verteilung und Rückmeldung von Wartungs- und Entstörungsaufträgen. Die Zentrale disponiert und verteilt die Aufträge auf die mobilen Endgeräte der Servicetechniker. Nach Abschluss der Tätigkeiten erfasst der Servicetechniker direkt die geleisteten Stunden und verbrauchten Materialien und kann so die Besuchsberichte oder Faktura sofort ausdrucken. Der Kunde erhält die Faktura und visualisiert den Stundenrapport. Die Zentrale liefert die entnommenen Materialien automatisch nach.*

*Die durchschnittliche Bearbeitungszeit vom Besuchsbericht bis zur Fakturierung verbessert die Liquidität und reduziert damit Kosten. Weitere Zeit- und Kostensparnisse ergeben sich bei der Aktualisierung der Anlagendokumentation. Dank der Online-Planungsmöglichkeit der Ersatzteilager in den Fahr-*

*zeugen sank der Lagerbestand bei gleicher Ersatzteilverfügbarkeit. Damit verringert sich das gebundene Kapital [s. Schwarz 2005].*

### **Mobile Instandhaltungsausführung (6) - Fokus Vertragsmanagement**

*Die Wetrok AG gehört zu den führenden Anbietern von professionellen Reinigungssystemen. Neben spezialisierten Reinigungsmaschinen zeichnet sich die Firma durch einen erstklassigen Kundenservice aus. Die grössten Kunden der Wetrok AG sind die drei dominierenden schweizer Reinigungsfirmen, die vorwiegend die Reinigung von Filialen grosser Detailhandelsketten übernehmen.*

*Für die schnelle Serviceplanung mit Terminvereinbarung, Anfahrt und Abrechnung ist die zentrale Datenspeicherung mit einem orts- und zeitunabhängigen Datenzugriff für die Servicetechniker notwendig. Neben dem Auftragsmanagement und der GPS-Lokalisierung der Servicefahrzeuge kommt der mobilen Verfügbarkeit der Daten zur installierten Basis und den Serviceverträgen zentrale Bedeutung zu. Die installierte Basis umfasst Daten zu Standort der Maschine, Ansprechpartner vor Ort, Konfiguration, Inbetriebsetzung, bisherige Serviceleistungen und Betriebsstunden. Die Serviceverträge halten Garantiezeiträume, Garantieart, vereinbarte Wartungsleistungen und -tarife fest. Der Servicetechniker kann bei einer Störungsbehebung prüfen, wann die nächste Revision anfällt und diese ggf. direkt erledigen.*

*Die Analyse der vergangenen Serviceleistungen beschleunigt die Fehlersuche. Bei einer Reparatur prüft der Servicetechniker, ob ein gültiger Garantievertrag besteht. Damit reduzieren sich die Kundenreklamationen wegen zu viel fakturiertter Leistungen - aber auch die fälschlicherweise nicht fakturierten Leistungen. Weiter erhöht sich die Auskunftsfähigkeit der Techniker gegenüber dem Kunden über Maschine und Servicevertrag [s. Hügli 2005].*

### **Mobile Instandhaltungsausführung (6) - Fokus Wissensmanagement**

*Mit 1400 Angestellten und einem Netzwerk von 120 Konzessionären erbringt die Linc Group Instandhaltungsservices für Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen. 80% der Mitarbeiter sind Servicetechniker und verrichten Wartungs-, Inspektions- und Reparaturarbeiten vor Ort. Die Servicetechniker geniessen den Ruf, Probleme und Störungen dank ihrer Industrieexpertise schnell und effizient zu diagnostizieren und zu beheben. Die Linc Group erkannte den Wert für das Unternehmen und setzte eine mobile Lösung zur effizienten Erfassung und Verteilung dieses Wissens um.*

*Die Lösung umfasst eine zweistufige Suchfunktion. Zuerst sucht die Anwendung in den lokal gespeicherten Problemlösungen nach den eingegebenen Schlüsselbegriffen. Findet der Techniker die notwenige Information nicht in der lokalen Datenbank, so kann er bei vorhandener Kommunikationsverbindung in der zentralen Datenbank nach den aktuellsten Problemlösungen suchen. Die mobile Anwendung ermöglicht den Technikern, zusätzlich neue Hinweise zu erfassen sowie bestehende Hinweise anzupassen. Die Änderungen werden bei vorhandener Kommunikationsverbindung direkt oder mit der nächsten Synchronisati-*

*on über Docking Station übertragen. Administratoren überprüfen die Änderungen und geben diese frei.*

*Mit der Einführung der Lösung reduziert sich die eingesetzte Zeit, um ähnliche Lösungen zu bereits bekannten Problemen zu erarbeiten. Die erhöhte Effizienz führt zu einer verbesserten Kundenzufriedenheit, da die Servicetechniker die Probleme der Kunden kompetenter und schneller lösen. Die Möglichkeit, das für eine bestimmte Problemsituation notwendige Wissen vor Ort abfragen zu können, erlaubt der Linc Group die Ausbildungszeiten zu verkürzen und damit Kosten zu sparen. Bei Personalwechseln reduziert die zentrale Speicherung des Wissens die Abhängigkeit von Mitarbeitern und führt zu einer breiteren, längerfristigen Verfügbarkeit des Wissens [s. LincGroup 2004].*

#### 4.2.4 Materialwirtschaft

##### Geschäftsobjekte und Rollen

Die Materialwirtschaft ist ein Unterstützungsprozess für die Instandhaltung, die Reinigung sowie das Umzugsmanagement. Sie versorgt die Prozesse mit den benötigten Materialien wie Ersatzteile, Werkzeuge, Reinigungs- und Hygieneartikel sowie Gegenständen der Raumausstattung.

Bei den Lagerorten lassen sich *Zentrallager* und *lokale Lager* unterscheiden. Die lokalen Lager befinden sich in den Fahrzeugen des Reinigungspersonals und der Servicemitarbeiter oder auch an fixen Standorten. Die lokalen Lager sind zentral oder dezentral gesteuert. Bei der zentralen Steuerung werden sie aufgrund aktueller Bedarfs- und Bestandsdaten mit Material versorgt. Bei einer dezentralen Steuerung bestellen die Materialempfänger die Materialien für ihre Lager selber.

Die Materialwirtschaft deckt den gesamten logistischen Prozess von der Bedarfsbekanntgabe per Reservation, Disposition, Bestellung beim Lieferanten über Wareneingang, Umbuchung, Warenausgang, Inventur bis hin zur Rechnungsprüfung ab. Tabelle 4-10 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte der Materialwirtschaft zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Lagermitarbeiter (mobil) Warenempfänger bspw. Service-, Reinigungs- und Umzugspersonal (mobil) Einkauf/Disposition Rechnungsprüfung Lieferant	Material (beweglich) Servicefahrzeug (beweglich) Lagerplatz	Reservation Bestellung (Lieferanten-)Rechnung

Tabelle 4-10 Rollen und Geschäftsobjekte der Materialwirtschaft

## Basisfunktionen

Aufgrund der Basisfunktionen sind folgende Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien denkbar (s. Tabelle 4-11):

- Das Szenario *Mobiler Produktkatalog/-bestellung* (7) unterstützt die Warenempfänger mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.
- Das Szenario *Mobile Bestandsführung* (8) unterstützt die Lagermitarbeiter und Warenempfänger mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.
- Das Szenario *Automatische Warenverfolgung* (9) baut auf der „Lokalisierung“ des Materials auf.

Szenario	Basisfunktion*		Beschreibung
Mobile Produktkatalog/-bestellung (7)	Mobiler Applikationszugriff	●	Die Warenempfänger (Service-, Reinigungs-, Umzugspersonal) greifen auf den Produktkatalog zu, fragen Bestände, Preise, Lieferzeiten etc. ab und erfassen Bestellungen
	Identifikation, Erfassung von Zustandsdaten, Lokalisierung, Notifikation	○	
Mobile Bestandsführung (8)	Mobiler Applikationszugriff	●	Die Lagermitarbeiter und Warenempfänger prüfen Bestellungen, verbuchen Wareneingänge, Warenausgänge und buchen Inventurdifferenzen aus
	Identifikation	●	Identifikation von Lagerplätzen mit mobilen Endgeräten zur einfacheren Erfassung obiger Bewegungen
Automatische Warenverfolgung (9)	Erfassung von Umgebungsdaten, Lokalisierung, Notifikation	○	Nicht Bestandteil des Szenarios
	Identifikation	●	Identifikation von Paletten, Kartons, Transportbehälter oder Einzelprodukten mit daran angebrachten Transpondern
	Lokalisierung	●	Lokalisierung der ausgezeichneten Objekte mit Lesegeräten an ausgewählten Warenein-/Warenausgangsbereichen oder Lagerplätzen und automatisches Verbuchen der Zu- und Abgänge sowie von Umlagerungen
	Mobiler Applikationszugriff Erfassung von Zustandsdaten, Notifikation	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

Tabelle 4-11 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID in der Materialwirtschaft

### Anwendungsszenario Mobiler Produktkatalog/-bestellung (7)

Der Warenempfänger erhält über ein mobiles Endgerät Zugriff auf den Ersatzteilkatalog. Fehlen ihm Materialien, kann er diese suchen, die Verfügbarkeit ab Lager prüfen und bestellen. Für dringende Fälle kann der Warenempfänger die Verfügbarkeit des Materials in den Servicefahrzeugen seiner Kollegen prüfen. Voraussetzung für dieses Szenario ist das Führen der Fahrzeugbestände in einem zentralen System.

*Bell Canada ist der führende kanadische Anbieter von Telekommunikationslösungen für Privat- und Geschäftskunden. Die rund 4000 Servicetechniker beheben Störungen typischerweise vor Ort beim Kunden. Dabei muss ein Techniker nach erfolgreicher Fehlersuche und Diagnose aus über 55'000 lagernden Ersatzteilen für Baugruppen wie Modems, Telefonanlagen und Anschlussdosen die jeweils benötigten Teile identifizieren und bestellen. Aufgrund der immer kürzeren Technologiezyklen erweitert sich der Stamm an Ersatzteilen stetig, weshalb der Katalog in gedruckter Form schnell veraltet (zum Druckzeitpunkt sind bereits 10% der Daten überholt).*

*Über eine mobile Beschaffungslösung haben nun alle Servicetechniker Zugriff auf den vollständigen aktuellen Ersatzteilkatalog. Sie suchen die passenden Komponenten und können Abbildungen, Verfügbarkeiten und Preise einsehen, um anschliessend eine Bestellung auszulösen. Bell Canada hat die Lösung in einem zweiten Schritt soweit ausgebaut, dass die Ersatzteilbestände in den eigenen Fahrzeugen geführt und dass die Servicetechniker die Bestände in weiteren Fahrzeugen prüfen können [s. Turowski/Pousttchi 2003, 195ff].*

### Anwendungsszenario Mobile Bestandsführung (8)

Die mangelnde Transparenz über die aktuellen Materialbestände in den *lokalen Lagern*, speziell in den Fahrzeugen der Servicemitarbeiter, ist in der Praxis ein häufiges Problem. Dies ist bei einer zentralen Steuerung der Versorgung der lokalen Lager mit Material sowie bei teuren Materialien mit kleinem Lagerumschlag wichtig. Die Ausstattung der Warenempfänger mit mobilen Endgeräten bzw. Barcodescannern zur Erfassung der Warenbewegungen und aktuellen Bestände entschärft das Problem.

Die Lösung umfasst dabei dieselben Funktionen wie das bei der Fraport AG eingeführten System im Zentrallager (s. Abschnitt 3.3) und entspricht den beschriebenen Beispielen bei Bell Canada und der Hoval AG (s. Abschnitt 4.2.3).

### Anwendungsszenario Automatische Warenverfolgung (9)

Das Anbringen von Transpondern an Paletten, Kisten, Mehrwegbehältern oder Einzelprodukten und die Installation von Lesegeräten erlaubt die automatische Verfolgung von Waren entlang der Logistikkette. Die Publikationen von [Strassner 2005], [Tellkamp 2005] und [Gross 2006] beschäftigen sich detailliert mit den RFID-Anwendungsgebieten in der Logistik unterschiedlicher Branchen. Hohe Bedeutung kommt dabei der automatischen Erfassung von Warenein- und Warenausgängen zu.

In Analogie dazu ist denkbar, RFID-Lesegeräte bei Warenein-/Warenausgangszonen der Zentrallager und in Servicefahrzeugen zu installieren und die Zu- bzw. Abgänge von mit RFID-Transpondern ausgezeichneten Materialien automatisch zu erfassen. Aktuell ist das Szenario im FM aufgrund verschiedener Hindernisse kritisch zu hinterfragen: (1) Trotz der hohen Volumina in Handelprozessen und des damit verbundenen hohen Automatisierungspotenzials ist die Berechnung des Business Case schwierig [s. Tellkamp 2005, 5ff]. (2) Im Vergleich zu Handelsprozessen nehmen sich die Volumina in der Materialwirtschaft des FM bescheiden aus. (3) Zusätzlich bestehen Einschränkungen bez. Lesbarkeit von Transpondern in metallischem Umfeld [s. Gross 2006, 32f]. Eine weitere Automatisierung des Szenarios *Mobile Bestandsführung* erscheint daher zum jetzigen Zeitpunkt nicht sinnvoll.

#### 4.2.5 Reinigung

##### Geschäftsobjekte und Rollen

Bei der Reinigung ist zwischen der *Gebäudereinigung* und der *Reinigung zirkulierender Objekte* zu unterscheiden:

- Die *zirkulierenden Objekte* sind eng mit den Kernprozessen der Gebäudenutzung verknüpft und hängen damit vom Gebäudetyp ab. Zirkulierende Objekte sind Bestandteil der Raumausstattung. Beispiele sind Einkaufswagen im Handel, Betten im Spital, Gepäckwagen am Flughafen und Wäschewagen im Hotel.
- Die *Gebäudereinigung* stellt mit rund 20% der Betriebskosten einen beträchtlichen Kostenblock dar [s. Pom 2005, 28]. Reinigungsleistungen sind daher sorgfältig zu planen und periodisch auf sich ändernde Bedarfe abzustimmen. Leistungsverzeichnisse spezifizieren alle Reinigungsleistungen bezüglich Umfang und Häufigkeit. Die GEFMA unterscheidet die Tätigkeitsgruppen Unterhalts-, Glas- und Fassaden-, Sonder-, Industriereinigung sowie die Reinigung und Pflege der Außenanlagen [s. GEFMA 2004b, 19]. Bei der Bodenpflege beeinflusst im Wesentlichen die Fläche, die Bodenart (Teppich, Hartbelag, etc.) und die Reinigungsart (Staubsaugen, Feuchtwischen etc.) die Kosten. Die zentralen Kostentreiber, welche es bei der Unterhaltsreinigung von Arbeitsplätzen, sanitären Einrichtungen oder sonstigen Ausrüstungen wie Aufzügen und Rolltreppen in Leistungsverzeichnissen zu vereinbaren gilt, sind die Anzahl der Objekte (Schreibtische, Tischlampen, Papierkörbe, Lichtschalter etc.) und die Reinigungsart (Staubwischen, Entleeren der Papierkörbe, Aschenbecher etc.).

Ein wichtiger Aspekt der Reinigung ist das Qualitätsmanagement. Nur mit einer konsequenten Qualitätsüberwachung mit entsprechender Dokumentation ist es möglich, eine regelmäßige, qualitätsorientierte Reinigung von Immobilien zu erreichen und zu halten. Tabelle 4-12 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Reinigungspersonal (mobil) Qualitätsprüfer (mobil)	Raum Raumausstattung (beweglich) Bauelement Transportanlagen Sanitärobjekte	Reinigungsauftrag Leistungsverzeichnis Fläche CAD-Plan

Tabelle 4-12 Rollen und Geschäftsobjekte der Reinigung

### Basisfunktionen

Aufgrund der Basisfunktionen sind folgende Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien denkbar (s. Tabelle 4-13):

- das Szenario *Nutzungsbasierte Reinigung (10)* baut auf der „Lokalisierung“ der zu reinigenden Objekte auf.
- Das Szenario *Mobile Qualitätssicherung (11)* unterstützt die Qualitätsprüfer mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.
- Das Szenario *Mobile Reinigungsausführung (12)* unterstützt das Reinigungspersonal mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.

Sze-nario	Basisfunktion*		Beschreibung
Nutzungsbasierte Reinigung (10)	Identifikation	●	Identifikation zirkulierender, zu reinigender Objekte mit daran angebrachten Transpondern
	Lokalisierung	●	Lokalisierung der ausgezeichneten Objekte an definierten Punkten zur Messung ihrer Nutzung und zum Ableiten bedarfsgerechter Reinigungsmassnahmen
	Mobiler Applikations-zugriff, Notifikation, Erfassung von Zu-standsdaten	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

Tabelle 4-13 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID in der Reinigung

Szenario	Basisfunktion*		Beschreibung
Mobile Qualitätssicherung (11)	Mobiler Applikationszugriff	●	Der Qualitätsprüfer überprüft den Reinigungszustand vor Ort, dokumentiert ihn und gleicht den Zustand mit den in den Leistungsverzeichnissen definierten Service-Levels ab
	Identifikation	●	Identifikation des zu prüfenden Raumes oder Objekts mit Transpondern oder Barcode zur Anzeige des vereinbarten Service-Levels
	Lokalisierung	●	Lokalisierung des Qualitätsprüfers zur Identifikation des zu prüfenden Raumes oder zur Navigation zum Objekt
	Erfassung von Umgebungsdaten, Notifikation	○	
Mobile Reinigungsausführung (12)	Mobiler Applikationszugriff	●	Das Reinigungspersonal greift vor Ort auf den aus zugeteilten Reinigungsaufträgen bestehenden Arbeitsvorrat zu
	Identifikation	●	Mit der Identifikation der zu reinigenden Objekte quittiert das Reinigungspersonal die Aufträge und dokumentiert damit die erledigten Tätigkeiten
	Lokalisierung	●	Lokalisierung des Reinigungspersonals zur Unterstützung bei der Navigation zum Objekt
	Notifikation	●	Information des Reinigungspersonals über dringende Sonderreinigungen
	Erfassung von Zustandsdaten	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

Tabelle 4-14 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID in der Reinigung (Fortsetzung)

### Anwendungsszenario Nutzungsbasierte Reinigung (10)

Anhand der Nutzungsintensitäten, z.B. „Konferenzraum wurde seit letzter Reinigung nicht genutzt“ oder „Arbeitsplatz ist wegen Urlaub nicht besetzt“, können Reinigungsintervalle optimiert und Kosten eingespart werden. Die Lokalisierung der Gebäudebenutzer bspw. mittels Transponderkarten würde Rückschlüsse auf die Nutzungsintensitäten der Räume zulassen. Eine isolierte Umsetzung zur Steuerung der Reinigung erscheint aufwendig und aus datenschutztechnischen Gründen problematisch. Fallen die Daten als Nebenprodukt eines anderen Prozesses an, wäre eine (anonymisierte) Verwendung für die Reinigung hingegen denkbar. Beispiele sind die Nutzung von Daten aus Zutrittskontrollsystmen (s. Abschnitt 4.2.7) oder aus sicherheitstechnischen Anwendungen.

Der englische Ölkonzern BP die Lokalisierung seiner Mitarbeiter auf einem 2,5 km<sup>2</sup> grossen Raffineriegelände. Im Notfall will BP damit die Evakuierung aller Mitarbeiter gewährleisten. Die Lösung basiert auf aktiver RFID-Technologie,

wurde im Pilot erfolgreich getestet und ist Ende 2006 produktiv [Brown 2006, 27].

Die laufende Lokalisierung zirkulierender Objekte ermöglicht, einerseits deren Nutzungsintensitäten aufzuzeichnen und andererseits den Nutzer zu bestimmen. Reinigungsart und Umfang ist damit nutzungsabhängig definierbar und eine verursachergerechte, nutzungsbasierte Verrechnung ist möglich.

*Das Inselspital Bern gehört zu den führenden Universitätsspitälern der Schweiz. Die Direktion Betrieb zählt mehr als 1'000 Mitarbeiter und ist für die Supportprozesse Infrastruktur, Logistik und Hotellerie verantwortlich. Das Management der 1'600 Spitalbetten ist ein anspruchsvoller Prozess. Die Mitarbeiter rüsten die Betten ca. 40'000-mal pro Jahr ab, reinigen sie und bereiten sie neu auf. Damit der Bettencyklus reibungslos funktioniert, sind viele Mitarbeitende des Inselspitals (Pflegepersonal, Transportdienst, Buchhaltung, Reparaturdienst, Mitarbeitende der Hauswirtschaft etc.) involviert.*

*Seit September 2005 sind 20 Betten und Matratzen mit RFID-Transpondern ausgerüstet. Die 17 installierten RFID-Lesegeräte erfassen und protokollieren automatisch die Bettstandorte. Diese Daten dienen zur Steuerung und Optimierung der Reinigungs-, Inventur-, Reparatur- und Buchhaltungsprozesse. Trifft ein Bett in der Bettenzentrale ein, zeigt das System den Mitarbeitern sofort die notwendige Reinigungsart für Bettgestell und Matratze an. Die Reinigungsart ist abhängig von der Reinigungshistorie, der Dauer des Betteneinsatzes und der Art der Nutzung (z.B. bei infektiösen Patienten).*

*Die Lösung minimiert aufwendige Reinigungszyklen nach dem höchsten Standard. Aufwendungen für das manuelle Führen von Bettenkontrollkarten entfallen ganz. Die Bettendstände sind jederzeit transparent, womit sich die Inventur und das Erstellen von Inventurlisten erheblich vereinfacht. Das Inselspital Bern strebt mit der auf Basis der Daten möglichen Optimierung der Bettendstände und -verteilung eine Reduktion der notwendigen Betten an. Die eindeutige Identifikation der Betten erlaubt neu das Führen einer Reparaturhistorie, womit sich die Fehlersuche bei Defekten reduziert. Auch ist der aufgrund der revidierten Gesundheitsverordnung neu zu erbringende Nachweis der jährlichen Funktionskontrolle einfach. Schliesslich ist mit dem Ausrollen der Lösung auf alle drei Bettenzentralen des Inselspitals im Jahr 2006 eine verursachergerechte, nutzungsbasierte Kostenverrechnung an die Kliniken des Inselspitals Bern geplant [s. Schalcher et al. 2005; FMS 2006, 38ff].*

### **Anwendungsszenario Mobile Qualitätssicherung (11)**

Zur Qualitätssicherung ist die Sauberkeit auf Basis der in den Leistungsverzeichnissen definierten Service-Levels regelmässig zu prüfen. Die mit der Qualitätsprüfung betrauten Mitarbeiter erhalten über ein mobiles Endgerät Zugriff auf die Leistungsverzeichnisse und Checklisten zur Beurteilung der Sauberkeit. Fotos können den vorgefundenen Zustand weiter dokumentieren. Die Ergebnisse dienen bei extern vergebener Leistungserbringung der Lieferantenbeurteilung, bei interner Erbringung der Qualitätsbeurteilung und helfen Massnahmen zur Qualitätser-

höhung einzuleiten. Die Fraport AG nutzt das Szenario zur Beurteilung externer Dienstleister (s. Abschnitt 3.5).

### Anwendungsszenario Mobile Reinigungsausführung (12)

Das Reinigungspersonal kann über ein mobiles Endgerät auf seinen Arbeitsvorrat zugreifen. Dieser enthält Reinigungsaufträge, welche die Reinigungstätigkeiten spezifizieren. Transponder an den zu reinigenden Objekten und deren Identifikation zum Quittieren der Reinigungsaufträge dokumentieren die Reinigung. Dringende Sonderreinigungen zur Beseitigung störender Verunreinigungen werden dem Reinigungspersonal über Push-Mechanismen auf das mobile Endgerät gesandt. Das Szenario entspricht damit Szenario zur Verteilung und Dokumentation von Instandhaltungstätigkeiten in Abschnitt 4.2.3.

## 4.2.6 Energiemanagement

### Geschäftsobjekte und Rollen

Das Ziel des Energiemanagements ist, Transparenz über den Energieverbrauch und -kosten herzustellen sowie den Verbrauch zur Kosteneinsparung und zur Schonung wertvoller Naturressourcen zu minimieren. Unter die Aufgaben des Energiemanagements fallen die Energiebeschaffung und -entsorgung, die Verbrauchskontrolle und Massnahmenplanung, die Energiebedarfsplanung und die Nutzungsoptimierung [s. Nävy 2006, 329ff].

Voraussetzung für ein funktionierendes Energiemanagement ist die regelmässige Erfassung und Kontrolle des Energieverbrauchs mit Energiezählern. Abweichungen vom Normalverbrauch können so aufgedeckt und Gegenmassnahmen eingeleitet werden. Weitere Ineffizienzen werden mit der Zuordnung der Verbrauchsdaten zu Flächen, der Berechnung entsprechender Kennziffern und Benchmarking deutlich. Zusätzlich bilden die Verbrauchsdaten die Basis für die Nebenkostenabrechnung im Rahmen des Mietmanagements. Tabelle 4-15 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Zählerablesepersonal (mobil)	Energiezähler	Energieverbrauch (Strom, Wärme, Wasser, Druckluft, Öl, etc.)

Tabelle 4-15 Rollen und Geschäftsobjekte des Energiemanagements

## Basisfunktionen

Aufgrund der Basisfunktionen sind folgende Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien denkbar (s. Tabelle 4-16):

- Das Szenario *Mobile Zählerstandserfassung (13)* unterstützt das Zählerablesepersonal mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.
- Das Szenario *Automatische Zählerstandserfassung (14)* baut auf der Funktion „Erfassung von Zustandsdaten“ der Energiezähler auf.

Szenario	Basisfunktion*		Beschreibung
Mobile Zählerstandserfassung (13)	Mobiler Applikationszugriff	●	Das Zählerablesepersonal erfasst den Zählerstand mit dem mobilen Endgerät vor Ort
	Identifikation	○	Identifikation des Zählers mit dem mobilen Endgerät
	Lokalisierung	○	Lokalisierung des Zählerablesepersonals zur Unterstützung bei der Navigation
	Erfassung von Umgebungsdaten, Notifikation	○	
Automatische Zählerstandserfassung (14)	Erfassung von Zustandsdaten	●	Fix installierte Zähler zeichnen den Energieverbrauch auf
	Notifikation	●	Die im Zähler integrierte Kommunikationseinheit übermittelt den Verbrauch periodisch an ein zentrales System
	Identifikation	●	Der Zähler identifiziert sich über eine eindeutige Kennung beim zentralen System
	Mobiler Applikationszugriff, Lokalisierung	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

*Tabelle 4-16 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID im Energiemanagement*

### Anwendungsszenario Mobile Zählerstandserfassung (13)

Die für das Ablesen der Zählerstände verantwortlichen Personen erhalten ein mobiles Endgerät, mit welchem sie die Daten vor Ort erfassen. Zusätzlich kann das Endgerät mit einem Lesegerät zur automatischen Identifikation des Zählers ausgestattet sein<sup>28</sup>.

*Fortum Corp. ist Schwedens führender Energieversorger mit mehr als 850'000 Kunden. Der bisherige papierintensive Prozess für das Ablesen von Zähler-*

<sup>28</sup> Nokia sieht darin ein zentrales Anwendungsgebiet der NFC-Technologie [s. Nokia 2006a, 3]

*ständen führte zu schlechter Datenqualität und damit zu Kundenreklamationen wegen ungenauer Abrechnungsbelege.*

*Daher beschloss Fortum Corp. die Realisierung einer mobilen Applikation und stattete die Aussendienstmitarbeiter mit entsprechenden Mobiltelefonen aus. Die Mitarbeiter können Kundeninformation vor Ort abfragen und erfassen die Zählerstände mit der mobilen Applikation. Diese übermittelt die Werte direkt in die Kundendatenbank, in welcher vor der Übernahme ins Abrechnungssystem eine Plausibilitätsprüfung stattfindet.*

*Die Lösung reduziert die fehlerhaften Fakturen und erhöht damit die Kundenzufriedenheit. Weil die manuelle Datenerfassung im Backoffice wegfällt, konnten die Kosten um 27% gesenkt werden [s. Lerner/Frank 2004, 30f].*

#### **Anwendungsszenario Automatische Zählerstandserfassung (14)**

Moderne Zähler enthalten neben der reinen Verbrauchsanzeige eine Kommunikationseinheit, welche die automatische Übertragung der Verbrauchswerte gestattet. Auf dem Markt sind sowohl Systeme zur drahtlosen als auch zur drahtgebundenen Datenübertragung erhältlich. Im Gegensatz zur mobilen Zählerstandserfassung ist das Vorhandensein oder das teure und aufwendige Umrüsten der Anlagen auf Zähler mit automatischer Zählerstandsübermittlung Voraussetzung für dieses Szenario<sup>29</sup>.

*Die Sachsenmilch AG ist einer der modernsten Milch verarbeitenden Betriebe Europas. Fünf Molkereien produzieren Milchfrischprodukte der Marken Müller und Sachsenmilch. Die grossen Verarbeitungsmengen verursachen einen hohen Energiebedarf sowohl an elektrischer Leistung zum Betrieb der Anlagen und Maschinen als auch an thermischer Energie für die Produktionsprozesse und den Aufbau geschlossener Kühlketten zur Lagerung.*

*Mit dem Aufbau eines Energiemanagementsystems erzeugt die Sachsenmilch AG Transparenz beim Energieverbrauch und erreicht die verursachergerechte Verteilung der Energiekosten auf die einzelnen Kostenstellen im Produktionsprozess. Die transparente Darstellung des Verbrauchs weckt das Verantwortungsbewusstsein und zeigt Möglichkeiten zur Energieeinsparung auf. Weitere Ziele sind, abschaltbare Lasten und Netzverluste im Transportnetz zu entdecken. Die Sachsenmilch AG hat dazu rund 700 Zähler mit integrierten Kommunikationseinheiten installiert. Diese melden den Verbrauch periodisch dem zentralen Energiemanagementsystem, welches umfassende Auswertungen erlaubt. Transparenz beim Energieverbrauch schafft und damit die Basis für Energieoptimierungsmassnahmen legt [s. Altmannshofer 2006, 29].*

<sup>29</sup> Vgl. dazu auch [Gruhn et al. 2005b, 10-14], welcher die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Systeme detailliert untersucht.

### 4.2.7 Sicherheits- und Schliessmanagement

#### Geschäftsobjekte und Rollen

Zum Sicherheits- und Schliessmanagement zählen alle Leistungen, die der Sicherung der Gebäude und ihrer Nutzer dienen. Die Massnahmen umfassen unter anderem die Objektbewachung mit Rundgängen, Zugangskontrollen durch Pförtner bzw. durch elektronische Vorrichtungen und Schliessdienste [s. Pierschke 2000b, 300].

In direktem Zusammenhang steht das Schlüsselmanagement. Dieses beinhaltet die Verwaltung der Schliessmittel, d.h. ID-Cards, PIN- sowie herkömmliche Schlüsselsysteme. Der Schliessplan als Dokumentation der Zuordnung von Schliessmittel über Schliessanlage und Tür zu Raum erzeugt Transparenz bei der Überwachung der Zutrittsregelung.

Zusätzlich zu den personenbezogenen Massnahmen können Sensoren Alarmmeldungen auslösen und damit zur Sicherheit der Gebäude beitragen. Tabelle 4-17 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Pförtner Bewachungspersonal (mobil) Benutzer (mobil)	Standort Gebäude Raum Tür Alarmsensor Schliessmittel (beweglich) Servicefahrzeug (beweglich)	Rundgang bestehend aus mehreren Kontrollpunkten Schliessplan CAD-Plan

Tabelle 4-17 Rollen und Geschäftsobjekte des Sicherheits- und Schliessmanagements

#### Basisfunktionen

Aufgrund der Basisfunktionen sind folgende Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien denkbar (s. Tabelle 4-18):

- Das Szenario *Mobile Revierbewachung* (15) nutzt die Funktion „Mobiler Applikationszugriff“ für das Bewachungspersonal und kombiniert diese Funktion mit der „Identifikation“ von Kontrollpunkten.
- Das Szenario *Zutrittskontrolle* (16) baut auf der Funktion „Identifikation“ von Benutzern auf.
- Das Szenario *Automatische Alarmierung* (17) baut auf den Funktionen „Erfassung von Zustandsdaten“ und „Notifikation“ der Alarmsensoren auf.
- Das Szenario *Ortsbasierte Alarmierung* (18) baut auf der „Lokalisierung“ des Bewachungspersonals auf.

Szenario	Basisfunktion*		Beschreibung
Mobile Revierbewachung (15)	Mobiler Applikationszugriff	●	Dem Bewachungspersonal wird der nächste aufzusuchende Kontrollpunkt angezeigt
	Identifikation	●	Die Identifikation des Kontrollpunkts dokumentiert Einsatzzeit und Ort
	Lokalisierung	●	Lokalisierung des Bewachungspersonals zur Unterstützung bei der Navigation zum nächsten Kontrollpunkt
	Notifikation	●	Information des Bewachungspersonals über Unregelmäßigkeiten und Alarmmeldungen zur Intervention vor Ort
	Erfassung von Umgebungsdaten	○	
Zutritskontrolle (16)	Identifikation	●	Identifikation der Benutzer zur Zutritsgewährung an Eingängen und Türen
	Lokalisierung	●	Lokalisierung des Benutzers, indem er sich an einer bestimmten Stelle identifiziert
	Mobiler Applikationszugriff, Erfassung von Zustandsdaten, Notifikation	○	
Automatische Alarmierung (17)	Erfassung von Zustandsdaten	●	Alarmsensoren in Gebäudekomponenten überwachen laufend bestimmte Zustände wie Bewegungen, Rauchentwicklung, Glasbrüche etc.
	Notifikation	●	Die Alarmsensoren lösen bei Abweichungen vom Sollzustand Alarmmeldungen aus
	Identifikation	●	Der Alarmsensor identifiziert sich über eine eindeutige Kennung beim empfangenden System
	Lokalisierung	●	Der Alarmsensor meldet im Alarmfall seine aktuelle Position
	Mobiler Applikationszugriff	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

*Tabelle 4-18 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID im Sicherheits- und Schliessmanagement*

Sze-nario	Basisfunktion*		Beschreibung
Ortsbasierte Alarmierung (18)	Lokalisierung	●	Lokalisierung des Bewachungspersonals bzw. seiner Fahrzeuge als Basis für die Einsatzzuteilung bei Alarmmeldungen oder Notrufen
	Notifikation	●	Information des Bewachungspersonals über Unregelmässigkeiten und Alarmsmeldungen zur Intervention vor Ort
	Mobiler Applikations-zugriff, Identifikation, Erfassung von Zu-standsdaten	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

*Tabelle 4-19 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID im Sicherheits- und Schliessmanagement (Fortsetzung)*

### Anwendungsszenario Mobile Revierbewachung (15)

Das Szenario entspricht der Dokumentation von Instandhaltungs- und Reinigungstätigkeiten (s. Abschnitte 4.2.3 und 4.2.5)<sup>30</sup>. Der Unterschied liegt einzig in unterschiedlichen Tätigkeiten vor Ort, die beim Sicherheits- und Schliessmanagement bspw. das Abschliessen von Türen oder auch eine reine Sichtkontrolle sein können.

Gehen in der Notrufzentrale Meldungen über Unregelmässigkeiten ein oder lösen Sicherheitssysteme Alarmsmeldungen aus (s. Szenario *Automatische Alarmierung (17)*), so kann das Bewachungspersonal informiert und zur Überprüfung vor Ort gesandt werden.

### Anwendungsszenario Zutrittskontrolle (16)

Der Einsatz von RFID-Technologie in Zutrittskontrollsystmen ist in der Praxis bereits verbreitet. Zu unterscheiden sind Systeme mit bzw. ohne Zugang zu einem zentralen Rechner. Bei den als Offline bezeichneten Systemen ohne Zugang zu einem zentralen Rechner ist die Liste der zutrittsberechtigten Schlüsselkennungen in der Schliessanlage vor Ort hinterlegt. Für weitere Details zur Zutrittskontrolle sei an dieser Stelle auf [Finkenzeller 2006, 407-410] verwiesen.

### Anwendungsszenario Automatische Alarmierung (17)

Standardbeispiele zur Sicherung von Gebäuden sind Bewegungs-, Brand- und Glasbruchmelder sowie Schliesskontakte und Videokameras. Diese Anlagen können vor Ort akustische Signale auslösen und mit drahtloser oder drahtgebundener Vernetzung Notrufzentralen alarmieren. Fehlalarmquoten von zurzeit ca. 80%

<sup>30</sup> Das führende Schweizer Unternehmen für Sicherheitsdienstleistungen, die Securitas AG, bringt in jedem bewachten Objekt so genannte Badges (Datenträger) mit einem unsichtbaren Strichcode an. Mit der elektronischen Kontrolluhr erfassen und registrieren die Securitas-Mitarbeiter den Einsatz zeitlich und örtlich [Securitas 2006]

verursachen hohe Kosten und sind einer der Hauptgründe für den zögerlichen Einsatz. Die Vernetzung der Komponenten erlaubt die Verknüpfung der erfassten Daten mit weiteren Umgebungsdaten wie Licht und Temperatur. Mustererkennungsalgorithmen auf Basis dieser Daten zur signifikanten Reduktion der Fehlalarmquote ist Thema aktueller Forschung [vgl. Scherer/Grinewitschus 2006, 7].

### Anwendungsszenario Ortsbasierte Alarmierung (18)

Gehen bei der Notrufzentrale Meldungen ein, hat diese über die Entsendung von Mitarbeitern zu entscheiden. Die Lokalisierung und Zuteilung der verfügbaren Sicherheitskräfte mit den kürzesten Anfahrtswegen garantiert ein schnelles Eintreffen.

*Die italienische Polizei hat in 113 Städten ein mobiles Notrufsystem für Polizeieinsatzkräfte in Betrieb genommen. Die Provinzkommandanturen der Carabinieri wurden dazu mit Call-Centern ausgestattet. Die rund 8'000 Einsatzfahrzeuge verfügen über GPS-Geräte, die bei Bedarf die aktuellen Positionsdaten per GSM übermitteln. Geht ein Anruf bei der Einsatzleitzentrale ein, ermittelt das System anhand der Telefonnummer des Anrufers automatisch seinen Namen und seine Adresse und zeigt diese Daten auf der digitalen Straßenkarte am Bildschirm an. Darauf werden in Echtzeit der aktuelle Standort und die Bewegungen der über Funk georteten Fahrzeuge dargestellt. Auf diese Weise kann die Einsatzleitung der Carabinieri schnell reagieren und den Einsatz mit den entsprechenden Ressourcen durchführen [s. Lerner/Frank 2004, 88f].*

## 4.2.8 Abfallmanagement

### Geschäftsobjekte und Rollen

Bei der Planung, Steuerung und Überwachung der Abfallentsorgung, dem Erstellen von Abfallbilanzen und dem Führen von Entsorgungsnachweisen handelt es sich mehrheitlich um konzeptionelle und administrative Tätigkeiten. Die Gemeinde am Gebäudestandort ist meist für die „physische“ Entsorgung des Abfalls verantwortlich, bestimmt das Abrechnungssystem und gibt weitere Rahmenbedingungen vor. Tabelle 4-20 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Entsorgungspersonal (mobil)	Abfall	(Lieferanten-)Rechnung

Tabelle 4-20 Rollen und Geschäftsobjekte des Abfallmanagements

### Basisfunktionen

Diese oben genannten Rahmenbedingungen sind vom Betreiber der Immobilie zu berücksichtigen, sind aber nicht beeinflussbar. Der Betreiber kann bspw. RFID-

Systeme zur verursachergerechten Abrechnung der Abfallentsorgung nicht eigenständig umsetzen.

[Gross/Fleisch 2004] diskutieren den Einsatz von RFID-Transpondern zur lebenszyklusübergreifenden Datensammlung bei Elektrogeräten und die Nutzung dieser Daten in Entsorgungsprozessen. Voraussetzung dafür ist die entsprechende Kennzeichnung der Geräte und ihrer Bestandteile durch den Hersteller.

Da die erwähnten Szenarien nicht im Einflussbereich des Betreibers der Immobilie liegen, verzichtet das Buch auf die weitere Untersuchung des Prozesses Abfallmanagement.

#### 4.2.9 Vertrags- und Gewährleistungsmanagement

##### Geschäftsobjekte und Rollen

Im Rahmen des FM gilt es, eine Vielzahl von Verträgen zu schliessen und zu verwalten. Dies sind Werkverträge für Bau- und Umbaumassnahmen, Dienstleistungsverträge für Reinigungs- oder Wartungsleistungen, Versicherungsverträge, Energielieferverträge etc. Im Rahmen des Vertrags- und Gewährleistungsmanagements sind weiter Verjährungsfristen zu prüfen. Vor dem Ablauf der Fristen ist die Inspektion der betroffenen Gewerke auszulösen, um bei Mängeln entsprechende Ansprüche beim Lieferanten geltend zu machen. Tabelle 4-21 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen. Die Abwicklung und Dokumentation der Inspektion ist Bestandteil der geplanten Instandhaltung (s. Abschnitt 4.2.3).

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Sachbearbeiter		Vertrag

Tabelle 4-21 Rollen und Geschäftsobjekte des Vertrags- und Gewährleistungsmanagements

##### Basisfunktionen

Beim Vertrags- und Gewährleistungsmanagement handelt es sich also grösstenteils um administrative Tätigkeiten an fixen Arbeitsplätzen ohne direkte Einwirkung auf bzw. von physischen Objekten. Aus den Basisfunktionen von Mobile Computing und RFID lassen sich daher keine Szenarien herleiten. Der mobile Applikationszugriff auf die Vertragsdaten ist bei den unterstützten Betriebs- und Unterhaltsprozessen beschrieben.

#### 4.2.10 Flächenmanagement

Die Prozesse Einrichtungs- und Ausstattungsplanung, Belegungsplanung und Mietmanagement weisen ähnliche Eigenschaften wie das Vertrags- und Gewährleistungsmanagement auf. Damit finden sich auch keine Szenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien. Basis bilden die im Rahmen der Bestandsdokumentation erhobenen und verwalteten Daten.

#### 4.2.11 Bestandsdokumentation

##### Geschäftsobjekte und Rollen

Die Aufgabe der Bestandsdokumentation besteht in der Erfassung und Pflege der Daten über Gebäude, Flächen, Anlagen, Einrichtungen etc. als informatorische Basis für die FM-Prozesse [s. Reinecke/Böhm 2004, 19]. Dabei kann zwischen der Ersterfassung, der Pflege von Änderungen und der periodischen Überprüfung der Daten unterschieden werden. Für die Ersterfassung ist eine Vorort-Begehung notwendig. Auslöser für Änderungen können Umbauten oder Umzüge sein. Tabelle 4-22 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
Inventurpersonal (mobil)	Gebäudekomponenten Raum Raumausstattung (beweglich)	Fläche CAD-Plan

Tabelle 4-22 Rollen und Geschäftsobjekte der Bestandsdokumentation

##### Basisfunktionen

Aufgrund der Basisfunktionen sind folgende Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien denkbar (s. Tabelle 4-23):

- Das Szenario *Mobile Bestandsdatenerfassung* (19) unterstützt das Inventurpersonal mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.
- Das Szenario *Automatische Bestandsdatenerfassung* (20) baut auf der „Lokalisierung“ der Raumausstattung auf.

Sze-nario	Basisfunktion*		Beschreibung
Mobile Bestandsdatenerfassung (19)	Mobiler Applikations-zugriff	●	Das Inventurpersonal erfasst, prüft oder ändert die Be-standsdaten wie Flächen, Bodenbeläge, Raumausstattung etc. vor Ort
	Identifikation	●	Identifikation der Raumausstattungsobjekte zur einfache-rem Erfassung
	Erfassung von Umge-bungsdaten	●	Distanzmessung bspw. mit Laserdistanzmessgeräten
	Lokalisierung	●	Lokalisierung des Inventurpersonals zur Unterstützung bei der Navigation zum Raum
	Notifikation	○	
Automatische Bestands-datenerfassung (20)	Identifikation	●	Identifikation der Gebäudeausstattung mit daran ange-brachten RFID-Transpondern
	Lokalisierung	●	Lokalisierung der ausgezeichneten Objekte an definierten Punkten. Damit werden die Daten, d.h. die Zuordnung vom Objekt zum Raum, im bestandsführenden System automatisch aktualisiert
	Mobiler Applikations-zugriff, Erfassung von Zustandsdaten, Notifi-kation	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

*Tabelle 4-23 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID in der Bestandsdokumentation*

### **Anwendungsszenario Mobile Bestandsdatenerfassung (19)**

Die mit der Bestandsdatenerfassung betrauten Mitarbeiter erhalten ein mobiles Endgerät zur Erfassung der Bestandsdaten vor Ort. Neben der manuellen Datenerfassung erlauben mit Transpondern ausgezeichnete Objekte deren einfache Identifikation. Die in der Praxis verbreiteten Laserdistanzmessgeräte beschleunigen die Datenerfassung erheblich und übertragen die Messdaten zur weiteren Verarbeitung an die mobile Applikation<sup>31</sup>.

*Die Landkreisverwaltung von El Paso im US-Bundesstaat Colorado zeichnet seit September 2004 die IT-Ausrüstung der Arbeitsplätze durchgängig mit RFID-Transpondern aus. Dies sind rund 4400 PCs und Monitore, 400 Laptops und 300 Drucker. Mit mobilen Lesegeräten können die Mitarbeiter die IT-Ausrüstung ohne Sichtkontakt aus einer Distanz von 1.8 Metern identifizieren. Dies reduziert einerseits die Aufwendungen zur Bestandsdokumentation im*

<sup>31</sup> Die Firma Sander & Doll AG bietet bspw. mit dem Produkt MOBILAUFMASS eine Komplettlösung an, bestehend aus Software, Lasermessgerät und PDA.

*Rahmen von Begehungens als auch die Inventur von IT-Ausrüstung im Lager [s. Violino 2005]*

### Anwendungsszenario Automatische Bestandsdatenerfassung (20)

Die Auszeichnung von Objekten mit Transpondern und die Installation fixer RFID-Lesegeräte bspw. bei Türen erlaubt die automatische Erfassung der ein- und ausgehenden Objekte. Wie das Beispiel vom Inselspital Bern zeigt, sind Objekte damit schnell auffindbar, und Inventurlisten werden automatisiert erstellt (s. Abschnitt 4.2.5).

#### 4.2.12 Umzugsmanagement

##### Geschäftsobjekte und Rollen

Umzugsraten von 10-25% der Mitarbeiter pro Jahr sind heute wegen Umstrukturierungen, Unternehmenszukaufen/-verkäufen etc. üblich [s. Nävy 2006, 274f]. Der Raumplaner erstellt aufgrund geänderter Nutzungsbedarfe Ausstattungsplanvarianten. Die Freigabe der Vorzugsvariante löst die Planung der notwendigen Massnahmen aus. Basis dazu bildet die Bestandsdokumentation (s. Abschnitt 4.2.11). Neben dem reinen Umzug der Raumausstattung können die Massnahmen auch Umbauarbeiten umfassen. Ist die Reihenfolge der Umzugsaufträge festgelegt, werden die Aufträge terminiert und dem Umzugspersonal zugeteilt. Nach dem Umzug sind die Bestandsdaten zu aktualisieren. Tabelle 4-24 fasst die Rollen und Geschäftsobjekte zusammen.

Rollen	Geschäftsobjekte	
	Physische	Informatorische
(Gebäude-)Raumplaner Umzugspersonal (mobil)	Raumausstattung (beweglich)	Umzugsauftrag Ausstattungsplan CAD-Plan

Tabelle 4-24 Rollen und Geschäftsobjekte des Umzugsmanagements

##### Basisfunktionen

Aufgrund der Basisfunktionen ist folgendes Anwendungsszenario auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien denkbar (s. Tabelle 4-25):

- Das Szenario *mobile Umzugsaufträge (21)* unterstützt das Umzugspersonal mit der Funktion „Mobiler Applikationszugriff“.

Sze-nario	Basisfunktion*		Beschreibung
Mobile Umzugsaufräge (21)	Mobiler Applikations-zugriff	●	Das Umzugspersonal zeigt Ursprungs- und Zielort sowie eine Liste der umzuziehenden Objekte an und quittiert das Abholen und Ausliefern der Objekte
	Identifikation	●	Identifikation der umzuziehenden Objekte mit dem mobilen Endgerät und an den Objekten angebrachten Transpondern zur einfacheren Erfassung
	Lokalisierung	●	Die Lokalisierung des Umzugspersonals unterstützt die Navigation von Quell- zu Zielort
	Notifikation	●	Information des Umzugspersonals über dringende Aufträ-ge
	Erfassung von Umgebungsdaten, Notifika-tion	○	

\*Basisfunktion ist ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

*Tabelle 4-25 Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID im Umzugsmanagement*

### Anwendungsszenario Mobile Umzugsaufräge (21)

Das Umzugspersonal erhält über ein mobiles Endgerät Zugriff auf die Umzugsaufräge, welche Quell-, Zielort und eine Liste der umzuziehenden Objekte enthalten. Eine Bestätigung der Abholung und der Auslieferung sind möglich. Die Quittierung der Auslieferung aktualisiert die Bestandsdaten<sup>32</sup>. Transponder können der einfacheren Identifikation der umzuziehenden Objekte dienen.

#### 4.2.13 Erkenntnisse

Tabelle 4-26 untersucht die entworfenen Anwendungsszenarien auf die von mobilen Mitarbeitern und Objekten genutzten Basisfunktionen von Mobile Computing und RFID. Die Szenarien zeigen unterschiedliche Muster, die sich in die beiden Kategorien *ereignisgesteuertes Prozessmanagement* und *mobile Tätigkeitsausführung* unterteilen lassen. Der folgende Abschnitt 4.2.13.1 beschreibt die zugehörigen Unterkategorien, die identifizierten Ereignisse und Tätigkeiten. Abschnitt 4.2.13.2 diskutiert die eingesetzte Infrastruktur. Benötigen die Szenarien die gleichen Basisfunktionen für identische Objekte und Rollen, so können diese auf derselben Infrastruktur aufbauen. Abschnitt 4.2.13.2 analysiert das Potenzial, die Infrastruktur in mehreren Prozessen zu verwenden.

<sup>32</sup> Die Lösung ArchiFM der EuSIS GmbH erlaubt zusätzlich die Erfassung einer digitalen Unterschrift zur Quittierung des Umzugsaufrags [s. EuSIS 2005, 23].

		Anwendungsszenario		Lösungskategorie				Mitarbeiter mit mobilen Endgeräten				Objekte							
				Unterkategorie															
Mobile Tätigkeitsausführung	Transaktion	Auftragmanagement	Zustandsdokumentation	Ereignisgesteuertes Prozessmanagement		Zustandsüberwachung	Mitarbeiterlokalisierung	Objektkalibrierung	Applikationszugriff	Lokalisierung	Identifikation	Umgebungsdaten	Notifikation	Identifikation	Zustandsdaten	Notifikation	Lokalisierung		
				Automatische Störmeldung (1)	○									●	●	●	○		
		Zustandsdokumentation		Nutzungsbasierte Instandhaltung (3)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○		
				Automatische Zählerstandserfassung (14)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○		
				Automatische Alarmierung (17)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○		
				Automatische Warenverfolgung (9)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	●	
				Nutzungsbasierte Reinigung (10)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	●	
				Autom. Bestandsdatenerfassung (20)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	●	
				Ortsbasierte Personaldisposition (4)	○	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	
				Zutrittskontrolle (16)	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
				Ortsbasierte Alarmierung (18)	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
				Mobile Störfallerfassung (2)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	
				Mobile Qualitätssicherung (11)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	
				Mobile Zählerstandserfassung (13)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	
				Mobile Bestandsdatenerfassung (19)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	
				Mobile Instandhaltungsausführung (6)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	
				Mobile Reinigungsausführung (12)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	
				Mobile Revierbewachung (15)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	
				Mobile Umzugsaufträge (21)	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	
				Mobile Disposition (5)	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
				Mobiler Produktkatalog/-bestellung (7)	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
				Mobile Bestandsführung (8)	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	

Legende: ● Zwingender Bestandteil, ○ Optionaler Bestandteil, ○ Nicht Bestandteil des Szenarios

Tabelle 4-26 Überblick über die Lösungskategorien und Anwendungsszenarien auf Basis von Mobile Computing und RFID

#### 4.2.13.1 Lösungen

##### Ereignisgesteuertes Prozessmanagement

Beim ereignisgesteuerten Prozessmanagement erfassen Mobile Computing und RFID-Technologien Zustandsdaten von Objekten und lokalisieren Objekte und Mitarbeiter. Diese zentral verfügbaren Daten dienen als Entscheidungsgrundlage für manuelles oder automatisiertes Auslösen von Ereignissen und damit von Folgeaktivitäten.

##### Zustandsüberwachung

Auslöser für Ereignisse können überschrittene Sollwerte, aber auch differenzierter reagierende Mustererkennungsalgorithmen sein. Die identifizierten Ereignisse beruhen auf den drei Basisfunktionen „Erfassung von Zustandsdaten“, „Notifikation“ und „Identifikation“ und sind:

- „Störung erkannt/behoben“ (Szenario 1)
- „Instandhaltungsmassnahme auslösen“ (Szenario 3)
- „Unregelmässigkeit im Energieverbrauch erkannt“ (Szenario 14)
- „Sicherheitsrisiko erkannt“ (Szenario 17)

##### Objektlokalisierung

Bewegliche, mit Transpondern gekennzeichnete Objekte und ihre Lokalisierung an definierten Punkten kann sofort oder verzögert Ereignisse auslösen. Ein Beispiel für das sofortige Starten eines Ereignisses ist die Lokalisierung von Material beim Wareneingangstor, welche das Ereignis „Wareneingang buchen“ anstösst. Beispiel für die verzögerte Ereignisauslösung ist die nutzungsbasierte Reinigung, bei welcher erst eine definierte Anzahl von Verwendungen (d.h. Lokalisierungsvorgängen) das Ereignis „Intensivreinigung ist durchzuführen“ startet. In den Anwendungsszenarien identifizierte Ereignisse sind:

- „Warenein-/Warenausgang buchen“ (Szenario 9)
- „Reinigung durchführen“ (Szenario 10)
- „Objekt-/Raumzuordnung ändern“ (Szenario 20)

##### Mitarbeiterlokalisierung

Die Lokalisierung ist ein Hilfsmittel bei der Auswahl passender Mitarbeiter für bestimmte Tätigkeiten. Ziel dabei ist, die Qualität manuell oder automatisiert gefällter Entscheidungen zu erhöhen bzw. die Entscheidungen zu vereinfachen. Die Lokalisationsinformation ist in diesem Fall nicht Auslöser eines Ereignisses, sondern hilft nach Eintreten eines Ereignisses dabei, die richtige Aktivität abzuleiten. In den beschriebenen Beispielen bei der Rohrmax AG und der italienischen Polizei geschieht die Zuordnung des nächsten Mitarbeiters manuell, wäre grundsätzlich aber auch automatisierbar. Neben der Ressourcenzuteilung dient die Lokalisierung bzw. Identifikation vor Ort auch der Zutrittsgewährung. In den Anwendungsszenarien identifizierte Ereignisse und ausgelöste Aktivitäten sind somit:

- „Servicemitarbeiter beauftragen“ (Szenario 4)

- „Zutritt gewähren“ (Szenario 16)
- „Sicherheitspersonal beauftragen“ (Szenario 18)

## **Mobile Tätigkeitsausführung**

Mobile Tätigkeitsausführung zielt auf die bestmögliche Unterstützung der Mitarbeiter vor Ort mit umfassender, aktueller Information und die sofortige Erfassung von Daten, ohne Umweg über Papier. Allen Lösungen gemeinsam ist, dass sie dem Mitarbeiter Information zur Verfügung stellen. Vertragsdaten, Wissensdatenbanken und Leistungskataloge sind Beispiele von vor Ort benötigten Daten. Zusätzlich ermöglichen die mobilen Anwendungen, Zustände vor Ort zu dokumentieren (*Zustandsdokumentation*), Aufträge an mobile Mitarbeiter zu verteilen, die Tätigkeiten vor Ort festzuhalten und zurückzumelden (*Auftragsmanagement*) sowie Transaktionen vor Ort auszuführen (*Transaktion*).

### ***Zustandsdokumentation***

Die Kombination der Basisfunktionen „Mobiler Applikationszugriff“, „Lokalisierung“ und „Identifikation“ dient dazu, Zustände vor Ort zu erfassen und an ein zentrales System zur weiteren Verarbeitung zu übertragen. Die Lokalisierung des mobilen Endgeräts oder Transponder zur Identifikation von Objekten und Räumen vereinfachen die Datenerfassung.

Identifizierte Zustände sind

- Sauberkeit (Szenario 11)
- Zählerstände (Szenario 13)
- Störungen (Szenario 2)
- sowie die aktuellen Bestandsdaten wie Raumausstattung, Abmessungen etc. (Szenario 19).

### ***Auftragsmanagement***

Die Kombination der Basisfunktionen „Mobiler Applikationszugriff“, „Notifikation“, „Identifikation“ und „Lokalisierung“ dient der Verteilung geplanter, vor Ort abzuarbeitender Aufträge, der Dokumentation der verrichteten Tätigkeiten, der Rückmeldung verbrauchter Ressourcen sowie der Information über dringende ungeplante Aufträge. Die Lokalisierung vereinfacht die Navigation zu den aufgesuchten Objekten. Die Identifikation von Kontrollpunkten mit Transpondern erlaubt die transparente nachweisbare Dokumentation der Zeit und Anwesenheit vor Ort.

Die identifizierten Tätigkeiten sind

- Instandhaltung (Szenario 6)
- Reinigung (Szenario 12)
- Revierbewachung (Szenario 15)
- und der Umzug (Szenario 21).

### **Transaktion**

„Mobiler Applikationszugriff“ erlaubt es, Transaktionen direkt am Ort der Tätigkeitsausführung in Anwendungen zu erfassen. Dies ermöglicht die Verlagerung von Tätigkeiten von fixen Arbeitsplätzen zu mobilen Mitarbeitern und die Reduktion von Doppelarbeiten. Die „Identifikation“ von Objekten vereinfacht die Datenerfassung, wie das Beispiel der Fraport AG mit der Barcodeauszeichnung von Lagerplätzen zeigt.

Die identifizierten Transaktionen sind

- Warenein-/Warenausgang buchen (Szenario 8)
- Inventurdifferenz erfassen (Szenario 8)
- Mitarbeiter disponieren (Szenario 5)
- und Material bestellen (Szenario 7).

#### **4.2.13.2 Infrastruktur**

Zur Umsetzung der Anwendungsszenarien eignen sich verschiedene der in Abschnitt 2.1.2 erwähnten Technologien. Die Tabelle 4-27 zeigt die eingesetzten Endgerätekategorien für die je Prozess identifizierten Anwendungsszenarien.

Prozess	Transponder		Embedded Device		Mobiles Endgerät
	Gebäude-kompo-nente	Beweg-liche Objekte	Gebäude-kompo-nente	Fahrzeuge	Mitar-bebeiter
Störfallmanagement	●		●		●
Instandhaltung	●		●	●	●
Betriebsführung technischer Anlagen			●		
Materialwirtschaft	●	●			●
Reinigung	●	●		●	●
Energiemanagement	●		●	●	●
Sicherheits-/Schliess-management	●		●	●	●
Bestandsdokumentation		●			●
Umzugsmanagement		●			●

Tabelle 4-27 Basistechnologien zur Umsetzung der Szenarien in den Prozessen

**Transponder** identifizieren Gebäudekomponenten oder lokalisieren bewegliche Objekte. Die in den Anwendungsszenarien identifizierten Gebäudekomponenten sind technische Anlagen, Räume, Kontrollpunkte und Zähler. Bei der Umsetzung

der Lösungen ist zu prüfen, inwieweit die Prozesse dieselben Objekte identifizieren. Beispielsweise kann ein Kontrollpunkt beim Sicherheits- und Schliessmanagement ein Raum sein, welcher auch im Rahmen der Reinigung zu identifizieren ist. Die beweglichen Objekte sind die Gebäudeausstattung und zu lagernde Materialien. Die Objekte werden bei Türen, Warenein-/Warenausgangsbereichen und in Servicefahrzeugen mit Lesegeräten geortet. Auch hier ist es bspw. möglich, dass Raumausstattungsbestandteile wie ein Bürostuhl zuerst eingekauft, im Rahmen der Materialwirtschaft gelagert und erst bei Bedarf zur Büroeinrichtung hinzugefügt werden. Dieser Bürostuhl ist durchgängig von der Materialwirtschaft über die Bestandesdokumentation hin zum Umzugsmanagement mit derselben Technologie identifizierbar.

**Embedded Devices** dienen der Zustandserfassung von Gebäudekomponenten und der Lokalisierung von Fahrzeugen. Bei den unterschiedlichen, heute in den Gebäuden vorhandenen Systemen für Sicherheit- und Alarmierung, Heizung, Lüftung und Klima (HLK) sowie Transportanlagen handelt es sich meist um unabhängige Systeme, deren Schnittstellen unzureichend entwickelt sind. Die Anlagen unterstützen meist einen spezifischen Prozess [s. Both et al. 2006]. Durch Standardisierung der Schnittstellen und zentrale Verfügbarkeit der erzeugten Daten ergeben sich einerseits Wiederverwendungspotenziale. So sind alle erwähnten Systeme potenzielle Melder von Störungen, und erzeugte Daten können als Basis für die Instandhaltungsplanung dienen. Andererseits erlaubt die Vernetzung der Daten, akkurate auf Ereignisse zu reagieren. So können unterschiedliche Temperaturreinstellungen angrenzender, nicht abgeschlossener Räume die Ursache für einen erhöhten Energieverbrauch sein. Die Heizungs-, Lüftungs- und Klimanalagen beheizen den einen Raum und kühlen den angrenzenden Raum ab. Meldet der Energiezähler einen erhöhten Verbrauch, können die Temperaturen angeglichen werden. Auch die Lokalisierung der Fahrzeuge entweder zur Navigation oder zur Einsatzplanung findet sich in mehreren Prozessen.

Auch für die den verschiedenen Mitarbeitern (Techniker, Reinigungs-, Umzugspersonal etc.) zur Verfügung gestellten **mobilen Endgeräte** sind Standards zu definieren. Dies trifft speziell auf die verwendeten Zusatzgeräte wie RFID- oder Barcodelesegeräte mit entsprechenden Treibern und Applikationsschnittstellen zu.

Die Tabelle 4-27 unterstreicht somit das Potenzial, welches aus der konsequenten Harmonisierung der eingesetzten Technologien in den unterschiedlichen Prozessen für gleiche oder ähnliche Funktionen entsteht. Bei der Verteilung der FM-Aufgaben auf viele evtl. nur lokal agierende Subunternehmen besteht zusätzlich die Gefahr, dass bspw. jedes Unternehmen (Reinigung, Sicherheit, technische Instandhaltung, etc.) die Objekte nach eigenen Vorgaben auszeichnet. Um dieser Gefahr entgegenzutreten, sind vom Betreiber der Immobilie klare Vorgaben zu definieren und durchzusetzen.

## 4.3 Betriebswirtschaftlicher Nutzen der Anwendungen

Klassische Verfahren der Investitionsrechnung oder Unternehmenskennzahlen wie Economic Value Added sind oft nur begrenzt in der Lage, den Nutzen elektronischer Vernetzung aufzuzeigen. Zur Strukturierung des Nutzens von Mobile Computing und RFID wird deshalb das in [Senger 2004, 43f] entwickelte Schema angewendet, das den Nutzen auf den drei Ebenen Strategie, Prozess und Informationssystem bewertet und deren Ursache-Wirkungs-Beziehungen integriert darstellt (s. Abbildung 4-3). Der Nutzen der Mobile Computing und RFID-Lösungen liegt auf den Ebenen Strategie und Prozess. Zur Umsetzung sind auf der Ebene der Systeme neue Komponenten notwendig. Der Entwurf und die Einbindung dieser Komponenten in die bestehende Systemlandschaft haben den Kriterien Skalierbarkeit, Anpassungsaufwand, Integration und Wartbarkeit zu genügen und sind Anforderungen an die in Kapitel 5 entworfene IT-Architektur. Das Buch verzichtet auf die detaillierte Untersuchung der Kosten, da sich die Kostenstruktur einer mobilen Lösung kaum von anderen IT-Projekten unterscheidet.

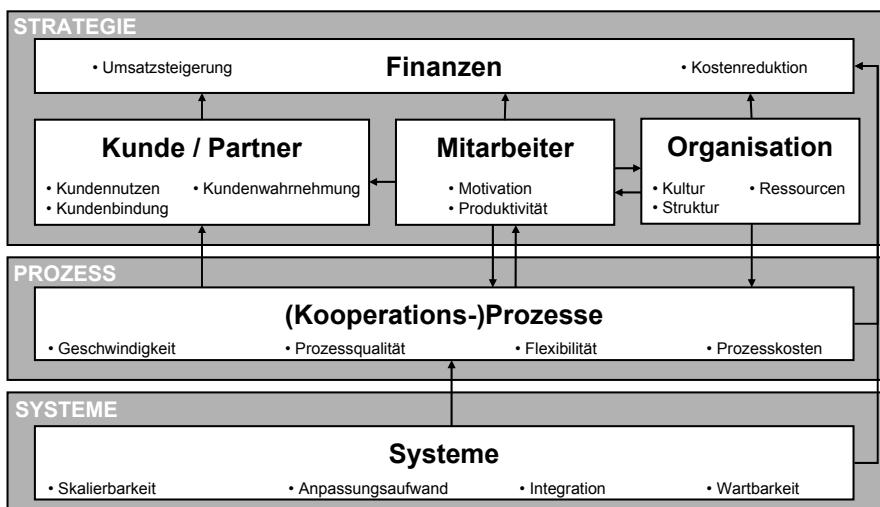


Abbildung 4-3 Schema zur Nutzenbewertung nach [Senger 2004, 43f]

### 4.3.1 Nutzen auf Ebene „Strategie“

**Kunde / Partner.** Wie die Beispiele der Stadtverwaltung Glasgow, Bell Canada, Linc Group und Wetrok AG zeigen, erhöht Mobile Computing und RFID die Auskunftsfähigkeit der Mitarbeiter gegenüber dem Kunden erheblich und führt damit zu einer Verbesserung des Kundenservice. Auch das frühzeitige und effiziente Erkennen von potenziellen Produktstörungen durch die kontinuierliche Überwachung der Fahrtreppen bei der MVG mbH stiftet direkten Kundennutzen,

indem Störfälle reduziert resp. Ausfallzeiten verkürzt werden und die Servicetechniker schon vor Ort sind, bevor der Kunde eine Störung überhaupt feststellt. Die Lösung der Fraport AG eröffnet neuen Spielraum für die Preisgestaltung mit dem Dienstleister, da sich die Wartung vereinfacht und Transparenz über die ausgeführten Tätigkeiten herrscht. Die erhöhte Flexibilität und Geschwindigkeit auf Ebene Prozess mündet in einer verbesserten Termintreue.

*Organisation.* Zu den organisatorischen Veränderungen gehört einerseits die Neugestaltung der Tätigkeiten in der Zentrale weg von administrativen Tätigkeiten hin zu Überwachungs- und Steuerungsfunktionen. Die MVG mbH überwacht in der Zentrale den Zustand der Fahrtreppen. Die Zentrale der Rohrmax AG steuert aufgrund der Ortungsinformation den Einsatz der Servicemitarbeiter. Bei der Hoval AG, der Wetrok AG und der Fraport AG steuern und überwachen die Mitarbeiter der Zentrale die Ausführung und Rückmeldung der Instandhaltungstätigkeiten. Andererseits verlagern sich die administrativen Tätigkeiten von der Zentrale hin zu den Servicemitarbeitern, die den Prozess direkt vor Ort mit Hilfe des mobilen Endgerätes abschliessen. Die Einsatzleiter der Stadtverwaltung Glasgow führen die Material- und Personaldi disposition direkt vor Ort durch. Die Aussendienstmitarbeiter von Bell Canada, der Hochbahn Hamburg, der Fraport AG, Hoval AG und der Wetrok AG erfassen neu Daten, die früher die Zentrale im System erfass te.

*Mitarbeiter.* Der Einsatz von Mobile Computing und RFID kann die Mitarbeitermotivation erhöhen. Dies ist einerseits auf die verbesserte Unterstützung der Mitarbeiter bei ihren Tätigkeiten, andererseits auf die zusätzlich erworbenen Qualifikationen im Umgang mit mobilen Endgeräten zurückzuführen. Die Aufwertung der Tätigkeiten in der Zentrale wie auch jene der Aussendienstmitarbeiter (s. Punkt Organisation) führt zu Job Enrichment. Die Realisierung dieses Nutzens hängt stark davon ab, ob der betroffene Mitarbeiter die Lösung als Gefahr oder Chance wahrnimmt. Speziell Datenschutzhemen sind bei der Einführung der Lösungen zu berücksichtigen und transparent zu kommunizieren.

*Finanzen.* Mobile Computing und RFID-Lösungen erzeugen indirekt finanziellen Nutzen, sowohl durch Umsatzsteigerungen aufgrund der erhöhten Kundenzufriedenheit als auch durch Kostensenkung aufgrund der Prozesskostenreduktion (siehe Abschnitt 4.3.2).

Tabelle 4-28 fasst den Nutzen der vorgestellten Beispiele auf Strategieebene zusammen. Der Hauptnutzen entsteht durch die Kostenreduktionen, die vor allem auf die Prozesskosten zurückzuführen sind, sowie die höhere Kundenzufriedenheit aufgrund der verringerten Störfälle und Stillstandszeiten und der verbesserten Auskunfts fähigkeit der Mitarbeiter.

Nutzen-dimen-sion	Nutzenbeschreibung	Beispiel
<b>Strategie</b>		
Finan-zien	Umsatzsteigerung aufgrund erhöhter Kundenbindung und/oder Kostenreduktion aufgrund Prozesskostenreduktion	Alle
Kunde / Partner	Stärkere Kundenbindung aufgrund der verbesserten Auskunftsfähigkeit der Aussendienstmitarbeiter	Bell Canada, Stadtverwaltung Glasgow, Wetrok, Linc Group
	Reduktion von Störfällen und Stillstandszeiten aufgrund der erhöhten Prozessgeschwindigkeit und -flexibilität	MVG, Hochbahn Hamburg, Wetrok, Linc Group
	Erhöhung der Termintreue aufgrund der erhöhten Prozessflexibilität und -geschwindigkeit	MVG, AKK, Bell Canada, Hoval, Wetrok, Fraport
Mitar-beiter	Erhöhte Eigenständigkeit aufgrund verbesserter Unterstützung bei der Aufgabenausführung	Hoval, Wetrok, Fraport, Stadtverwaltung Glasgow, Linc Group, Hochbahn Hamburg, Bell Canada
	Erhöhte Motivation aufgrund des Einsatzes modernster Technologien und Job Enrichment	Fraport, MVG, AKK, Wetrok
Organisa-tion	Neuverteilung der Aufgaben zwischen Aussendienstmitarbeitern und der Zentrale	MVG, AKK, Hoval, Wetrok, Fraport, Stadtverwaltung Glasgow, Bell Canada

Tabelle 4-28 Nutzenübersicht auf Ebene Strategie

### 4.3.2 Nutzen auf Ebene „Prozess“

*Geschwindigkeit.* Alle genannten Beispiele zeigen eine signifikante Reduktion der Prozessdurchlaufzeit, teilweise von mehreren Wochen auf einzelne Tage. Dies betrifft bei der Hoval AG, der Wetrok AG und der Fraport AG die Durchlaufzeit zwischen Auftragsverteilung und Abrechnung, bei Bell Canada die Durchlaufzeit zwischen Ersatzteilbestellung und Auslieferung, bei der Stadtverwaltung Glasgow die Durchlaufzeit zwischen Inspektion und Schadensbehebung. Diese massiven Beschleunigungen sind möglich, weil Liegezeiten durch Papierstapel am Tages- oder Wochenende erliminiert werden. Die Verfügbarkeit vollständiger Daten vor Ort führt bei der Hochbahn Hamburg wie auch bei der Hoval AG zu reduzierten Prüfzeiten. Beim Wareneingang der Fraport AG reduzieren sich Suchzeiten für Bestellungen aufgrund der Barcodeerfassung des Lieferscheins. Bei Störungen beschleunigen Daten vor Ort die Fehlersuche: bei der Linc Group das Wissen der Techniker in der zentralen Datenbank und bei der Wetrok AG die Information zu vergangenen Serviceleistungen. Beim Inselspital Bern verkürzt die mit der eindeutigen Identifikation der Betten eingeführte Reparaturhistorie die Fehlersuche. Weiter finden die Transportdienstmitarbeiter freie Betten aufgrund der aktuell verfügbaren Bettenstandorte schneller. Die verkürzte Reaktionszeit zwischen Bekanntwerden der Störung und Arbeitsbeginn des (richtigen) Technikers redu-

ziert – wie im Fall der MVG mbH, der Fraport AG, der Rohrmax AG, der Hoval AG und der Wetrok AG – die Ausfallzeiten der Objekte. Lässt sich eine Störung komplett über Fernwartung beheben, fallen die Reisezeiten gänzlich weg. Auch Bell Canada konnte die Ausfallzeiten aufgrund der beschleunigten Ersatzteilauslieferung verringern.

*Prozessqualität.* Mobile Computing und RFID reduziert Fehler bei der manuellen Erfassung von Daten. Fortum Corp. verringerte die Anzahl fehlerhafter Fakturen durch die direkte Zählerstandserfassung vor Ort und dank der Plausibilitätsprüfung beim Einlesen der Daten. Bei der Wetrok AG führt die Prüfung der Garantiedaten vor Ort zur Reduktion falsch fakturierter Leistungen. Aufgrund des Zugriffs auf den aktuellen Ersatzteilkatalog reduzierte Bell Canada die Anzahl fehlerhafter Ersatzteilbestellungen. Das Hinterlegen von Mängelkatalogen bei der Meldungserfassung verringerte bei Fraport AG die Rückfragen an die Techniker in der anschliessenden Bearbeitung. Weiter konnte die Fraport AG aufgrund der vollständigen Transparenz über den Wartungsprozess mit entsprechenden Auswertungsmöglichkeiten das Risiko nicht erledigter Wartungstätigkeiten einschränken. Das Inselspital Bern kann die jährliche Funktionskontrolle an den Spitalbetten einfach gewährleisten und nachweisen. Durch die Prüfung der Lieferungen vor dem Abladen konnte die Fraport AG die fälschlicherweise angelieferten und angenommenen Lieferungen reduzieren. Auch die Qualität der Bestandsdaten stieg aufgrund der laufenden Inventur der Lagerplätze an, womit sich die Out of Stock-Situationen reduzieren. Die Landkreisverwaltung El Paso kann aufgrund des reduzierten Aufwands bei der Bestandsdokumentation die Periodizität der Durchführung steigern. Damit einher geht die erhöhte Qualität der Gebäudeausstattungsdaten in den Systemen als Basis für das Flächenmanagement. Das Inselspital Bern schliesslich erfasst die Inventurdaten vollständig automatisch, und Stichprobenkontrollen der Bettenstandorte genügen. Das Beispiel der italienischen Polizei zeigt, dass gleichzeitig mit dem schnelleren Eintreffen der Sicherheitskräfte vor Ort die Sicherheit der Gebäudenutzer steigt.

*Flexibilität.* Eine papierbasierte Verteilung von Tätigkeiten erfolgt meist wöchentlich oder täglich. Die Verteilung über eine mobile Lösung lässt prinzipiell eine laufende Übertragung der Aufträge zu. Fraport AG, Hoval AG und Wetrok AG können damit flexibler auf Änderungen wie z.B. den krankheitsbedingten Ausfall eines Mitarbeiters oder veränderte Prioritäten aufgrund weiterer Störfälle reagieren. Auch Bell Canada und die Stadtverwaltung Glasgow gehen aufgrund der aktuellen verfügbaren Information flexibler auf Kundenwünsche ein. So kann der Einsatzleiter der Stadtverwaltung Glasgow verschiedene Alternativtermine vorschlagen und der Servicetechniker von Bell Canada je nach Kundenwunsch alternative Ersatzteile suchen bzw. deren Verfügbarkeit in weiteren Servicefahrzeugen prüfen. Der Zugriff auf die Wissensdatenbank erlaubt den Mitarbeitern der Linc Group, alternative Problemlösungen vor Ort zu identifizieren und zu untersuchen.

*Prozesskosten.* Den grössten Anteil der Kosteneinsparungen realisierten die Firmen in den Fallbeispielen durch die Kostenreduktion in den administrativen Tätigkeiten. Dies betrifft einerseits die Eliminierung der aufwendigen und teuren Verteilung von Instandhaltungsaufträgen auf Papier, andererseits die manuelle

Erfassung von zuvor auf Papier erfassten Daten in der Zentrale. Die Fraport AG stellt mit der Dokumentation der Wartungsdaten auf dem RFID-Transponder sicher, dass der externe Dienstleister die geforderten Inspektionen erledigt, und kann in Zukunft die Kontrollen durch eigene Mitarbeiter reduzieren. Wegen des aufwendigen Retourenprozesses lagerten die Techniker bei Bell Canada fehlerhaft bestellte Ware häufig in ihren Fahrzeugen, die jedoch wegen der kurzen Produktlebenszyklen schnell veralteten. Durch Minimierung der fehlerhaften Bestellungen reduzierten sich entsprechend die Kapitalbindung aufgrund überhöhter Bestände und die Kosten der Verschrottung veralteter Ersatzteile. Reduzierte Ersatzteilbestände in den Servicefahrzeugen resultierten auch bei der Hoval AG aufgrund der Transparenz über die Bestände und die Bestellmöglichkeit vor Ort. Navigationslösungen und eine optimierte Einsatzplanung auf Basis von Lokalisierungsdaten führen zur Einsparung von Reise- und Wegkosten, wie z.B. im Fall der Rohrmax AG und der Wetrok AG. Bei der MVG mbH ermöglichen die Auswertungen über Fahr- und Standzeiten der Fahrtreppen den Übergang von einer zeitgesteuerten zu einer nutzungsbasierten Planung der Instandhaltungsaufgaben. Damit können Instandhaltungskosten reduziert und die Verfügbarkeit der Fahrtreppen erhöht werden (vgl. Erläuterungen zur nutzungsbasierten Instandhaltung in Abschnitt 4.2.3). Weiter können die MVG mbH und die Fraport AG durch die Fernüberwachung ihrer Fahrtreppen teure Inspektionseinsätze vermeiden und aufgrund der detaillierten Zustandsinformation im Störfall Broken Calls, die einen zweiten Serviceeinsatz aufgrund fehlender Werkzeuge oder Ersatzteile erfordern, reduzieren. Das Inselspital Bern senkt Reinigungskosten mit bedarfsgerechten Reinigungszyklen. Bei der Sachsenmilch AG schliesslich bildet die erzeugte Transparenz über den Energieverbrauch die Basis für Energiesparmassnahmen.

Zusammenfassend führt Mobile Computing und RFID zur Erhöhung der Prozessgeschwindigkeit, -qualität und -flexibilität durch die Eliminierung von Liegezeiten, die Beseitigung fehlerbehafteter und zeitintensiver Doppelerfassungen, aufwendiger und teurer Papierverteilungsprozesse sowie den Zugriff auf vollständige und aktuelle Daten vor Ort. Tabelle 4-29 fasst den Nutzen der vorgestellten Beispiele auf Prozessebene zusammen.

Nutzen-dimen-sion	Nutzenbeschreibung	Beispiel
<b>Prozess</b>		
Ge-schwin-digkeit	Reduktion der Prozessdurchlaufzeit durch Eliminierung von Medienbrüchen und Liegezeiten	Hoval, Wetrok, Fraport, Bell Canada
	Reduktion der Auftragsbearbeitungszeit aufgrund der Verfügbarkeit aktueller und vollständiger Daten vor Ort sowie der eindeutigen Identifikation der Objekte	Hoval, Hochbahn Hamburg, Linc Group, Wetrok, Fraport, Inselspital Bern.
	Verringerte Reaktionszeiten aufgrund von Zusatzinformationen und Eliminierung von Medienbrüchen	MVG, AKK, Bell Canada, Hoval, Wetrok, Fraport
	Erhöhung der Gebäudesicherheit aufgrund der minimierten Wegzeiten in Notfällen	Italienische Polizei
Prozess-qualität	Reduktion fehlerhafter Belege (Fakturen, Bestellungen) aufgrund der Eliminierung von Doppelerfassungen und der Verfügbarkeit von Zusatzinformation vor Ort	Fortum, Wetrok, Bell Canada
	Reduktion von Rückfragen aufgrund standardisierter Mängelkataloge	Fraport
	Gesetzeskonforme Dokumentation der Instandhaltung aufgrund der Transparenz	Fraport, Inselspital Bern
	Reduktion der fehlerhaft angelieferten und angenommenen Lieferungen aufgrund der Prüfung der Ware vor dem Abladen	Fraport
	Reduktion von Out of Stock Situationen aufgrund der höheren Qualität der Bestandsdaten	Fraport
	Erhöhung der Qualität der Gebäudeausstattungsdaten aufgrund der erhöhten Periodizität der Bestandsdatenerfassung	Landkreisverwaltung El Paso, Inselspital Bern
Flexibi-lität	Einfaches Umdisponieren bei Störfällen, Krankheiten und ungeplanten Änderungen durch Echtzeit-Verteilung der Aufträge	Fraport, Hoval, Wetrok
	Prüfung verschiedener Terminvarianten vor Ort aufgrund aktueller Verfügbarkeitsinformationen	Bell Canada, Stadtverwaltung Glasgow
	Suchen von alternativen Problemlösungen aufgrund des Zugriffs auf Wissensdatenbanken	Linc Group

Tabelle 4-29 Nutzenübersicht auf Ebene Prozess

Nutzen-dimen-sion	Nutzenbeschreibung	Beispiel
<b>Prozess (Fortsetzung)</b>		
Prozess-kosten	Reduktion Verwaltungskosten aufgrund der Eliminierung der papierbasierten Verteilung der Arbeitsaufträge und der Eliminierung der Doppelerfassung bei der Rückmeldung	Hoval, Wetrok, Fraport, Fortum, Landkreisverwaltung Paso, Bell Canada, Stadtverwaltung Glasgow, Hochbahn Hamburg
	Erhöhung des Spielraums für die Preisgestaltung aufgrund neuer Aufgabenverteilung mit dem Partner und Transparenz über die Tätigkeitsausführung	Fraport
	Reduktion von Inspektionen aufgrund eines transparenten und sicheren Instandhaltungsprozesses	Fraport
	Bestandsreduktion aufgrund der Reduktion fehlerhafter Bestellungen	Hoval, Bell Canada
	Einsparung von Reise- und Wegkosten aufgrund optimierter Einsatzplanung	AKK, Wetrok
	Reduktion von Broken Calls aufgrund der Kenntnis der aktuellen Zustandsinformation bei der Auslösung der Störungsbehebung	MVG, Fraport
	Reduktion der Anzahl Wartungs- bzw. Instandsetzungsaufträge aufgrund nutzungsbasierter Wartungsintervalle	MVG
	Energieeinsparung aufgrund der Transparenz über den Verbrauch	Sachsenmilch
	Reduktion von Reinigungskosten mit bedarfsgerechten Reinigungszyklen aufgrund der Transparenz über die Nutzung	Inselspital Bern

Tabelle 4-30 Nutzenübersicht auf Ebene Prozess (Fortsetzung)

### 4.3.3 Erkenntnisse

Die untersuchten Beispiele setzen meist auf inkrementelle Prozessverbesserungen mit dem Ziel durchgängig integrierter, medienbruchfreier und automatisierter Prozesse mit Konsequenzen für die Organisation und eigenen Mitarbeiter. Dies widerspiegelt auch das Ergebnis der von der IMG AG, Intellion AG, SAP (Schweiz) AG und dem Forschungsinstitut für Rationalisierung in Aachen durchgeführten Umfrage bei Eigentümern, Betreibern und Dienstleistern im FM (s. Abbildung 4-4). Die befragten Unternehmen erwarten den grössten Nutzen aus Mobile Computing und RFID durch die steigende Prozessqualität und -sicherheit sowie verbesserte Steuerungsmöglichkeiten. Wie auch [Wang et al. 2005] aus der Untersuchung mehrerer Fallstudien ableiten, findet bei aktuellen Einführungen von Mobile Computing und RFID-Lösungen keine radikale Neugestaltung der Leistungen und Prozesse statt.

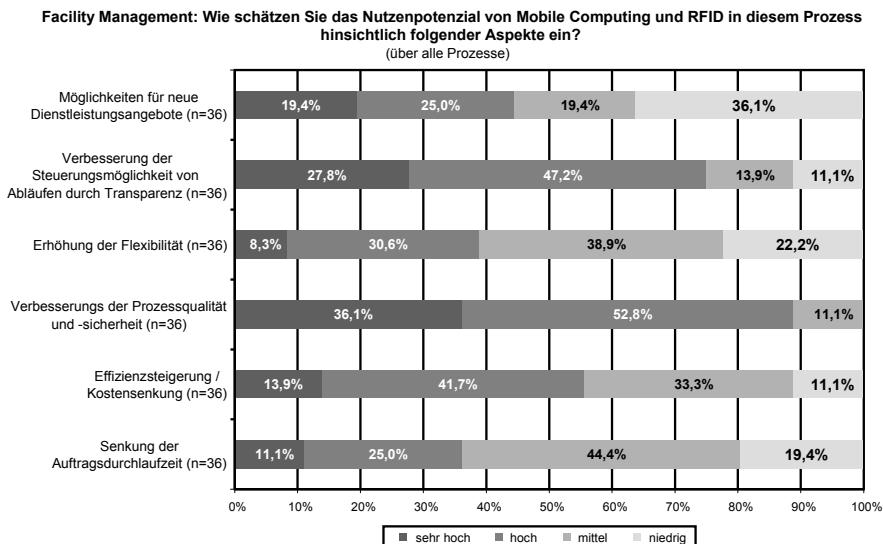


Abbildung 4-4 Einschätzung des Nutzenpotenzials von Mobile Computing und RFID-Lösungen im FM [IMG 2006, 22]

## 4.4 Bewertungsraster

Wie der Abschnitt 4.3 zeigt, ist der Nutzen von Mobile Computing und RFID vielfältig. Basis für eine Wirtschaftlichkeitsanalyse der Lösungen ist die Nutzenbewertung. Der folgende Abschnitt 4.4.1 diskutiert dazu bestehende Ansätze. Abschnitt 4.4.2 entwirft ein Kennzahlensystem zur Nutzenbewertung. Die Anwendung des Kennzahlensystems bei der Fraport AG zeigt Abschnitt 4.4.3, und Abschnitt 4.4.4 fasst die Erkenntnisse zusammen.

### 4.4.1 Bestehende Ansätze

In den letzten Jahren entstanden erste methodische Ansätze für die Planung und Umsetzung mobiler Anwendungen, die aber alle Mängel bezüglich der Nutzenbewertung aufweisen:

- [Habermann 2005] schlägt einen dreistufigen iterativen Ansatz vor. Als ersten Schritt empfehlen die Autoren, die Aussendienstprozesse zu optimieren, indem sie papierbasierte Prozesse durch eine mobile Lösung mit Basisfunktionalität und minimaler Integration in ein Backendsystem ablösen. Der zweite Schritt umfasst den Ausbau der Backendintegration und der Funktionalität auf dem Endgerät, um eine Echtzeitsteuerung des Prozesses umzusetzen. Im drit-

ten Schritt sollen schliesslich die generierten Daten analysiert und die Lösung iterativ weiter optimiert werden. Die Anwendung dieses Verfahrens setzt voraus, dass der Nutzen der Ablösung papierbasierter Prozesse bekannt ist.

- Der Ansatz des Mobile Business Process Landscaping (MBPL) schlägt ein fünfstufiges Vorgehen vor, welches die strukturierte Optimierung der Prozesse mit mobilen Technologien erlaubt [vgl. Gruhn/Book 2003; Köhler/Gruhn 2004b; Köhler/Gruhn 2004a; Köhler/Gruhn 2004c; Gruhn et al. 2005b; Gruhn et al. 2005a]. Die Identifikation der mobilen Prozessbestandteile auf verschiedenen Detailebenen der Prozessarchitektur ist ein wesentlicher Bestandteil des MBPL. Dazu untersucht der Ansatz die Prozesse anhand der drei Kriterien „Unsicherheit des Ortes (an welchem eine Tätigkeit auszuführen ist) liegt vor“, „Unsicherheit des Ortes ist extern determiniert“ und „am Ort der Ausführung des Teilprozesses ist eine Kooperation mit aus Prozesssicht externen Ressourcen notwendig“. Die vorgeschlagene Wirtschaftlichkeitsbewertung der neu konzipierten Abläufe verwendet die klassische Prozesskostenrechnung und berücksichtigt damit ausschliesslich finanzielle Grössen.
- Die methodischen Ansätze zur Nutzenbewertung von [Lee/Jun 2005] und [Schierholz 2007, 143 - 151] fokussieren auf den B2C Bereich, also auf die direkte Kundeninteraktion mittels Mobile Computing und RFID-Technologien, und sind damit nur beschränkt übertragbar.

Für die Kosten-/Nutzen-Bewertung von IT-Investitionen im Allgemeinen diskutiert die wissenschaftliche Literatur zahlreiche Ansätze, die beispielsweise [Pietusch 2003] im Vergleich darstellt. Traditionelle Investitionsrechnungsverfahren, die ausschliesslich finanzielle Grössen berücksichtigen, greifen bei der Bewertung von IT-Investitionen zu kurz. Daher finden zunehmend mehrdimensionale Verfahren Anwendung, die auch qualitative Nutzendimensionen berücksichtigen. Zu nennen sind hier Balanced-Scorecard-orientierte Ansätze, welche die Wirkung von IT-Investitionen auf die strategischen Unternehmensziele beurteilen. Prozessorientierte Ansätze nehmen eine Bewertung des Nutzens anhand von Prozesskenngrössen vor. Zu den pragmatischen Ansätzen mit weiter Verbreitung in der Praxis ist die Nutzwertanalyse zu zählen. Eine Herausforderung bei der Anwendung mehrdimensionaler Verfahren liegt in der hohen Anzahl der Wechselwirkungen unter den betrachteten Grössen. Kennzahlensysteme helfen Ursache-Wirkungsbeziehungen in konzentrierter Form darzustellen.

Während sich die Kostenstruktur einer mobilen Lösung kaum von anderen IT-Projekten unterscheidet, fällt die vollständige Quantifizierung des finanziellen Nutzens, bestehend aus Kosteneinsparungen und Umsatzsteigerungen, oft schwer. Probleme liegen einerseits in der Erfassung des Einsparungspotenzials, das in stark verteilten Instandhaltungsprozessen an vielen unterschiedlichen Stellen (Servicemitarbeiter, Zentrale, Nutzer, etc.) anfällt. Andererseits reduziert Mobile Computing und RFID zwar die Prozesskosten, diese wirken sich aber finanziell erst aus, wenn Personal verlagert oder abgebaut wird. Analog zu ERP-Systemen, die stationäre Geschäftsprozesse unterstützen, entsteht auch mit Mobile Computing und RFID Nutzen durch eine transparentere, medienbruchfreie Abwicklung und erhöhte Auskunftsfähigkeit der Mitarbeiter. Insofern sind auch bei der Nut-

zenbewertung von Mobile Computing und RFID mehrdimensionale Ansätze den traditionellen Investitionsrechnungsverfahren vorzuziehen. Aus diesen Gründen entwirft der folgende Abschnitt ein über die eingangs erwähnten Ansätze hinaus gehendes Kennzahlensystem zur Nutzenbewertung.

#### 4.4.2 Kennzahlensystem zur Nutzenbewertung

[Reichmann 2001, 20ff] definiert Kennzahlen als Zahlen, die quantitativ erfassbare Sachverhalte in konzentrierter Form erfassen. Ein Kennzahlensystem ist eine geordnete Gesamtheit von einzelnen Kennzahlen, die in einer Beziehung zueinander stehen, einander ergänzen oder erklären und insgesamt auf ein gemeinsames übergeordnetes Ziel ausgerichtet sind. Kennzahlen und Kennzahlensysteme sind Hilfsmittel für die Planung, Steuerung und Kontrolle von Zielen.

Der mit Mobile Computing und RFID-Lösungen erzielte Nutzen ist vom betrachteten Prozess abhängig (s. Abschnitt 4.3). Für eine Nutzenbewertung, die über die grobe Identifikation von Prozessen mit Potenzial für Mobile Computing und RFID-Lösungen hinausgeht, sind daher prozessspezifische Kennzahlen zu beachten. Der vorliegende Abschnitt konzentriert sich aus folgenden Gründen auf die Nutzenbewertung in der Instandhaltung:

- Die Instandhaltungskosten machen rund 35% der Bewirtschaftungskosten einer Immobilie aus. Unter Bewirtschaftungskosten werden in Anlehnung an [Fierz 2005, 713] alle laufenden Betriebs- und Verwaltungskosten verstanden. Die Betriebskosten sind weiter unterteilt in Kosten für Ver- und Entsorgung, Reinigung und Pflege, Instandhaltung der Baukonstruktionen und Instandhaltung der technischen Anlagen. Die beiden letztgenannten Kategorien machen zusammen 35% der Bewirtschaftungskosten aus [s. Stoy 2005].
- Abbildung 4-5 stellt das Ergebnis der von der IMG AG, Intellion AG, SAP (Schweiz) AG und dem Forschungsinstitut für Rationalisierung in Aachen durchgeföhrten Umfrage bei Eigentümern, Betreibern und Dienstleistern im FM dar. Die Auswertung ordnet die FM-Prozesse in den Dimensionen Bedeutung für das Unternehmen und erwarteter Nutzen durch Mobile Computing und RFID ein. Bei den beiden Instandhaltungsprozessen Störfallmanagement (ungeplante Instandhaltung) und geplante Instandhaltung erwarten die befragten Unternehmen den grössten Nutzen durch den Einsatz von Mobile Computing und RFID-Technologien. Gleichzeitig haben die beiden Prozesse bei den befragten Firmen die höchste Bedeutung.

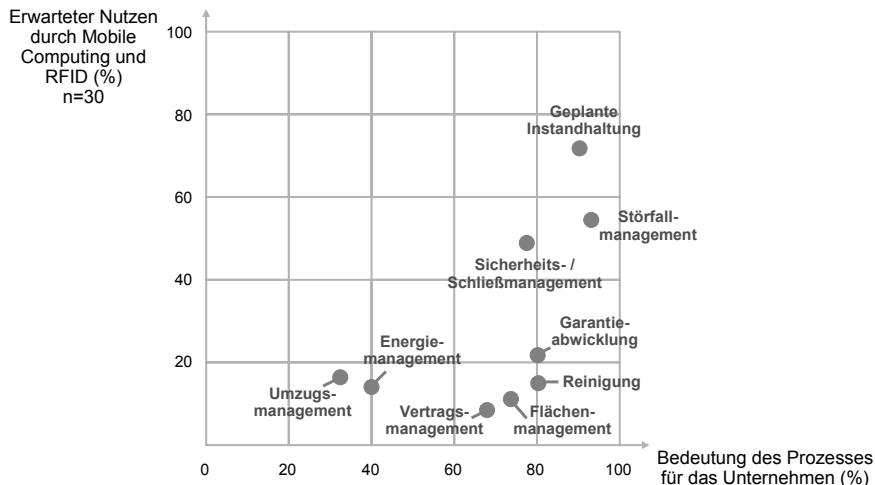


Abbildung 4-5 Erwarteter Nutzen durch Mobile Computing und RFID und Bedeutung der Prozesse [IMG 2006, 23]<sup>33</sup>

In der Literatur finden sich verschiedene instandhaltungsspezifische Kennzahlensysteme bzw. Kennzahlenskalüge [vgl. Biedermann 1985; Warnecke 1992, 679-786; Aichele 1996, 370-375; Männel 1999]. Im Folgenden wird auf Basis dieser Werke ein selektives Kennzahlensystem<sup>34</sup> erarbeitet, welches die von Mobile Computing und RFID-Lösungen beeinflussten Kennzahlen enthält. Dieses hilft, die Ursache-Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Nutzendimensionen der Mobile Computing und RFID-Lösungen zu verstehen, die Ziele eines Projektvorhabens zur Einführung festzulegen und zu quantifizieren sowie den Projekterfolg durch eine Soll-Ist-Analyse zu bewerten. Weiter erlaubt dieses Vorgehen den Abgleich der Kennzahlen aus den Projektzielsetzungen mit den strategischen Zielsetzungen des Unternehmens, welche beispielsweise in einer Balanced Scorecard festgehalten sein können.

Das Kennzahlensystem setzt sich aus den zwei Bestandteilen „Kennzahlen“ und „Ursache-Wirkungs-Beziehungen“ zusammen.

### Kennzahlen zur Quantifizierung des Nutzens

Tabelle 4-31 quantifiziert die instandhaltungsbezogenen Nutzenpotenziale der Tabelle 4-28 und Tabelle 4-29 durch Kennzahlen. Die erfassten Nutzenpotenziale

<sup>33</sup> Für die Dimension Nutzen nannten die befragten Personen die drei Prozesse, bei welchen sie den höchsten Nutzen für Anwendungsszenarien aus den Bereichen Zustandsüberwachung, Lokalisierung und mobile Tätigkeitsausführung (s. Abschnitt 4.2.13.1) erwarteten. Die y-Achse „Erwarteter Nutzen durch Mobile Computing und RFID“ gibt den Anteil der Befragten an, die den eingeordneten Prozess zu diesen drei Prozessen zählten. Die Dimension Bedeutung auf der x-Achse gibt den Anteil der Befragten an, welche die Bedeutung des Prozesses mit hoch oder sehr hoch bewerteten.

<sup>34</sup> Ein selektives Kennzahlensystem enthält die für den Anwendungsbereich wichtigen Kennzahlen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit [s. Gladon 2003, 123]

röhren von den Praxisbeispielen zum Störfallmanagement (ungeplante Instandhaltung) und der geplanten Instandhaltung her. Dies sind die Beispiele der Fraport AG (Brandschutzzinspektion und Störfallmanagement), MVG mbH, Stadtverwaltung Glasgow, Hochbahn Hamburg, Hoval AG, Wetrok AG und der Linc Group (s. Abschnitte 4.2.1 und 4.2.3).

Nutzen-dimen-sion	Wirkung	Kennzahlen
<b>Strategie</b>		
Finan-zien	Umsatzsteigerung und/oder Kostenreduktion	Umsatz, Kosten
Kunde / Partner	Erhöhung Kundenbindung	Kundenbindung
	Reduktion von Störfällen und Stillstandszeiten	Stillstandszeiten, Anzahl Störfälle
	Erhöhung der Termintreue	Termineinhaltungsquote. Die Termineinhaltungsquote ist das Verhältnis zwischen Anzahl eingehaltener Termine zur Anzahl der zugesagten Termine
Mitar-beiter	Erhöhte Eigenständigkeit	Nachbearbeitungsanteil, Rückfragenanteil
	Erhöhte Motivation	Abwesenheitsquote, Fluktuationsquote
Organisa-tion	Neuverteilung der Aufgaben zwischen Aus-sendienstmitarbeitern und der Zentrale	Zentralisierungsgrad
<b>Prozess</b>		
Ge-schwin-digkeit	Reduktion der Prozessdurchlaufzeit und Lie-gezeiten	Prozessdurchlaufzeit, Liegezeit
	Reduktion der Auftragsbearbeitungszeit	Durchschnittliche Instandhaltungszeit
	Verringerte Reaktionszeiten	Reaktionszeit
Prozess-qualität	Reduktion fehlerhafter Belege (Fakturen, Bestellung)	Fehlerquote Fakturen, Fehlerquote Bestellungen
	Reduktion von Rückfragen	Rückfragenanteil
	Gesetzeskonforme Dokumentation der In-standhaltung	Erfüllungsgrad gesetzlicher Anfor-derungen

Tabelle 4-31 Quantifizierung des Nutzens von Mobile Computing und RFID in der Instandhaltung

Nutzen-dimensi-on	Wirkung	Kennzahlen
<b>Prozess (Fortsetzung)</b>		
Flexibili-tät	Einfaches Umdisponieren bei Störfällen, Krankheiten und ungeplanten Änderungen	Reisezeitrate an Gesamtarbeitszeit, Termin-einhaltungsquote, Stillstandszeit
	Prüfung verschiedener Terminvarianten vor Ort aufgrund aktueller Verfügbarkeitsin-formationen	Nachbearbeitungsanteil
	Suchen von alternativen Problemlösungen aufgrund des Zugriffs auf Wissensdaten-banken	Nachbearbeitungsanteil, Durchschnittliche Instandhaltungszeit
Prozess-kosten	Reduktion Verwaltungskosten	Personalkosten, Papier- und Druckkosten
	Reduktion von Fremdkosten	Fremdinstandhaltungskosten
	Reduktion von Inspektionen	Anzahl Inspektionen
	Bestandsreduktion	Bestandswert
	Einsparung von Reise- und Wegkosten	Reisezeitrate an Gesamtarbeitszeit
	Reduktion von Broken Calls	Erstbehebungsquote
	Reduktion der Anzahl Wartungs- bzw. Instandsetzungsaufträge	Anzahl Wartungsaufträge und Instandset-zungsaufträge

*Tabelle 4-32 Quantifizierung des Nutzens von Mobile Computing und RFID in der Instandhaltung (Fortsetzung)*

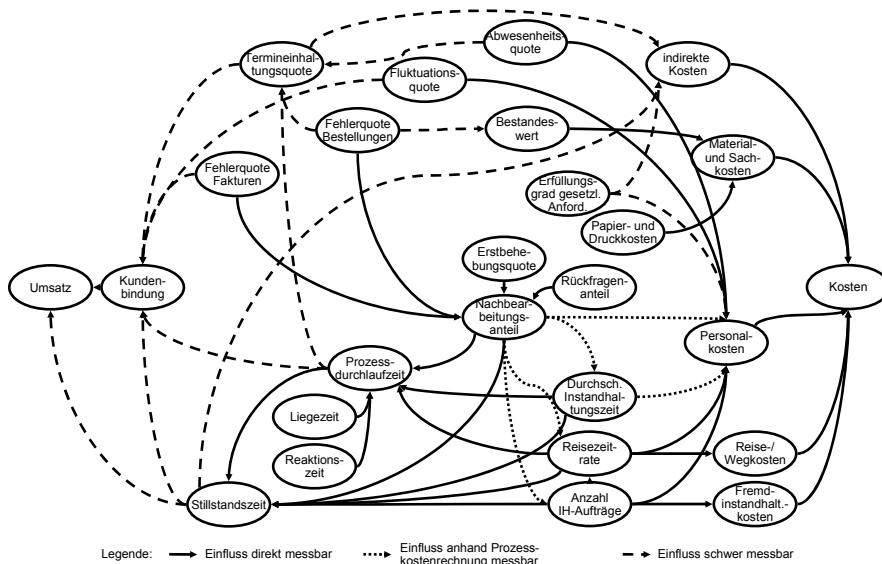
Die folgenden Abschnitte erläutern die Fälle, bei welchen der Nutzen nicht direkt quantifizierbar, aber eine indirekte Messung möglich ist:

- *Strategie.* Die *Eigenständigkeit der Mitarbeiter* äussert sich in der sinkenden Anzahl der Rückfragen bei Kollegen oder der Zentrale sowie in der Anzahl Aufgaben, die eine Nacharbeit erfordern. Beispielsweise beantworten die Mitarbeiter Kundenfragen direkt vor Ort anhand der aktuellen Verfügbarkeitsinformation von Ersatzteilen oder Servicemitarbeitern und sie müssen die Fragen nicht im Büro nachbearbeiten. Die *Mitarbeitermotivation* lässt sich indirekt über die Abwesenheiten und die Fluktuationsquote quantifizieren. Der Zentralisierungsgrad als Verhältnis von Anzahl Mitarbeiter in der Zentrale zu Anzahl Mitarbeiter gesamt misst die *Neuverteilung der Aufgaben zwischen Zentrale und Aussendienst*. Bei der Anwendung als Zielgröße ist aber Vorsicht geboten. Beispielsweise weist ein sinkender Zentralisierungsgrad nur bedingt auf einen Nutzen hin. Würde beispielsweise aufgrund der Einführung einer mobilen Lösung die Anzahl der Aussendienstmitarbeiter steigen und die in der Zentrale gleich bleiben, so hätte die Lösung zwar einen kleinen Zentralisierungsgrad zur Folge, aber die gesamten Personalkosten wären gestiegen.

- *Prozess.* Die Messung der *Flexibilität* ist schwierig. Kennzahlen wie die Anzahl der umdisponierten Instandhaltungsaufträge helfen nicht. Beispielsweise würden Planungsfehler, die zur Umterminierung der Aufträge führen, diese Messgröße beeinflussen. Die Flexibilität wirkt aber direkt auf andere Kennzahlen. Die Flexibilität, im Störfall sofort einen Techniker in der Nähe des ausgefallenen Objektes mit der Instandsetzung zu beauftragen, reduziert die Reisezeitrate sowie die Stillstandszeit und erhöht die Termineinhaltungsquote. Die grösse Flexibilität bewirkt weiter die Reduktion des Nachbearbeitungsanteils. Zusätzlich soll der Zugriff auf Wissensdatenbanken den Zeitbedarf für die Instandhaltung senken.

### **Ursache-Wirkungs-Beziehungen**

Aus der Abbildung der Ursache-Wirkungszusammenhänge zwischen den Kennzahlen resultiert das in Abbildung 4-6 dargestellte Kennzahlensystem. Zielgrösse sind die Instandhaltungskosten, die sich aus direkten und indirekten Kosten zusammensetzen. Die von Mobile Computing und RFID-Lösungen beeinflussten indirekten Kosten ergeben sich aus der Nichterfüllung gesetzlicher Anforderungen und Vertragsstrafen. Die direkten Kosten unterteilen sich in Personalkosten, Material- und Sachkosten, Reise- und Wegkosten und Fremdinstandhaltungskosten [s. Warnecke 1992, 692]. Das Einfügen dieser Gliederungskriterien in das Kennzahlensystem erhöht dessen Nachvollziehbarkeit. Die folgenden Abschnitte diskutieren ausgewählte Ursache-Wirkungsbeziehungen und Ansätze zur monetären Bewertung der Einflüsse.



*Abbildung 4-6 Kennzahlensystem zur Nutzenbewertung*

### ***Einfluss direkt messbar***

Die Kosten pro Lagerplatz, Kapitalbindungskosten und Abschreibungskosten erlauben es, die durch die Höhe des *Bestandwertes* verursachten Kosten abzuschätzen. Der Bestandwert kann also direkt in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einfließen. Direkt messbar ist auch die von der tieferen *Reisezeitrate* bewirkte Reduktion der Personal- und Reisekosten infolge der geringeren Anzahl gefahrener Autokilometer. Die Routenoptimierung bewirkt weiter, dass der Techniker bei Störfällen schneller vor Ort ist. Damit einher geht eine kürzere Stillstandszeit. Die Instandhaltung setzt unter Umständen die Stilllegung der betroffenen Anlage voraus. Die kleinere *Anzahl Instandhaltungsaufträge* reduziert in diesem Fall die Stillstandszeiten und bei externer Vergabe die Fremdinstandhaltungskosten.

### ***Einfluss anhand einer Prozesskostenrechnung messbar***

Zur Berechnung einzusparender Personalkosten ist es sinnvoll, in einer Analyse des Ist-Prozesses die Aktivitäten, die Nachbearbeitungsschritte resp. Rückfragen zur Folge haben, zu identifizieren, ihre Häufigkeit und Dauer zu messen und den Werten des Soll-Prozesses gegenüberzustellen. Die Kennzahlen *Nachbearbeitungs- und Rückfragenanteil* eignen sich also für die monetäre Bewertung in der Wirtschaftlichkeitsanalyse. Voraussetzung dafür ist aber, dass Ist- und Soll-Prozess auf Ebene der Aktivitäten modelliert und die Mengengerüste bekannt sind. Die Reduktion des Nachbearbeitungsanteils bewirkt im Fall von Broken Calls, die ein zweites Aufsuchen der Objekte erfordern, eine Reduktion der Reisezeitrate, der Stillstandszeiten und der Prozessdurchlaufzeit.

### ***Einfluss schwer messbar***

Eine tiefe *Termineinhaltungsquote* und hohe *Stillstandszeiten* verursachen indirekte Kosten, falls diese in Service-Level Agreements definiert und mit Vertragsstrafen belegt sind. Die damit verbundenen Kosten sind anhand von Ausfallwahrscheinlichkeiten und Erwartungswerten für die anfallenden Kosten berechenbar. Allerdings sind dafür zahlreiche Annahmen zu treffen, so dass die Quantifizierung der damit einher gehenden Kosteneinsparung stark subjektiven Einschätzungen unterliegt. Eine hohe *Abwesenheitsquote* der Mitarbeiter verursacht Personalkosten und beeinflusst die Termineinhaltungsquote, da ungeplante Abwesenheiten die Neudisposition der anstehenden Aufträge erfordern. Weiter können *fehlerhafte Bestellungen* aufgrund verspätet eintreffender Ersatzteile zu Terminverschiebungen führen.

Die *Kundenbindung* zählt zu den am intensivsten diskutierten Marketingthemen der letzten Jahre. [Reinecke/Dittrich 2001, 275] stellt Instrumente für ein kennzahlgestütztes Controlling der Kundenbindung vor, stellt aber fest, dass ein allgemein gültiges Controllingsystem für die Kundenbindung weder möglich noch sinnvoll ist. Der Abschnitt beschränkt sich daher an dieser Stelle auf die Darstellung der Ursache-Wirkungszusammenhänge. Eine geringere *Fluktuationsquote* kann die Kundenbindung positiv beeinflussen, da der Techniker häufig den einzigen regelmässigen persönlichen Kontakt zum Kunden pflegt.

#### **4.4.3 Fallbeispiel – Kennzahlensystem bei der Fraport AG**

##### **Herausforderung und Vorgehen**

Bei der Fraport AG liegen aufgrund des Erfolgs der umgesetzten Lösungen (s. Kapitel 3) eine Fülle weiterer Anforderungen der Fachbereiche vor. Die Fraport AG braucht daher eine strukturierte und transparente Vorgehensweise zur Identifikation und Wirtschaftlichkeitsbewertung der Anwendungsszenarien. Das zentrale Element für das entwickelte Vorgehen ist das Kennzahlensystem aus Abschnitt 4.4.2.

Die umfassende Beschreibung der Anwendungsszenarien von Mobile Computing und RFID in einem Unternehmen setzt die Identifikation aller mobilen Aktivitäten voraus. Die anschliessende Bewertung des Nutzens mit dem Kennzahlensystem würde die abgesicherte Priorisierung der Szenarien erlauben. Dieses Vorgehen ist in grossen Unternehmen aufgrund des enormen Aufwands selten umsetzbar. Aus diesen Überlegungen entschied sich die Fraport AG für ein dreistufiges Vorgehen. Der erste Schritt besteht aus der *Bewertung des Potenzials* der Prozesse für den Einsatz von Mobile Computing und RFID-Lösungen. Danach sind die Prozessvision für Prozesse mit hoher Bewertung zu beschreiben sowie die *messbaren Ziele* der Lösung anhand des Kennzahlensystems festzulegen. Zum Schluss werden die monetären Auswirkungen auf Basis des Sollprozesses im Rahmen einer *Wirtschaftlichkeitsanalyse* berechnet.

##### **Schritt 1 - Potenzialbewertung**

Zur ersten Priorisierung der Anwendungsbereiche von Mobile Computing und RFID wird eine Nutzwertanalyse angewendet. Dazu sind im ersten Schritt die Zielkriterien, die auf einen hohen Nutzen von Mobile Computing und RFID hinweisen, festzulegen. Im zweiten und dritten Schritt sind die Kriterien zu gewichten und zu bewerten. Die Nutzwertanalyse basiert in erheblichem Umfang auf subjektiven Beurteilungen (Kriterienauswahl, Kriteriengewichte, Teilnutzen). Trotz der damit einher gehenden Manipulationsmöglichkeiten erlaubt die Nutzwertanalyse, die Prozesse nachvollziehbar und überprüfbar zu bewerten. Für den Umsetzungsentscheid ist die detaillierte Wirtschaftlichkeitsanalyse unerlässlich.

Der Kriterienkatalog, den die Fraport AG entwickelt hat, basiert auf dem *Kennzahlensystem* und den *Basisfunktionen* der Mobile Computing und RFID-Technologien, die in den vorliegenden Kapiteln geschildert wurden. Er umfasst allgemeine Prozesseigenschaften, die Art der Datenerzeugung und -nutzung sowie die am Prozess beteiligten Rollen und Objekte, die auf ein hohes Nutzenpotenzial von Mobile Computing und RFID hindeuten (s. Tabelle 4-33). Außerdem nutzt er wichtige Prozesseigenschaften zur Ableitung von Kriterien. Der vorgeschlagene Kriterienkatalog kann Unternehmen als Basis zur Erarbeitung eines eigenen Kriterienkatalogs dienen. Die Anpassung auf die spezifischen Eigenheiten und strategischen Zielsetzungen des betrachteten Unternehmens ist vor der Anwendung ein Muss. Der folgende Absatz diskutiert ausgewählte Kriterien.

### **Kriterien aus dem Kennzahlensystem**

Das Kennzahlensystem zeigt, dass verschiedene Einflüsse zu einer Personalkostenreduktion führen. Daher deutet ein hoher *Personalkostenanteil* auf mögliches Einsparungspotenzial mittels Mobile Computing und RFID-Lösungen.

Die gesetzeskonforme Prozessdurchführung ist für die Fraport AG zwingend, da deren Verletzung im schlimmsten Fall zum Entzug der Betriebsbewilligung für den Flughafen führt. Der Erfüllungsgrad der gesetzlichen *Nachweispflicht* muss also bei allen Prozessen bei 100% liegen und ist als Kennzahl zur Bewertung der Prozesse nicht zweckdienlich. Unterliegt hingegen ein Prozess der gesetzlichen Dokumentationspflicht, so deutet dies auf einen hohen Nutzen mobiler Lösungen. Die Skalierung zur Nachweispflicht basiert auf der Periodizität in welcher der Nachweis zu erbringen ist.

Eine hohe *Anzahl Prozessschnittstellen* zeigt an, dass eine verkürzte Prozessdurchlaufzeit an weiteren Stellen Nutzen stiftet. Die Messung des Nutzens einer mobilen Lösung aufgrund der gestiegenen Flexibilität ist nur indirekt möglich (s. Tabelle 4-31). Umgekehrt deutet ein hoher *Spontaneitätsgrad* als Verhältnis von ungeplanten Tätigkeiten zu geplanten Tätigkeiten auf den Bedarf an aktuellen Daten vor Ort und damit auf potenziellen Nutzen einer mobilen Lösung. Die *Anzahl der Medienbrüche* im Prozess ist ein Indikator für die Papierverwaltungskosten, Fehlerquoten und Liegezeiten.

### **Kriterien aus den Basisfunktionen der Mobile Computing und RFID-Technologien**

Die beiden Basisfunktionen *Lokalisierung* und *Erfassung von Zustandsdaten* führen direkt zu den beiden Kriterien zur Beurteilung des Beitrags entsprechender Daten zur Prozesssteuerung. Voraussetzung für den Einsatz einer Mobile Computing und RFID-Lösung ist, dass ein Teil der am Prozess beteiligten *Mitarbeiter mobil* sind und ihre Tätigkeiten an verschiedenen Standorten ausführen oder dass die vom Prozess betroffenen Objekte geographisch verteilt sind. Aufgrund von Skaleneffekten spielen die entsprechenden Mengengerüste eine grosse Rolle.

Tabelle 4-33 zeigt die Bewertung der *Brandschutzhinspektion* und der geplanten Erweiterungen für das *Parkraummanagement* mit dem Fokus Störfallverwaltung und der *Zustandskontrolle der Terminalanlagen* mit dem Fokus Dokumentation (detaillierte Angaben zu den Anwendungen finden sich in Abschnitt 3.2). Die zur Bewertung mit den Fachbereichen verwendete Skala reicht von 1 (geringes Potenzial für Mobile Computing und RFID) bis 5 (hohes Potenzial). Die Vorgabe eines Bewertungsrasters zu den einzelnen Kriterien gestattet der Fraport AG die einfache und schnelle Bewertung.

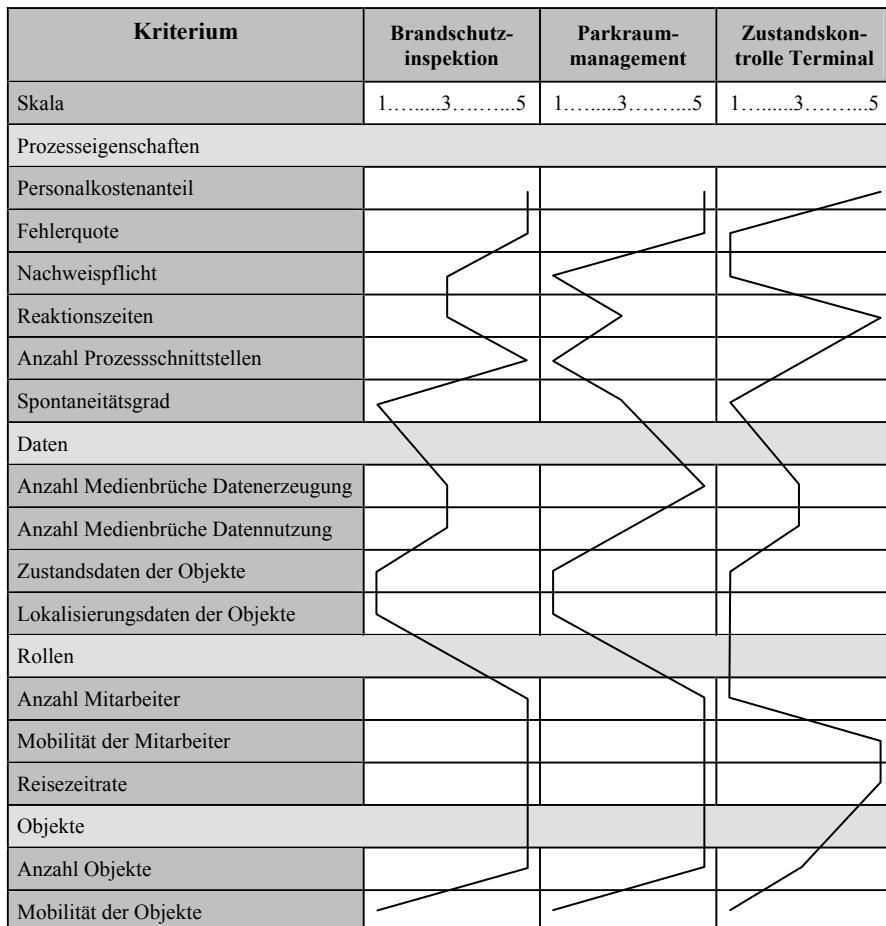


Tabelle 4-33 Ergebnis der Nutzwertanalyse bei der Fraport AG

Das Resultat zeigt, dass sich die untersuchten Prozesse hauptsächlich bezüglich der *Prozesseigenschaften* und der betroffenen *Daten* unterscheiden:

- *Prozesseigenschaften*. Die *Fehlerquote* und die damit einher gehenden *Personalkosten* zu deren Behebung resp. Vermeidung sind bei der Brandschutzin spektion (vor Einführung der mobilen Lösung) und beim Parkraummanagement am höchsten. Eine gesetzliche *Nachweispflicht* besteht bei den Prozessen Brandschutzin spektion und der Zustandskontrolle der Terminalanlagen (Fluchtwege). Die Zustandskontrolle der Terminalanlagen erfordert kurze *Reaktionszeiten*. Objekte, welche die Fluchtwege versperren, müssen sofort beseitigt werden, und für starke Verunreinigungen ist eine Sonderreinigung zu beauftragen. Der *Spontaneitätsgrad* ist beim Parkraummanagement und bei der Zustandskontrolle der Terminalanlagen höher, da während der Kontroll-

gänge viele ungeplante Ereignisse auftreten und damit zu vielen ungeplanten Tätigkeiten führen.

- *Daten.* Beim Parkraummanagement ist die *Anzahl der Medienbrüche* hoch, da die Daten zuerst auf Papier, dann in der fachbereichseigenen Datenbank und zum Schluss im Störfallmanagementsystem zu erfassen sind. Im Gegensatz dazu liegt bei der Zustandskontrolle der Terminalanlagen kein Medienbruch vor, da die Planung, Ausführung und Dokumentation heute durchgängig auf Papier basiert. Bei keinem der Prozesse sind Zustands- oder Lokalisierungsdaten der Objekte zur Prozesssteuerung notwendig.

Die Fraport AG kann mit den definierten Kriterien ermitteln, ob und wo Prozesse Potenziale für Mobile Computing und RFID-Lösungen aufweisen. Dies erlaubt ihr nachvollziehbar zu begründen, welche Prozesse detaillierter untersucht werden. Der folgende Abschnitt zeigt das Vorgehen für das Festlegen messbarer Ziele anhand des Parkraummanagements (vgl. Abschnitt 3.4) beispielhaft auf.

### Schritt 2 - Messbare Ziele festlegen - Beispiel Parkraummanagement

Im Sollprozess erfassen die 50 Verkehrskontrolleure die über 10'000 Störungen/Jahr auf dem mobilen Endgerät mit direkter Übermittlung der Daten ins zentrale Störfallmanagementsystem. Die von der Fraport AG mit dieser Lösung angestrebten Ziele sind die *Anzahl der Instandhaltungsaufträge* zu reduzieren und die *Erstbehebungsquote* zu steigern.

Um messbare Ziele festzulegen, kam das Kennzahlensystem zum Einsatz. Im Kennzahlensystem werden die durch die Lösung nicht beeinflussbaren Kennzahlen gelöscht. Beispielsweise beeinflusst die geplante Lösung nicht die Reduktion der fehlerhaften Ersatzteilbestellungen. Die zurückbleibenden Kennzahlen (s. Abbildung 4-7) helfen sowohl bei der Definition messbarer Ziele, die mit der Einführung der Lösung zu erreichen sind, als auch bei der Berechnung des finanziellen Nutzens.

Die beiden betriebswirtschaftlichen Zielsetzungen definieren auch funktionale Anforderungen an die umzusetzende Lösung:

- *Anzahl Instandhaltungsaufträge reduzieren:* Aufgrund der zeitlich verzögerten Störungsbehebung besteht aktuell ein grosses Problem in der doppelten Erfassung und Meldung von Störfällen. Dieses verschärft sich zusätzlich durch das gesammelte Beheben von Mängeln. Beispielsweise ist es erst ab einer bestimmten Menge ausgefallener Leuchten nötig, einen Elektriker zu beauftragen. Doppelmeldungen sind wegen der Störungs- und Ortsbeschreibung in Freitext schwer erkennbar. Eine menüunterstützte Ortsbeschreibung oder die Identifikation der Objekte mittels RFID resp. Barcode sowie die Klassifikation der Störungen anhand von Schadencodes erlaubt die automatische Ausgabe von Warnmeldungen bei potenziellen Doppelerfassungen. Die Anzeige des Bearbeitungsstatus vor Ort ermöglicht dem Verkehrskontrolleur die Überprüfung bereits erfasster Meldungen.
- *Erstbehebungsquote steigern.* Die auf Papier erfassten Orts- und Fehlerbeschreibungen sind oft unklar. Damit geht das Risiko einher, dass der mit der Störungsbehebung beauftragte Handwerker das defekte Objekt nicht findet

oder das nötige Werkzeug bzw. Ersatzteile nicht mitführt. Die oben beschriebene Funktionalität zur Identifikation der Objekte und Schadenskataloge minimieren diese Risiken.

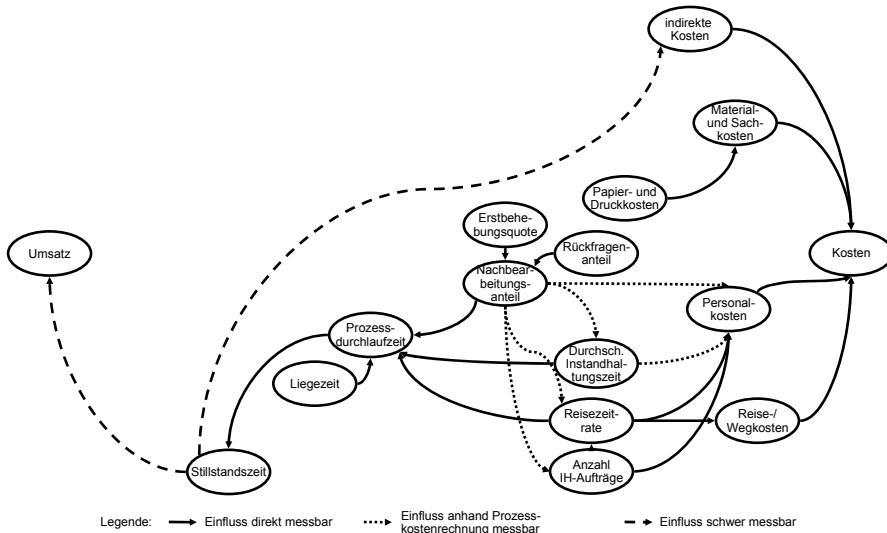


Abbildung 4-7 Ergebnis Nutzenbetrachtung Parkraummanagement

### Schritt 3 - Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Fraport AG kann nun im dritten Schritt den Sollprozess und die umzusetzende Lösung konzipieren und mit Hilfe des Kennzahlensystems die Wirtschaftlichkeit analysieren. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse ist für die Überprüfung der Ergebnisse der Potenzialanalyse unerlässlich.

#### 4.4.4 Erkenntnisse

Das entwickelte Kennzahlensystem unterstützt ein strukturiertes und effizientes Vorgehen bei der Identifikation und Bewertung von Mobile Computing und RFID-Lösungen in der Instandhaltung. Die Anwendung des Kennzahlensystems bei der Fraport AG zeigt:

- Zusammen mit den Basisfunktionen der Mobile Computing und RFID-Technologien hilft das Kennzahlensystem, einen Kriterienkatalog für die Potenzialanalyse zu entwickeln. Dieser Kriterienkatalog unterstützt die einfache und nachvollziehbare Priorisierung der Prozesse auf Basis einer Nutzwertanalyse. Die Diskussion der subjektiven Einschätzungen bei der Kriterienauswahl, -gewichtung und -bewertung dient dazu, die zentralen Unterschiede zwischen den zu bewertenden Prozessen zu erkennen.

- Das Kennzahlensystem erlaubt die Nutzenidentifikation der Einsatzbereiche von Mobile Computing und RFID. Die Kennzahlen und deren Auswirkungen auf monetäre Größen ermöglichen die Berechnung des finanziellen Nutzens der Lösung.
- Das Kennzahlensystem hilft, messbare Ziele für die umzusetzende Lösung zu definieren, und erlaubt damit den Soll-Ist-Vergleich nach der Einführung. Die definierten Ziele sind ggf. Auslöser für fachliche Anforderungen an die umzusetzende Lösung.

## 4.5 Zusammenfassung

Dem Betreiber kommt in der Nutzungsphase einer Immobilie die zentrale Rolle zu, selbst erbrachte als auch zugekaufte Leistungen konsequent auf den Kundenprozess auszurichten und zur umfassenden Problemlösung für die Geschäftspartner Eigentümer, Nutzer und Benutzer zu bündeln. Die entworfene Prozesslandkarte des Betreibers orientiert sich an den Kundenprozessen und strukturiert die Prozesse in „Betrieb und Unterhalt“, „Flächenmanagement“ und „Dienste“.

Ausgehend von den Basisfunktionen der Mobile Computing und RFID-Technologien leitete das vorangegangene Kapitel Anwendungsszenarien entlang der Prozesslandkarte des Betreibers ab. Es wird deutlich, dass Mobile Computing und RFID die Abläufe im FM künftig stark verändern wird. Die vielfältigen Anwendungen lassen sich grob den zwei Kategorien *ereignisgesteuertes Prozessmanagement* und *mobile Tätigkeitsausführung* zuordnen:

- Beim *ereignisgesteuerten Prozessmanagement* erfassen Transponder, RFID-Lesegeräte, Embedded Systems, GPS-Empfänger, Mobiltelefone etc. Zustände von Objekten sowie den Aufenthaltsort von Personen und Objekten. Diese zentral verfügbaren Daten dienen als Entscheidungsgrundlage für manuelles oder automatisiertes Auslösen von Ereignissen. Die identifizierten Ereignisse sind prozessspezifisch und reichen von „Störung erkannt“ über „Wareneingang buchen“ hin zu „Reinigung ist durchzuführen“.
- *Mobile Tätigkeitsausführung* zielt auf die bestmögliche Unterstützung der Mitarbeiter vor Ort mit umfassender, aktueller Information und der sofortigen Erfassung von Daten, ohne Umweg über Papier. Vertragsdaten, Wissensdatenbanken und Leistungskataloge sind Beispiele von vor Ort benötigten Daten. Beispiele von vor Ort erfassten Daten sind Zählerstände, benötigte Arbeitszeit, verbrauchte Materialien sowie Personaleinplanungen.

Die unterschiedlichen Lösungen bauen teilweise auf denselben Infrastrukturkomponenten auf, und die eingesetzten Technologien sind zu vereinheitlichen. Potenziale bestehen bei den Komponenten zur Identifikation von Orten und Objekten, zur Lokalisierung von Objekten und Fahrzeugen, zur Zustandserfassung von Gebäudemerkmalen sowie zur mobilen Datenerfassung.

Die identifizierten Lösungen erschliessen erhebliche Potenziale für die Prozessgeschwindigkeit, -qualität, -flexibilität und -kosten der FM-Abläufe. Damit verbunden ist die Verlagerung von Aufgaben zwischen Zentrale und Technikern. Mit Hilfe mobiler Endgeräte können Mitarbeiter Tätigkeiten vor Ort vollständig und in höherer Qualität ausführen, so dass sich sowohl die Zahl der Arbeitsgänge wie auch der Bearbeitungsaufwand in der Zentrale verringern. In Kombination mit der automatisierten Reaktion auf Ereignisse stellen Mobile Computing und RFID-Lösungen einen wichtigen Schritt in Richtung integrierter, medienbruchfreier Geschäftsprozesse und Realisierung einer „sinnhaften Vollautomation“ [s. Mertens 2003] bzw. des „Echtzeitunternehmens“ [s. Österle 2004] dar.

Das entworfene Kennzahlensystem schlägt Messgrößen zur Bewertung des Nutzens der Lösungen vor und zeigt die Ursache-Wirkungszusammenhänge der Kennzahlen auf. Die Anwendung des Kennzahlensystems bei der Fraport AG zeigt seinen Beitrag zur strukturierten und effizienten Identifikation und Bewertung von Mobile Computing und RFID-Lösungen im FM.

# **5 Serviceorientierter Architekturvorschlag**

Voraussetzung für die wirtschaftliche Realisierung der vielfältigen Lösungen auf Basis von Mobile Computing und RFID ist die einfache und flexible Einbindung in bestehende Systemarchitekturen. Der in diesem Kapitel entwickelte Architekturvorschlag liefert einen Bauplan für eine vollständig ausgeprägte SOA, illustriert mögliche Ausbaustufen und diskutiert die Vorteile für die Umsetzung von Mobile Computing und RFID-basierten Anwendungen.

Die Analyse klassischer Integrationsansätze für Mobile Computing und RFID-Lösungen zeigt die notwendigen Komponenten, die wichtigsten Funktionen und die Grenzen bei der Anbindung mehrerer Applikationen (s. Abschnitt 5.1). Die mit SOA verfolgten Ziele lassen auf einen hohen Nutzen für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen in bestehende historisch gewachsene Systemlandschaften schliessen und versprechen zentrale Nachteile klassischer Integrationsansätze zu überwinden. Abschnitt 5.2 diskutiert das Zusammenspiel der anwendungsneutralen Komponenten einer SOA zur Integration der Lösungen auf Basis von Mobile Computing und RFID. Abschnitt 5.3 modelliert die fachliche Sicht ausgewählter Anwendungsszenarien aus Kapitel 4 und leitet daraus eine Liste mit Servicekandidaten ab. Für die Realisierung einer umfassend ausgeprägten SOA eignet sich aus Risiko- und Ressourcenüberlegungen ein schrittweises Vorgehen. Abschnitt 5.4 prägt den Architekturvorschlag für die Fraport AG aus und zeigt, ausgehend von der Ist-Architektur, Ausbaustufen in Richtung der Zielarchitektur. Daraus lassen sich Handlungsempfehlungen für die Umsetzung ableiten. Abschnitt 5.5 fasst die Ergebnisse zusammen.

## **5.1 Klassische Integrationsansätze**

Für die Integration mobiler Endgeräte (Abschnitt 5.1.1), RFID-Systeme (Abschnitt 5.1.2) und Embedded Devices (Abschnitt 5.1.3) mit bestehenden Anwendungssystemen sind unterschiedliche Middlewarekomponenten und -funktionen notwendig. Zur Anbindung mehrerer Anwendungssysteme an diese Middlewarekomponenten existieren verschiedene Architekturvarianten mit spezifischen Vor- und Nachteilen (s. Abschnitt 5.1.4).

### 5.1.1 Integration mobiler Endgeräte

Moderne Anwendungssysteme sind mehrschichtig aufgebaut und unterscheiden zwischen den Schichten Präsentation, Applikationsfunktionalität und Datenhaltung. Die Restriktionen mobiler Endgeräte sowie drahtloser Kommunikationstechnologien (s. Abschnitt 2.1.4) führen für mobile Anwendungen zur weiteren Aufteilung dieser 3-Tier-Architektur in n-Tier-Architekturen [s. Far 2005, 781f].

Der Vergleich kommerzieller Produkte in [Mutschler/Specht 2004, 195-273] zeigt, dass sich Middleware-Architekturen für die Umsetzung mobiler Anwendungen durchsetzen. Die mobile *Middleware* erweitert klassische *Client/Server*-Architekturen mit dem Ziel, eine bessere Skalierbarkeit und Administration zu erreichen. Auf die Serverkomponente kann meist auch von stationären Clients aus zugegriffen werden. Sie wird in Anlehnung an [Mallick 2003, 258] als *Backend* bezeichnet.

Die drei Ebenen Client, Middleware und Backend können selbst wieder aus mehreren Schichten bestehen (s. Abbildung 5-1). Auf der Ebene Client befinden sich die auf dem mobilen Endgerät ausgeführten (Software-)Komponenten, die Middleware stellt die notwendigen Komponenten zur Verbindung von Client und Backend zur Verfügung, und das Backend enthält schliesslich die Geschäftsdaten und -funktionen, mit denen der Benutzer auf dem mobilen Endgerät arbeiten kann.

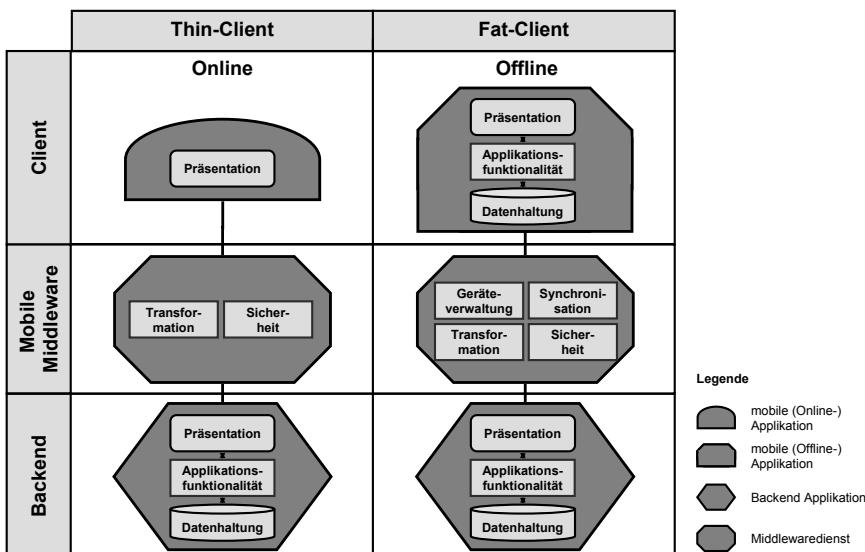


Abbildung 5-1 Architekturen zur Umsetzung mobiler Lösungen

#### Client

Anhand des Funktionsumfangs wird zwischen Fat- und Thin-Client unterschieden. Ein *Thin-Client* übernimmt lediglich Präsentationsaufgaben, während ein *Fat-*

*Client* Geschäftslogik realisiert und (temporär) Daten speichert. Für den Betrieb eines Thin-Clients ist eine Datenverbindung (*online*) Voraussetzung<sup>35</sup>. Im Gegensatz dazu kann der Benutzer einen Fat-Client sowohl mit (*online*) als auch ohne (*offline*) Verbindung zur Middleware verwenden. Beim reinen *Offline*-Betrieb gleicht der Client seine Daten periodisch mit dem Backendsystem ab. Ausser diesem Abgleich findet kein Zugriff auf weitere Funktionen des Backendsystems statt [s. Jones 2004a, 1; Yow/Moertiyoso 2005, 58-60; Kurbel/Jankowska 2006, 196].

Die Wahl des geeigneten Betriebsmodus für eine konkrete Anwendung hängt von den Restriktionen der eingesetzten Technologie (s. Abschnitt 2.1.4) und den Eigenschaften der zu bearbeitenden Daten ab. Die wesentlichen Restriktionen sind die *Rechenleistung* und *Speicherkapazität* der Endgeräte sowie die verfügbare *Dienstqualität* der Kommunikationstechnologie. Bei den Daten beeinflussen die *Volatilität*, *Menge* und die notwendige *Aktualität* den passenden Betriebsmodus. Folgende Heuristiken unterstützen den Entwurf [vgl. Müller 2005, 34f; Yow/Moertiyoso 2005, 58ff]:

- *Hohe Anforderungen an die Datenaktualität auf dem mobilen Endgerät und/oder eine hohe Datenvolatilität sprechen für den Online-Betrieb:* Die gewünschte bzw. notwendige Datenaktualität auf dem Client ist von der Volatilität der Daten abhängig. Bspw. sind CAD-Pläne i.d.R. statisch. Eine monatliche Aktualisierung der CAD-Pläne auf dem Client kann daher ausreichen. Im Gegensatz dazu ist das Beheben von Störungen meist zeitkritisch. Eine zeitnahe Übermittlung von Störmeldungen bedingt den Online-Betrieb.
- *Grosse Datenmengen sprechen für den Online-Betrieb:* Die Einschränkungen der mobilen Endgeräte bez. *Speicherkapazität* beschränken die Möglichkeit, Daten offline zur Verfügung zu stellen. So kann eine geringe Volatilität für die Speicherung der Daten auf dem Endgerät sprechen, die daraus resultierenden notwendigen Datenmengen dies aber verhindern.
- *Eine tiefe Dienstqualität spricht für den Offline-Betrieb:* Bei einer tiefen Qualität des Übertragungsnetzes in den drei Dimensionen Abdeckung, Bandbreite und Kosten ist das zu übertragende Datenvolumen und die Anzahl der Interaktionen zwischen Client und Backend zu minimieren. Ist hingegen die Dienstqualität hoch und eine dauerhafte Verbindung zum Client vorhanden, so ist der Online-Betrieb anzustreben.
- *Eine tiefe Rechenleistung der Endgeräte spricht für den Online-Betrieb:* Die Reaktionsgeschwindigkeit der Anwendung auf Usereingaben ist zentral für die Akzeptanz mobiler Lösungen. Je kleiner die Rechenkapazität des Endgerätes ist, desto schlanker muss die Anwendung auf dem Endgerät sein.

Dem Aspekt der Datenaktualität und -volatilität kommt bei der Wahl des Betriebsmodus entscheidende Bedeutung zu. Die übrigen Punkte können unter Um-

<sup>35</sup> Eine temporäre Zwischenspeicherung von Daten z.B. bei der Eingabe in einem Formular ist zur Überbrückung kurzer „Funklöcher“ denkbar. Die persistente Datenspeicherung ist aber ohne Funkverbindung nicht möglich.

ständen durch Ausbau der Infrastruktur oder die Wahl entsprechender Endgeräte auf die Anforderungen der Lösung ausgerichtet werden. Weitere Massnahmen bei der Lösungskonzeption helfen, die notwendige Datenmenge auf dem mobilen Endgerät zu reduzieren:

1. Bei geplanten Tätigkeiten werden nur die Daten (CAD-Pläne, technische Dokumentation, Verträge, etc.) auf dem Endgerät abgelegt, zu welchen auch Tätigkeiten vorhanden sind. Der Vorteil dieses Vorgehens liegt darin, dass sich die auf dem mobilen Endgerät zu speichernden Daten auf die geplanten Tätigkeiten beschränken. Der Nachteil ist, dass fehlende Daten nur bei vorhandener Netzverbindung abrufbar sind. Auch ist die Synchronisation aufwendiger, da Abhängigkeiten zwischen den geplanten Tätigkeiten und den notwendigen Daten zu prüfen sind.
2. Bewegt sich das Gerät bzw. der Mitarbeiter in einem definierten, eingeschränkten Bereich eines Geländes oder einer Region, so werden nur die Daten dieses Teilbereichs auf seinem Gerät abgelegt. Der Vorteil dieses Vorgehens ist, dass alle Daten des Teilbereichs auf dem Endgerät vorhanden sind. Die Nachteile bestehen darin, dass die genannte Voraussetzung gegeben sein muss und dass der Speicherbedarf unter Umständen immer noch zu gross ist.

### Middleware

Die zentralen Funktionen mobiler Middlewareprodukte sind Datensynchronisation, Transformationsfunktionen, Geräteverwaltung und Sicherheit [s. Mallick 2003, 233-398; Turowski/Pousttchi 2003, 103-114; Chen 2005]:

- Die *Datensynchronisation* gleicht die Datenbestände, die für den Offline-Betrieb der mobilen Anwendung notwendig sind, mit den Datenbeständen der Backendapplikation ab. Die Datensynchronisation umfasst Funktionen für die Datenkomprimierung, die Verwaltung von Synchronisationskonflikten und das Wiederaufsetzen der Synchronisation bei Verbindungsunterbrüchen.
- Die *Transformationsfunktion* wandelt Daten und Funktionsaufrufe in Formate und Protokolle um, die für mobile Endgeräte und für die Übertragung über mobile Kommunikationstechnologien optimiert sind. Greifen unterschiedliche Endgeräte auf die Inhalte zu, müssen diese meist spezifisch pro Endgerätetyp aufbereitet werden. Funktionen für die Geräte-/Browsererkennung sind dazu notwendig.
- Die *Geräteverwaltung* bietet Funktionen, die eine effiziente Verwaltung sowohl der Endgeräte wie auch der darauf installierten Applikationen erlauben. Zentrale Elemente sind die Softwareverteilung, die Fernadministration und die Datensicherung und -wiederherstellung.
- Die *Sicherheitsfunktionen* stellen Mechanismen für die Authentifizierung, Autorisierung sowie die Integrität und Vertraulichkeit der Datenübertragung zur Verfügung.

Abhängig vom Betriebsmodus stehen unterschiedliche Funktionen der Middleware im Vordergrund (s. Abbildung 5-1).

### 5.1.2 Integration von RFID-Systemen

Bei der Integration von RFID-Lösungen in bestehende Applikationslandschaften ist zwischen mobilen und stationären RFID-Lesegeräten zu unterscheiden:

- *Mobile RFID-Lesegeräte* sind in mobilen Endgeräten (Laptop, Tablet PC, PDA, etc.) fest integriert oder als Zusatzgerät angeschlossen. Gerätetreiber ermöglichen die Kommunikation mit der auf dem Endgerät installierten Applikation. Die Verbindung zum Backend basiert auf der Middleware der mobilen Applikation (s. Abschnitt 5.1.1).
- Die Anbindung *stationärer RFID-Lesegeräte* erfordert meist eine zusätzliche Middlewarekomponente, da die direkte Koppelung mit den betrieblichen Anwendungssystemen in der Regel nicht machbar bzw. sinnvoll ist. Die Gründe liegen in der zu verarbeitenden Datenmenge, der fehlenden Echtzeitfähigkeit der Systeme und den begrenzten Möglichkeiten der RFID-Lesegeräte, die von den Applikationen erwartete Prozessinformation zu erzeugen [s. Thiesse/Gross 2006, 183].

Die Funktionen, welche die RFID-Middleware anbietenden muss, unterteilen sich in Transformations- und Konfigurationsfunktionen [s. Gross 2006, 115-122]:

- Die *Transformationsfunktionen* wandeln RFID-Rohdaten (bspw. „RFID-Tag x ist im Lesefeld des Geräts y“) in für die Geschäftsapplikation nutzbare Prozessdaten (bspw. „Spitalbett 4711 ist auf Station H“) um. Dazu müssen Fehler in den Rohdaten gefiltert, die Datenformate unterschiedlicher Gerätehersteller harmonisiert, Einzelereignisse zu Geschäftsvorgängen verdichtet und die Daten mit für den Vorgang notwendigen Geschäftsdaten angereichert werden.
- Die *Konfigurationsfunktionen* überwachen und steuern die RFID-Infrastruktur. Dazu sind die Lesegeräte zu identifizieren und die Konfigurationsdaten zu verwalten (bspw. Standort des Lesegeräts). Weiter ist die Funktionstüchtigkeit der Geräte zu überwachen und die Sicherheit muss gewährleistet sein. Sicherheitsfragestellungen sind der Schutz vor Manipulation von aussen, die Sicherung der übertragenen RFID-Daten und die Benutzerverwaltung.

### 5.1.3 Integration von Embedded Devices

Embedded Devices in Gebäuden sind Bestandteil gröserer Gebäudeautomationssysteme (s. Abschnitt 2.1.2). Die [DIN 1999] strukturiert die Elemente von Gebäudeautomationssystemen in Feld-, Automations- und Managementebene (s. Abbildung 5-2):

- Die *Feldebene* umfasst die physikalische Verbindung der Sensoren, Aktuatoren, Steuer- und Regeleinheiten.
- Auf *Automationsebene* übernehmen Steuer- und Regeleinheiten automatisierte Überwachungs- und Verarbeitungsfunktionen (z.B. Temperatursteuerung). Kommunikationseinheiten stellen die Verbindung zu Bediengeräten, Programmierseinheiten und der Managementebene her.

- Als *Managementebene* wird die Ebene bezeichnet, mit deren Hilfe die Anlagen überwacht, gesteuert und für den Betreiber visualisiert werden. Die Hersteller von Gebäudeautomationssystemen liefern meist Komplettsysteme aus, bestehend aus Hard- und Software. Auf Managementebene kommt damit Software vom Lieferanten des Gebäudeautomationssystems zum Einsatz. Diese Software ist über (proprietäre) Schnittstellen ansprechbar [s. Redlein 2004, 136].

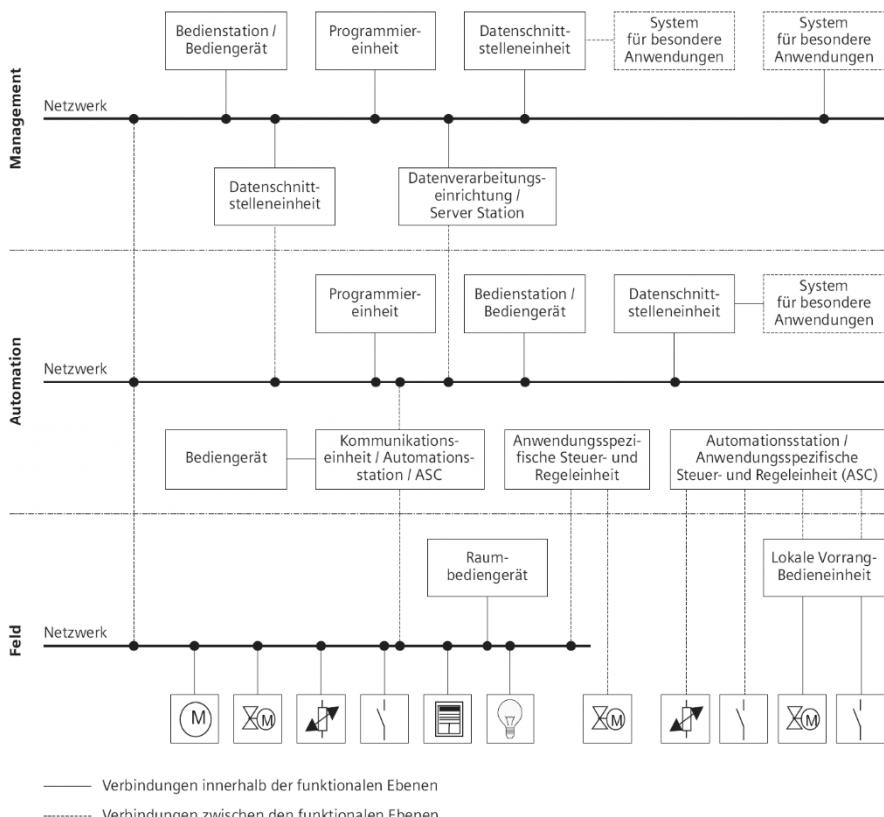


Abbildung 5-2 Komponenten von Gebäudeautomationssystemen nach [DIN 1999]

Die Anbindung von Drittapplikationen (*Systeme für besondere Anwendungen* in Abbildung 5-2) ist sowohl auf Automations- wie auch auf Managementebene über *Datenschnittstelleneinheiten* möglich. Die *Kommunikationseinheit* der Automationsebene agiert als Middleware und verbindet die Feldebene mit der *Datenverarbeitungseinrichtung* auf Managementebene. Das Buch fasst im Folgenden unter „Gebäudeautomationsmiddleware“ die Komponenten auf Automationsebene zur Verbindung der Feldebene mit der Managementebene zusammen. „Gebäudeautomationsapplikation“ bezeichnet die Komponenten auf Managementebene, und

„Gebäudeautomationssystem“ bezeichnet die Gesamtheit der Komponenten auf allen drei Ebenen.

### 5.1.4 Ansätze zur Integration mehrerer Applikationen

FM-Dienstleister benötigen zur Unterstützung ihrer Geschäftsprozesse unterschiedliche Klassen von Applikationen. Das Ergebnis einer Umfrage im schweizerischen FM-Markt gibt einen Überblick über den Umfang der eingesetzten Applikationen (s. Abbildung 5-3). Diese Vielfalt röhrt nicht nur von der Unterstützung der unterschiedlichen FM-Prozesse her. Viele FM-Prozesse nutzen mehrere Applikationen gleichzeitig. Zur durchgängigen Unterstützung der Prozesse sind diese Applikationen über Schnittstellen miteinander verbunden.

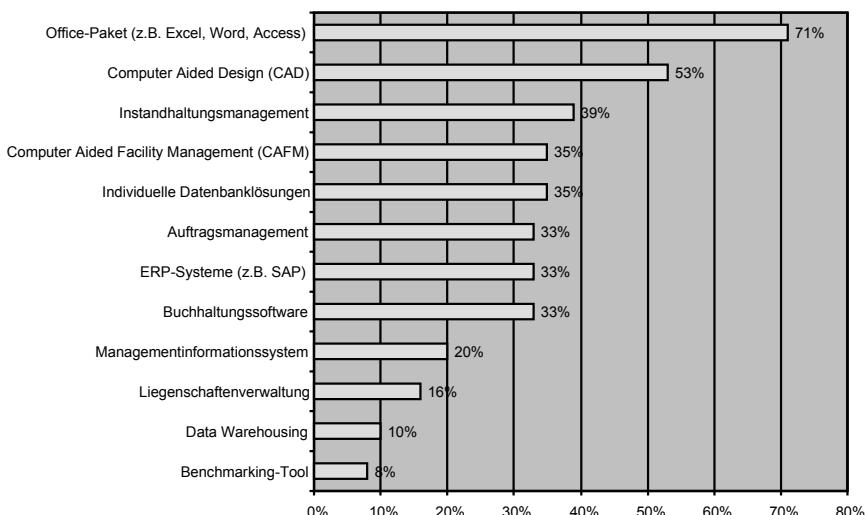


Abbildung 5-3 Eingesetzte Applikationen bei FM-Dienstleistern [Pom 2003, 112]

Für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen bestehen die Möglichkeiten, die Middlewareprodukte der bereits eingesetzten Applikationen zu verwenden oder ein Middlewareprodukt einzusetzen, welches mehrere Applikationen anbinden kann (s. Abbildung 5-4).

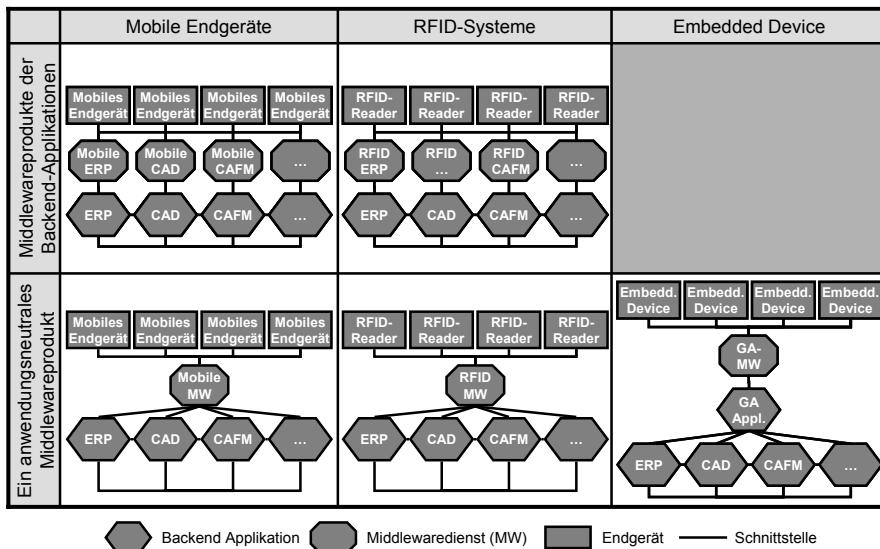


Abbildung 5-4 Klassische Integrationsansätze

- Middlewareprodukte der Backend-Applikationen.* Bei dieser Variante werden die Lösungen auf Basis der für die spezifischen Applikationen (ERP, CAD, CAFM, etc.) angebotenen Middlewareprodukte realisiert. Voraussetzung dafür ist, dass der Softwarelieferant ein entsprechendes Middlewareprodukt anbietet. Für Embedded Devices in Gebäudeautomationssystemen ist dies meist nicht gegeben. Der Vorteil beim Einsatz der Middlewareprodukte der Applikationen ist die problemlose Umsetzung der von den Herstellern ausgelieferten Standardfunktionalität. Als Nachteil erweist sich die Tatsache, dass bei mobilen Anwendungen, die Daten und Funktionen unterschiedlicher Backendapplikationen benötigen, die Integration meist aufwändig oder gar nicht möglich ist. Der Hauptnachteil ist jedoch die grosse Anzahl der einzuführenden und zu betreibenden Middleware-Produkte und Schnittstellen.
- Ein anwendungsneutrales Middlewareprodukt.* Integrationsplattformen wie Websphere der IBM Corp. oder Netweaver der SAP AG adressieren mit den Middlewareprodukten „WebSphere Everyplace Mobile Portal“ und „Mobile Infrastructure“ sowie „WebSphere RFID Premises Server“ und „Auto-ID Infrastructure“ die Nachteile anwendungsspezifischer Middlewareprodukte. Diese Middlewarekomponenten bieten die Möglichkeit, mobile Endgeräte oder RFID-Systeme an mehrere Applikationen gleichzeitig anzubinden. Bei Gebäudeautomationssystemen übernimmt die Gebäudeautomationsapplikation die Verbindung mit weiteren Applikationen. Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass nur die vom Lieferanten der Integrationsplattform ausgelieferten Anwendungsszenarien einfach und schnell umsetzbar sind. Weitergehende Funktionalität muss selbst implementiert werden. Die Vorteile sind: (1) Die Anzahl eingesetzter Middlewarekomponenten reduziert sich, (2) mo-

bile Applikationen, die Daten und Funktionen mehrerer Backendsysteme verknüpfen, sind einfacher realisierbar und (3) Daten und Ereignisse von RFID- und Gebäudeautomationssystemen sind zentral vorhanden und von unterschiedlichen Applikationen nutzbar.

Der grösste Nachteil beider Integrationsansätze ist, dass für jede anzubindende Applikation eine für die Mobile Computing und RFID-Lösung spezifische Schnittstelle zwischen den Backend-Applikationen und der Middlewarekomponente zu implementieren ist. Diese Schnittstellen können komplex sein sowie funktionale Überschneidungen und Abhängigkeiten zu bestehenden Schnittstellen besitzen. Jede neue Integrationsbeziehung beeinträchtigt die Wartbarkeit und Beherrschbarkeit der Systemarchitektur und ist mit Kosten verbunden. Mit der Realisierung neuer Mobile Computing und RFID-Lösungen geht damit die Gefahr steigender Komplexität der Systemarchitektur und dadurch einer verringerten unternehmerischen Agilität einher.

	Vorteile	Nachteile
Middlewareprodukte der Backend-Applikationen	Einfache Umsetzung herstellerspezifischer Standardfunktionalität	Pro Backend-Applikationen eigene Middleware bzw. Schnittstellen Aufwendige oder fehlende Möglichkeit unterschiedliche Applikationen in einer mobilen Anwendung zu integrieren Steigende Komplexität der Systemarchitektur aufgrund Mobile Computing und RFID-spezifischer Schnittstellen je Applikation und damit reduzierte Agilität für die Umsetzung der Lösungen
Ein anwendungsneutrales Middlewareprodukt	Vereinheitlichung der eingesetzten Middlewarekomponenten Integration unterschiedlicher Applikationen mit Mobile Computing und RFID-Lösungen	Nur Standardfunktionalität des Integrationsplattformanbieters ist einfach nutzbar. Funktionalität für die Integration weiterer Applikationen ist zu implementieren. Steigende Komplexität der Systemarchitektur aufgrund Mobile Computing und RFID spezifischer Schnittstellen je Applikation und damit reduzierte Agilität für die Umsetzung der Lösungen

Tabelle 5-1 Vor- und Nachteile klassischer Integrationsansätze

## 5.2 SOA zur Integration von Mobile Computing und RFID (anwendungsneutrale Sicht)

Die mit SOA angestrebten Ziele *standardisierte Integrationsinfrastruktur, Entkopplung von Applikationsdomänen und flexible Benutzer- bzw. Prozess-*

*integration* [s. Heutschi 2007, 114f] adressieren die Nachteile der in Abschnitt 5.1 vorgestellten klassischen Integrationsansätze. Der vorliegende Abschnitt entwickelt eine serviceorientierte Zielarchitektur für die Umsetzung von Mobile Computing und RFID-Anwendungen. Er modelliert die anwendungsneutrale Sicht des Architekturmodells (s. Abschnitt 2.3) und konzentriert sich damit auf Elemente ohne direkten fachlichen Bezug zu den Prozessen und Anwendungsszenarien. Im Rahmen einer SOA implementiert ein Workflow-Management-System (WfMS) die Ebene Workflowintegration und ein Enterprise-Service-Bus die Ebene Service. Die beiden folgenden Abschnitte gehen auf diese Komponenten der Integrationsarchitektur ein und diskutieren Ansätze und Möglichkeiten zur Integration mit den in Abschnitt 5.1 identifizierten Middleware-Komponenten. Auf Ebene Desktopintegration betrachtet dieses Buch ausschliesslich manuelle, mit mobilen Endgeräten ausgeführte Aktivitäten. Die mobile Middleware implementiert diese Aktivitäten. Weitere Komponenten auf Ebene Desktopintegration sind für Mobile Computing und RFID-Lösungen nicht von Bedeutung. Abbildung 5-5 stellt die Komponenten der anwendungsneutralen Sicht im Überblick dar.

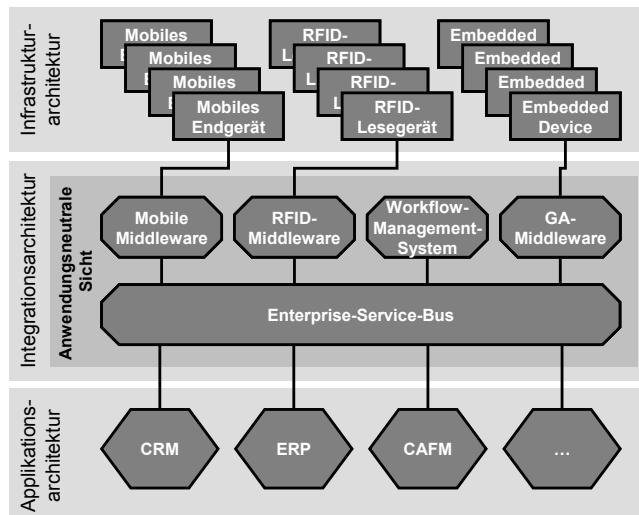


Abbildung 5-5 Komponenten zur Realisierung serviceorientierter Mobile Computing und RFID-Lösungen

### 5.2.1 Enterprise-Service-Bus

Basis für die technische Schnittstellenstandardisierung bildet eine einheitliche Integrationsarchitektur, die Standards definiert und zentrale Dienste für die Serviceentwicklung, -publikation und -nutzung zur Verfügung stellt. In Anlehnung an [Chappell 2004; Keen et al. 2004, 71ff; Newcomer/Lomow 2004, 75f; Wilkes 2004] fasst dieses Buch unter dem Begriff *Enterprise-Service-Bus* die zur Realis-

sierung der Ebene Service notwendigen Middlewaredienste zusammen. Kernelemente sind (1) Message-Broker-Integrationsfunktionalität und (2) standardisierte Kommunikationsprotokolle zur Umsetzung einer Bus-Architektur, (3) ein Service-Verzeichnis sowie (4) Sicherheits- und (5) Servicemanagement-Dienste.

### Integration mobiler Applikationen

Für die Anbindung mobiler Applikationen an einen Enterprise-Service-Bus gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder ruft der mobile Client direkt die von den Applikationsdomänen angebotenen Services auf oder der Client kommuniziert weiterhin mit der mobilen Middleware, und diese greift auf die Services zu (s. Abbildung 5-6). Für den Serviceaufruf ist die im Rahmen der SOA standardisierte Schnittstellentechnologie zu verwenden. Der direkte Serviceaufruf vom Client setzt damit voraus, dass der Client über die notwendige Schnittstelle bzw. *Application Programming Interface* (API) verfügt. Dies ist bei Online-Applikationen, bei welchen einzig ein Browser auf dem Client vorhanden ist, nicht gegeben.

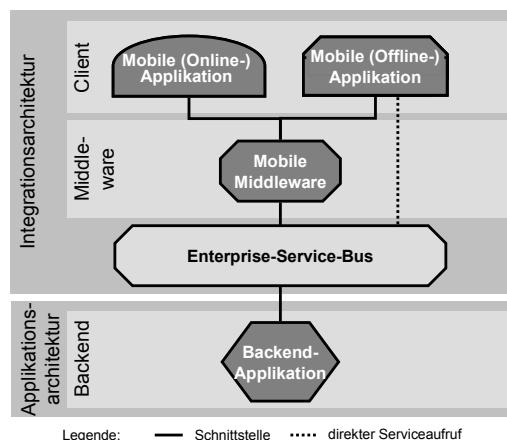


Abbildung 5-6 Integration mobiler Applikationen in eine SOA

Eine im Zusammenhang mit SOA häufig diskutierte Schnittstellentechnologie sind Web Services, die als Kommunikationsprotokoll SOAP nutzen. Die Java-Micro-Edition (ME)-Plattform, eine betriebssystemunabhängige Ausführungsumgebung für mobile Applikationen auf dem Client, ist in der Praxis weit verbreitet. Für diese Plattform ist ein Web Service-API als optionale Komponente verfügbar [s. Giguere 2006].

Die Web Service-Technologie hat gegenüber auf drahtlose Kommunikation und mobile Endgeräte spezialisierten und optimierten Protokollen Nachteile. Einerseits kann sich das Datenvolumen bei einem Web Service-Aufruf gegenüber einer optimierten binären Datenübertragung vervielfachen. Andererseits ist das Verarbeiten (Parsing) von XML-Dokumenten, auf welchen Web Services aufbauen, rechenintensiv.

Die auf der kSOAP<sup>36</sup>-Bibliothek basierenden prototypischen Implementierungen von Web Service-Aufrufen mit mobilen Endgeräten in [Gabhart/Gordon 2002, 46; Tuisku 2004, 278; Kurbel/Jankowska 2006, 200-203] führen zu der Empfehlung, spezifische, auf die Eigenheiten drahtloser Kommunikation optimierte Protokolle zwischen Middleware und Client einzusetzen. Der direkte Web Service-Aufruf mobiler Applikationen ist von Bedeutung, wenn der Server bzw. die Middleware nicht im Zugriff des Anwendungsentwicklers liegt. Zusätzliche sicherheitstechnische Mängel bez. Autorisierung, Authentifizierung und Identifizierung von SOAP unterstreichen die Aussagen [s. Davis/Zhang 2005, 167].

Für innerbetriebliche Anwendungen muss damit die mobile Middleware weiterhin zur Kommunikation mit dem Client genutzt werden. Diese Middleware greift aber nicht mehr direkt auf die Backendsysteme zu, sondern nutzt die von den Domänen angebotenen Services mittels der standardisierten Schnittstellentechnologie.

Im überbetrieblichen Bereich sind die Anforderungen nach Interoperabilität höher. Daher ist anzunehmen, dass sich die direkte Nutzung der Web Service-Technologie durch mobile Anwendungen dort zuerst durchsetzen wird. Prototypen von mobilen Web Service-Anwendungen im B2C finden sich bspw. für die Abfrage von Zugsfahrplänen in [Frei 2005, 80-86], für einen „Friend-Finder“ auf Basis von Lokalisierungsinformation in [Farley/Capp 2005] oder für die Suche eines Geschäfts in [Kontio 2006a]. Das Peer-to-Peer-Computing (die direkte Kommunikation zwischen zwei mobilen Endgeräten) ist ein weiteres Anwendungsgebiet für die mobile Nutzung von Web Services [s. Junseok/Aravamudham 2004].

### **Integration von RFID-Systemen und Embedded Devices**

Analog zur Integration mobiler Applikationen greifen die Middlewareprodukte der RFID-Systeme und Embedded Devices im Rahmen einer SOA nicht mehr direkt auf die Geschäftsfunktionalität der Applikationen zu, sondern nutzen die von den Applikationsdomänen angebotenen Services. Die folgenden zwei Gründe sprechen gegen bzw. verunmöglichen direkte Serviceaufrufe von RFID-Lesegeräten und Embedded Devices. Erstens sind die angebotenen Schnittstellen heutiger RFID-Lesegeräte herstellerabhängig und Embedded Devices in Gebäudeautomationssystemen kommunizieren mit auf Feldbussysteme spezialisierten Protokollen (s. Abschnitt 2.1.2). Zweitens fordert das SOA-Designprinzip „Bedarfsorientierung“ (s. Abschnitt 2.3) eine an den Geschäftskonzepten ausgerichtete Servicegranularität. Diese ist nur mit der Transformation der von Sensoren und RFID-Lesegeräten erfassten „Rohdaten“ in der Middleware erreichbar (s. Abschnitt 5.1).

---

<sup>36</sup> kSOAP ist eine Web Service Client-Bibliothek für die Java ME-Plattform, die ein Web Service API implementiert und unter <http://ksoap2.sourceforge.net/> frei zugänglich ist.

### 5.2.2 Workflow-Management-System

Ein Workflow-Management-System (WfMS) steuert die Ausführung von Aktivitäten durch Applikationen bzw. Benutzer. Für die Diskussion der Integrationsmöglichkeiten von Mobile Computing und RFID-Lösungen auf Ebene Workflowintegration lehnt sich dieses Buch an das Workflow Reference Model der Workflow Management Coalition (WfMC)<sup>37</sup> an. Dieses Referenzmodell beschreibt die zentralen Komponenten und Schnittstellen eines Workflow-Management-Systems (s. Abbildung 5-7).

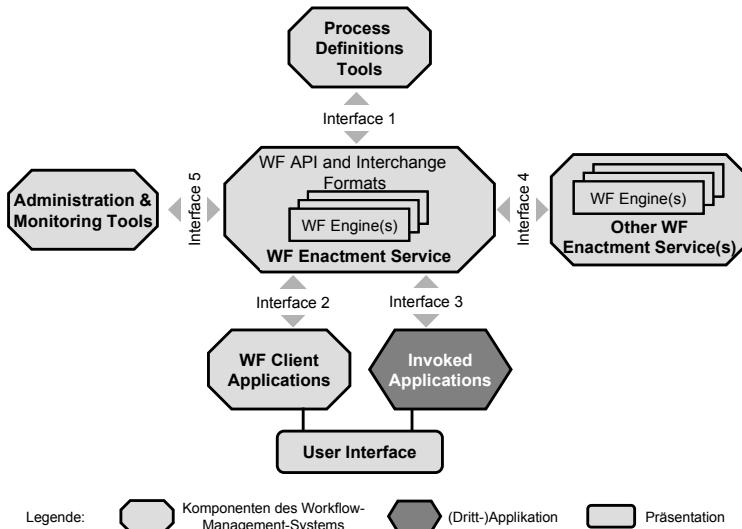


Abbildung 5-7 Workflow-Referenz-Modell nach [WfMC 1995, 20] ergänzt um das User-Interface der Client-Application nach [WfMC 1995, 33]

Im Zentrum des Modells steht die Laufzeitumgebung für die Prozessausführung (*Workflow-Enactment-Service*), die aus einer oder mehreren *Workflow-Engines* bestehen kann. Die *Workflow-Engine* umfasst Funktionen für das Initiieren, Starten, Beenden und Abbrechen von Prozessen. Die Laufzeitumgebung stellt *Interfaces* für die Kommunikation mit weiteren Komponenten des WfMS bereit. Für die Betrachtungen in diesem Buch sind *Interface 2* zur *Workflow-Client-Application* und *Interface 3* zur aufgerufenen Applikation (*Invoked-Application*) von Bedeutung:

- Die *Workflow-Client-Application* erlaubt dem Benutzer, über *Interface 2* Prozesse und Aktivitäten zu initiieren und manuelle Aktivitäten über einen

<sup>37</sup> Ziel des seit 1993 bestehenden Interessenverbandes aus Anbietern und Anwendern von WfMS ist es, einen Standard für den Austausch von Prozessinformationen zu etablieren, der unternehmensübergreifende Workflows zwischen heterogenen Workflow-Management-Systemen ermöglicht.

Arbeitsvorrat aufzurufen. Der Workflow-Client kann dabei als eigenständige Applikation oder als Erweiterung eines bestehenden Clients, meist eines E-Mail-Clients, implementiert sein.

- Die Laufzeitumgebung kann über *Interface 3* Funktionen der *Invoked-Application* aufrufen. Diese Funktionsaufrufe führen automatisierte oder manuelle (über *Interface 2*) Aktivitäten aus. Umgekehrt kann die *Invoked-Application* über Ereignisse Prozesse initiieren oder den Abschluss von Aktivitäten melden.

### Integration mobiler Applikationen

Der Betriebsmodus einer mobilen Anwendung beeinflusst die auf dem Client notwendigen Komponenten des WfMS und deren Zusammenspiel mit dem zentralen Workflow-Enactment-Service (s. Abbildung 5-8). Die im Folgenden entworfenen Architekturen basieren auf den in [Alonso et al. 1995; Jeng et al. 2000; Hartleben-Reinehr/Felgar 2002; Arroyo-Sandoval et al. 2003; Hwang/Chen 2003; Sairamesh et al. 2004] untersuchten Ansätzen und prototypischen Umsetzungen für den Offline-Betrieb einer Workflow-Client-Application. Als Invoked-Application fungieren sowohl die Backend-Applikation (Online) wie auch die mobile Applikation (Offline) auf dem Client.

*Online.* Das mobile Endgerät betreibt nur das User Interface, und die mobile Middleware bereitet die Inhalte der Workflow-Client-Application für die Anzeige auf. Dies ist der einzige Unterschied zum Workflow-Referenz-Modell in Abbildung 5-7. Die Workflow-Client-Application greift weiterhin über den Workflow-Enactment-Service auf die Backend-Applikation bzw. Invoked-Application zu. Der Workflow-Enactment-Service nutzt aber im Rahmen einer SOA die Applikationsfunktionalität nicht direkt, sondern über Services (s. Abschnitt 2.3).

*Offline.* Der Offline-Betrieb setzt eine Workflow-Client-Application auf dem Client voraus. Die mobile Applikation agiert als Invoked-Application und synchronisiert ihre Daten über die mobile Middleware mit der Backend-Applikation. Für die zentrale Verwaltung aktueller Prozesszustände durch den Workflow-Enactment-Service wäre eine dauerhafte Verbindung zur Workflow-Client-Application notwendig. Für den Offline-Betrieb ist somit das Verwalten von Prozesszuständen auf dem Client und deren Synchronisation mit dem Workflow-Enactment-Service notwendig. Dieser Abgleich kann direkt oder über die mobile Middleware implementiert sein.

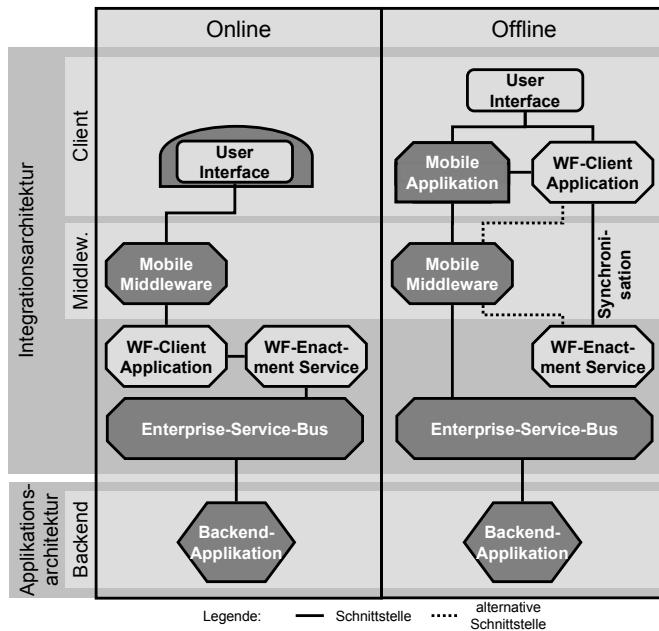


Abbildung 5-8 Workflowintegration für mobile Anwendungen

Weil die Workflow-Client-Application die Invoked-Application direkt aufrufen kann, führt der Offline-Betrieb zu einem Aufweichen der im Workflow Referenzmodell (s. Abbildung 5-7) dargestellten Komponentenabgrenzungen und Schnittstellen. Dieser Aufbau birgt die Gefahr, dass mit dem Workflow-Client generell Daten ohne Einbeziehen der Workflow-Enactment-Service ausgetauscht werden können [s. Müller 2005, 34].

### Integration von RFID-Systemen und Embedded Devices

Im Rahmen des Workflow Referenzmodells agieren sowohl die RFID- wie auch Gebäudeautomationssystem als Invoked-Application. Bei den in Abschnitt 4.2 identifizierten Anwendungsszenarien sind Embedded Devices in Gebäudeautomationssystemen wie auch RFID-Systeme Auslöser von Prozessen oder Prozessschritten bzw. Aktivitäten. Sie können damit über das Interface 3 entsprechende Ereignisse an den Workflow-Enactment-Service melden, der die notwendigen Prozesse und Aktivitäten auslöst, steuert und überwacht.

## 5.3 Architekturvorschlag (anwendungsbezogene Sicht)

Aufbauend auf der anwendungsneutralen Sicht modellieren die folgenden Abschnitte aus fachlicher Sicht die in Abschnitt 4.2 beschriebenen Anwendungsszenarien in den vier Ebenen des SOA-Architekturmodells. Die Domänenarchitektur

auf Ebene Anwendungssysteme ist umfassend für alle diskutierten FM-Prozesse modelliert (s. Abschnitt 5.3.1). Im Gegensatz dazu beschränkt sich die Modellierung der drei Ebenen Desktopintegration, Workflowintegration und Services auf die beiden wichtigsten FM-Prozesse Störfallmanagement und Instandhaltung. Abschnitt 5.3.2 entwirft die Taskflows der mobilen Anwendungen auf der Ebene Desktopintegration und leitet Services für den Online- wie auch für den Offline-Betrieb der Anwendung ab. Abschnitt 5.3.3 zeigt unterschiedliche Detaillierungsgrade zur Abbildung der Prozesse auf Ebene Workflowintegration, konzipiert diese und leitet die zur Realisierung notwendigen Services her. Abschnitt 5.3.4 schliesslich harmonisiert die in den vorherigen Abschnitten identifizierten Services, ordnet diese den Domänen zu und fasst die Servicekandidaten tabellarisch zusammen.

### 5.3.1 Ebene Anwendungssystem

#### Domänenarchitektur

Domänen gruppieren fachlich zusammengehörende Funktionen und Informationsobjekte und treten als Serviceanbieter auf. Grundlage der hier entwickelten Domänenarchitektur sind die in Abschnitt 4.2 pro FM-Prozess identifizierten Geschäftsobjekte. [Heutschi 2007, 144-155] untersucht zur Domänenabgrenzung verschiedene Vorgehensansätze aus der Literatur und in Fallbeispielen. Daraus resultiert ein zweistufiger Vorgehensvorschlag. Die folgenden Absätze beschreiben die Dimensionen und Merkmale sowie deren Anwendung zur Gruppierung der Geschäftsobjekte. Das Ergebnis sind die sechs in Abbildung 5-9 dargestellten Domänen *Gebäudedaten*, *Kundendaten*, *Analyse & Optimierung*, *Auftragsabwicklung*, *Materialwirtschaft* und *Störfallmanagement*.

Für die primäre Gliederung gilt es, Geschäftsobjekte entlang den drei Dimensionen *Kerngeschäftsentitäten*, *Querschnittsfunktionen* und *Unternehmensbereiche* zu ordnen:

- An *Kerngeschäftsentitäten* orientierte Domänen gruppieren Kerndaten, die mehrere Unternehmensbereiche und Prozesse verwenden. Diese Dimension führt zur Bildung der **Domänen Gebäudedaten (GD)**, **Kundendaten (KD)** und **Analyse & Optimierung (AO)**. Die Domäne Gebäudedaten bildet das Gebäudemodell mit den Gebäudekomponenten und den Raumstrukturelementen ab und umfasst alle wichtigen alphanumerischen wie auch grafischen/CAD Daten der Gebäude. Die Domäne Kundendaten enthält die Geschäftsobjekte Kunde und die dazugehörigen Verträge als zentrale Elemente. Die meisten FM-Prozesse greifen auf die Daten dieser beiden Domänen zu. Die zentralen Geschäftsobjekte der Domänen Analyse & Optimierung (AO) sind die Zustands- und Nutzungsdaten, die von den Prozessen Störfallmanagement, geplante Instandhaltung, Energiemanagement und Sicherheits-/Schliessmanagement verwendet werden (s. Abschnitt 4.2.2).
- Eine weitere Gruppe von Domänen bietet bereichs- und prozessübergreifende *Querschnittsfunktionen*. Die Prozesse Instandhaltung, Reinigung, Sicher-

heits-/Schliessmanagement und das Umzugsmanagement nutzen alle Funktionen zur Planung, Disposition, Abwicklung und Rückmeldung von Tätigkeiten bzw. Aufträgen. Die Dimension Querschnittsfunktionen führt damit zur Bildung der **Domäne Auftragsabwicklung (AA)**, welche die Geschäftsobjekte zu den genannten Funktionen beinhaltet. Dies sind die Geschäftsobjekte Instandhaltungsplan, Instandhaltungsauftrag, Leistungsverzeichnis, Reinigungsaufrag, Rundgang und Umzugsaufrag.

- *Unternehmensbereichsspezifische Domänen* gruppieren Funktionen und Daten, die spezifische Geschäftsprozesse einzelner Geschäftseinheiten oder Produktlinien unterstützen. Bisher keiner Domäne zugeordnet sind die zentralen Geschäftsobjekte der beiden Prozesse Störfallmanagement und Materialwirtschaft. Die Domäne **Materialwirtschaft (MM)** fasst damit die Geschäftsobjekte Material, Lieferant, Reservation, Bestellung, (Lieferanten-)Rechnung und Lagerplatz zusammen. Analog dazu umfasst die Domäne **Störfallmanagement (SFM)** die Geschäftsobjekte Störmeldung und Schadenskatalog.

Zur weiteren Verfeinerung der resultierenden Domänen dienen im nächsten Schritt die vier Merkmale *Lebenszyklen und Anpassungstreiber*, *Datenaustauschbeziehungen*, *Kooperations- und Sourcingstrategien* sowie *Daten- und Funktionsredundanzen*:

- Das Merkmal *Lebenszyklen und Anpassungstreiber* versucht Auswirkungen von Änderungen lokal zu begrenzen und fasst Funktionen und Daten mit ähnlichen Lebenszyklen in eigenen Domänen zusammen. Neue Technologien, die Zustands- und Nutzungsdaten erfassen sind in immer kürzeren Zyklen verfügbar und erlauben, neue Daten in einer höheren Qualität wirtschaftlich zu erheben. Aus diesem Grund sind die Geschäftsobjekte, die auf Daten von Gebäudeautomationssystemen oder eng mit diesen verknüpften Sensoren basieren, in der Domäne Analyse & Optimierung zusammengefasst. Weiter unterstreicht das Merkmal *Lebenszyklen und Anpassungstreiber* die Trennung der Domänen Gebäudedaten und Kundendaten. Für die Domäne Gebäudedaten sind Neu-, Um- oder Rückbauaktivitäten Treiber für Anpassungen, der Gebäudelebenszyklus also.
- Das Merkmal *Datenaustauschbeziehungen* drückt aus, dass die Anzahl und die Komplexität der Austauschbeziehungen bzw. Schnittstellen zwischen den Domänen zu minimieren sind. Fakturen für Reinigungs-, Instandhaltungs-, Umzugs- oder Sicherheitsleistungen sind mit den entsprechenden Aufträgen verknüpft bzw. basieren darauf. Analoges gilt für die zur Auftragsabwicklung benötigten Servicefahrzeuge. Fakura und Servicefahrzeuge sind daher der Domäne Auftragsabwicklung zugewiesen. Die technische Dokumentation beschreiben Gebäudekomponenten und sind somit der Domäne Gebäudedaten zugeordnet. Analoges gilt für die Fläche, die mit einem Raum oder Geschoss verknüpft ist, und die Schliessmittel, die über den Schliessplan mit Türen verknüpft sind. Die Problem-Lösungs-Paare zur Dokumentation bekannter Fehler dienen schliesslich der effizienten Störungsbehebung und sind in der Domäne Störfallmanagement zusammengefasst.

- Das Merkmal *Kooperations- und Sourcingstrategien* sagt aus, dass Unternehmen Aktivitäten, die sie zukünftig fremd vergeben oder zentralisieren wollen, in der Applikationsarchitektur möglichst in eigenen Domänen abbilden und hinter Services kapseln sollten. Der zentralen Annahme und Überwachung von Störungen kommt bei der Umsetzung eines sicheren und transparenten Störfallmanagements eine hohe Bedeutung zu. Dieses Merkmal unterstreicht damit die Notwendigkeit der Domäne Störfallmanagement.
- Das Merkmal *Daten- und Funktionsredundanzen* besagt schliesslich, dass die Geschäftsobjekte nach Möglichkeit genau einer Domäne zuzuordnen sind. Dieses Merkmal gilt es bei der Konzeption zu beachten, führt aber nicht zur Abgrenzung neuer Domänen.

Abbildung 5-9 visualisiert die resultierende Domänenarchitektur.

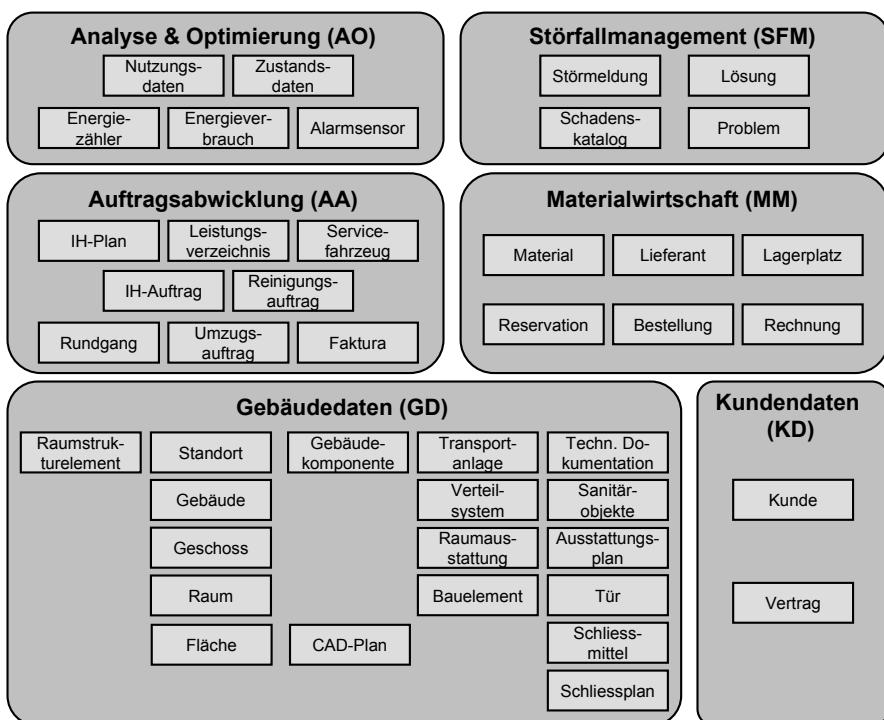


Abbildung 5-9 Domänenarchitektur für FM-Prozesse

### Konsequenzen aus der Domänenbildung

Applikationsdomänen definieren, wann Applikationen über Services zu integrieren sind. Domänenexterne Applikationen greifen ausschliesslich über Serviceschnittstellen auf die in einer Domäne gekapselten Daten und Funktionalitäten zu,

während innerhalb der Domänen die Verwendung spezifischer Integrationsmechanismen zulässig ist.

Das Designprinzip „Interoperabilität“ fordert für serviceorientierte Architekturen eine fachliche Schnittstellenstandardisierung (s. Abschnitt 2.3). Als Konsequenz der Domänenabgrenzung sind damit Services immer so zu entwerfen, dass sie mit den Primärschlüsseln derjenigen Domäne arbeiten, die das Geschäftsobjekt enthält. Bspw. soll die Domäne Störfallmanagement (SFM) einen Service anbieten, der eine Störmeldung zu einer Gebäudekomponente anlegt. Dieser Service muss gemäss Domänenarchitektur in Abbildung 5-9 als Eingabeparameter den Primärschlüssel für die Gebäudekomponente der Domäne Gebäudedaten (GD) verwenden. Wird auf diese Forderung verzichtet, so könnte der Service auf dem lokalen Gebäudekomponentenschlüssel der Domäne Störfallmanagement beruhen. Dies hat den unerwünschten Effekt, dass vor der Nutzung des Service bspw. von der Domäne Analyse & Optimierung der Gebäudekomponentenschlüssel in der Domäne Störfallmanagement zu ermitteln wäre bzw. eine Umschlüsselung stattfinden müsste. Um der Forderung nach Verwendung der Primärschlüssel zu genügen, sind minimal diese Primärschlüssel in diejenigen Domänen zu verteilen, welche Services anbieten, die darauf aufbauen. Speziell bei Stammdaten kann die Verteilung zusätzlicher Attribute notwendig sein.

### **Ansätze zur Stammdatenverteilung**

Die Domänen Gebäudedaten, Kundendaten und Materialwirtschaft enthalten die zentralen Stammdaten zu Gebäuden, die Kunden-, Lieferanten- und Materialstammdaten. Bei der konsequenten Anwendung des Domänenkonzepts sind die Domänen frei von Redundanzen, ein Stammdatenobjekt ist genau einer Domäne zugeordnet, und andere Domänen greifen einzig über Serviceaufrufe darauf zu. Der Einsatz dedizierter Stammdatensysteme sowie eine grosse Anzahl von Serviceinteraktionen sind mögliche Konsequenzen. Folgende Gründe können gegen dieses Vorgehen sprechen:

1. Ein wichtiger Aspekt beim Einsatz von Standardsoftware ist das Erwerben von Prozesswissen in Form von Funktions- und Datenmodellen. Die in Standardsoftware implementierten Funktionen nutzen eigene Stammdaten. Sollen diese Funktionen über Services ein externes Stammdatensystem verwenden, ist jeder Zugriff auf die internen Stammdaten auf den Service der entsprechenden Domäne umzuleiten. Dieses Vorgehen kommt einer umfangreichen Neugestaltung der Anwendung gleich und widerspricht den Zielen und Vorteilen von Standardsoftware.
2. Der Zugriff auf externe Services statt auf interne Datenbanktabellen ist mit Performanceverlusten verbunden. Die stringente Umsetzung des Domänenkonzepts kann Performanceprobleme verursachen. Auch auf Ebene Netzwerk kann es zu einem hohen Datenaufkommen und damit zu Verzögerungen führen.

Die dauerhafte Speicherung und die Pflege bestimmter Attribute von Stammdaten in Applikationen ausserhalb der Domäne, welcher das Stammdatenobjekt zugeordnet ist, kann also notwenig sein. Um die mit SOA angestrebte Flexibilität zu

erreichen, sind die Geschäftsobjekte zwischen den Domänen klar abzugrenzen [s. Dietzsch/Goetz 2005, 1530]. Verwenden Applikationen unterschiedlicher Domänen dieselben Stammdatenobjekte, so ist ein Konzept zu definieren und umzusetzen. [Loser et al. 2004] untersuchen verschiedene Ansätze zum Management von Stammdaten über Systemgrenzen hinweg. Tabelle 5-2 stellt die drei Ansätze dar und zeigt deren Charakteristika auf<sup>38</sup>.

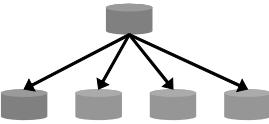
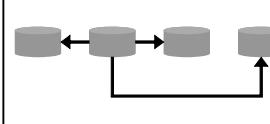
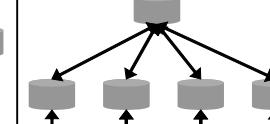
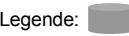
Zentrales System	Führendes System	Verzeichnis
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflege globaler Attribute in zentralem System (Stammdatenserver)</li> <li>• Zentrales System übernimmt nur Stammdatenverwaltung und -verteilung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflege globaler Attribute in einem führenden System (bspw. ERP)</li> <li>• Führendes System steuert Verteilung in weitere Systeme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflege globaler Attribute in lokalen Systemen</li> <li>• Verzeichnis enthält Verweis auf Stammdatenablage</li> <li>• Daten werden bei Bedarf aus Quellsystem geladen</li> </ul>
<p>Legende:  Daten    Bidirektionale Schnittstelle    Unidirektionale Schnittstelle</p>		

Tabelle 5-2 Ansätze zur Stammdatenverteilung in Anlehnung an [Loser et al. 2004]

Die Ansätze unterscheiden sich in den Funktionen bzw. anzubietenden Services der Domäne, die das Stammdatenobjekt enthält:

- *Zentrales System.* Bei diesem Ansatz verteilt ein zentrales System die globalen Attribute der Stammdaten an weitere Applikationen. Zusätzliche, nicht im zentralen System gepflegte Attribute sind in den empfangenden Anwendungen nachzuführen. Die Verknüpfung der Geschäftsobjekte von den lokalen Anwendungen zum zentralen System geschieht über den vom zentralen System vergebenen globalen Primärschlüssel. Die domänenexternen Applikationen erhalten über den Service *Liste Geschäftsobjekt lesen* eine vollständige Liste der Stammdaten. Neben der vollständigen Übermittlung der Stammdaten kann aus Performancegründen auch ein Deltaabgleich, d.h. die Übermittlung der Änderungen seit der letzten Datenübertragung, sinnvoll sein. Der

<sup>38</sup> [Loser et al. 2004] beschreibt noch einen vierten mit „Standards“ bezeichneten Ansatz. Dabei handelt es sich um einen rein konzeptionellen Ansatz. Das Datenmodell ist global zu definieren und in den Systemen, welche das Stammdatenobjekt verwenden, 1:1 abzubilden. Der Primärschlüssel ist im Rahmen des Standards zu definieren und extern zu vergeben. Zwischen den Systemen existieren keine Schnittstellen. Redundanzen und Inkonsistenzen sind mit organisatorischen Massnahmen zu verhindern. Grundlage für die Umsetzung des Konzepts ist somit einer der drei dargestellten Ansätze.

Service *Liste Geschäftsobjekt lesen* kann dazu das Datum des letzten Stammdatenabgleichs als optionalen Eingabeparameter anbieten. Ausgabe ist dann eine Liste der seit dem letzten Abgleich geänderten Stammdatenobjekte.

- *Führendes System*. Dieser Ansatz unterscheidet sich bezüglich des anzubietenden Service nicht vom Ansatz „zentrales System“. Der Unterschied liegt darin, dass kein dediziertes System für die Stammdatenverteilung vorhanden ist.
- *Verzeichnis*. Bei diesem Ansatz sind die Stammdaten verteilt in den einzelnen Anwendungen gespeichert. Ein übergreifend implementiertes Verzeichnis enthält die Zuordnung der Stammdatensätze zu den unterschiedlichen Quellen. Braucht beispielsweise eine Applikation Daten zu einem bestimmten Kunden, so startet sie eine Anfrage an das Verzeichnissystem. Das Verzeichnis identifiziert die Anwendung, in welcher die gewünschten Daten gespeichert sind, und kann die Daten direkt in der entsprechenden Anwendung selektieren und weiterleiten (Variante 1). Alternativ leitet das Verzeichnis nur die Information, in welcher Anwendung die gewünschten Daten gespeichert sind, weiter, und das anfragende System ruft die Daten selber ab (Variante 2). Üblicherweise unterscheiden sich die Primärschlüssel der Stammdaten in den einzelnen Applikationen, womit auch hier der globale Schlüssel durch das zentrale Verzeichnis zu vergeben und in den lokalen Applikationen zu verknüpfen ist. Umsetzungsvariante 1 verbirgt für den Servicenutzer die Komplexität der verteilten Datenspeicherung. Sie folgt damit dem Designprinzip „Autonomie und Modularität“ serviceorientierter Architekturen und ist der Umsetzungsvariante 2 vorzuziehen. Der vom Verzeichnis anzubietende Service *Geschäftsobjekt lesen* liefert die vollständigen Daten zum Geschäftsobjekt.

Tabelle 5-4 zeigt die Services zur Stammdatenverteilung abhängig vom gewählten Ansatz. Beim Verzeichnisansatz ist nur die Variante 1 modelliert. Die Services ausserhalb der Stammdatendomäne symbolisieren das Lesen der Stammdaten aus den einzelnen Anwendungen durch das Verzeichnissystem.

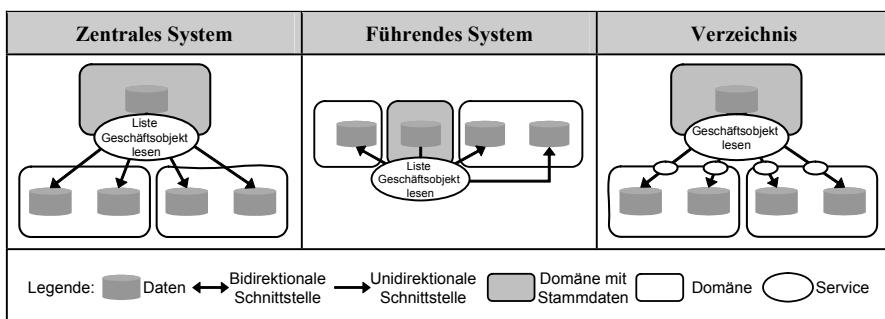


Tabelle 5-3 Services zur Stammdatenverteilung

### 5.3.2 Ebene Desktopintegration

Die Ebene Desktopintegration bildet manuelle Aktivitäten eines Prozesses ab und stellt dem Benutzer alle zur Erfüllung der Aktivität notwendigen Daten und Funktionen integriert zur Verfügung. Der vorliegende Abschnitt konzentriert sich auf die beiden Prozesse Störfallmanagement und Instandhaltung. Die für diese beiden Prozesse in Abschnitt 4.2 identifizierten Anwendungsszenarien mit mobilem Applikationszugriff sind die „mobile Störfallerfassung“, die „mobile Disposition“ sowie die „mobile Instandhaltungsausführung“ zur Unterstützung der manuellen Aktivitäten *Störmeldung erfassen*, *Auftrag disponieren* und *Auftrag ausführen*. Der Abschnitt spezifiziert die Abfolge der Arbeitsschritte (Tasks) in so genannten Taskflows, wobei ein Task eine atomare Einheit bildet und Funktionsaufrufe einer einzelnen Applikation umfasst. Ein Task kann aus mehreren Bildschirmmasken bzw. Dialogelementen bestehen [s. Vogler 2003, 55-85]. Die Abstraktion von Bildschirmmasken ist bei der Modellierung mobiler Applikationen notwendig, da die Dialogflussmodellierung von den verschiedenen Bildschirmgrößen der Endgeräte abhängt.

Der Betriebsmodus (Online/Offline) beeinflusst die von den Backendapplikationen zu implementierenden und von den Domänen anzubietenden Services. Im Online-Modus kann die Anwendung während der Taskausführung Services nutzen, und die Services leiten sich aus den Funktionen zur Unterstützung des Tasks her (Bspw. „CAD-Plan zu Gebäudekomponente 4711 anzeigen“). Im Offline-Modus besteht keine Möglichkeit, während der Taskausführung auf Services zuzugreifen, und die Backendapplikation muss Services für die Synchronisation der dem Task zugrunde liegenden Geschäftsobjekte implementieren (bspw. „Liste der geänderten CAD-Pläne seit letzter Synchronisation lesen“). Im ersten Schritt leiten die folgenden Absätze die für den Online-Betrieb notwendigen Services aus den Taskflows ab. Der zweite Schritt leitet die für den Offline-Betrieb notwendigen Services aus den Taskflows zugrunde liegenden Geschäftsobjekten ab.

Dieses Buch verwendet Aktivitätsdiagramme der Unified Modeling Language (UML) für die Modellierung der Taskflows und stellt Tasks als Aktionen dar. Da von den Kontrollelementen einzig Verzweigungsknoten für die Aufteilung des Kontrollflusses und Verbindungsknoten für dessen Zusammenführung benötigt werden, verzichtet dieses Buch zu Gunsten der Übersichtlichkeit auf deren Modellierung. Verzweigungen sind vom Benutzer wählbare Alternativen (s. Anhang C.3).

### Taskflow 1 - Aktivität „Störmeldung erfassen“

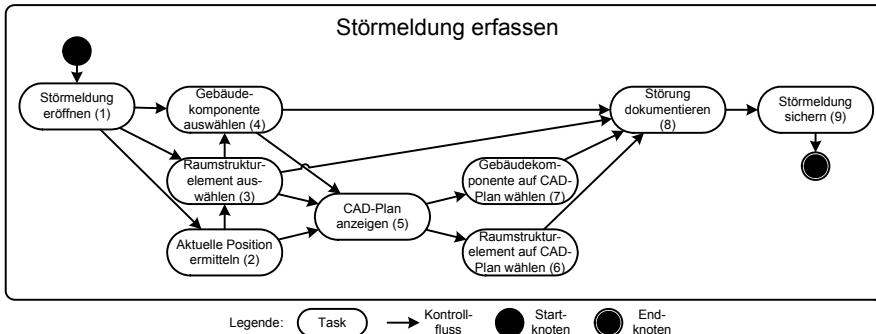


Abbildung 5-10 Taskflow der Aktivität „Störmeldung erfassen“

Stellt ein Servicemitarbeiter im Rahmen geplanter Inspektionsrundgänge oder Wartungstätigkeiten eine Störung fest, eröffnet er auf dem mobilen Endgerät eine Störmeldung (1). Die Störung kann mit dem Schadensort über ein Raumstruktorelement oder die defekte Gebäudekomponente spezifiziert werden. Mit der Positionsermittlung (2) ist der Vorschlag eines Raumstrukturelements möglich. Der Benutzer kann sich durch die Raumstrukturhierarchie (Standort, Gebäude, Geschoss, Raum) arbeiten und den Schadensort mit jeder Hierarchieebene genauer spezifizieren (3). Entweder lässt er sich die mit einem Raumstrukturelement verknüpften Gebäudekomponenten anzeigen und wählt eine Komponente aus einer Liste aus oder er erfasst direkt eine an der Gebäudekomponente angebrachte Identifikationsnummer, die z.B. in Klarschrift, als Barcode oder auf einem RFID-Tag angebracht ist (4). Alternativ kann sich der Servicemitarbeiter auch einen CAD-Plan zu einem Raumstruktorelement, einer Gebäudekomponente oder der aktuellen Position anzeigen lassen (5) und den Schadensort (6) oder das defekte Objekt (7) auf dem Plan auswählen. Hat der Servicemitarbeiter den Schadensort oder die defekte Gebäudekomponente definiert, dokumentiert er die festgestellte Störung über Schadencodes oder als Freitext (8) und sichert die Störmeldung (9).

Task	Geschäftsobjekte	Nr.	Services Online	Eingabe	Ausgabe	Domäne
Störmeldung eröffnen	Störmeldung		-	-	-	-
Gebäudekomponente (GK) auswählen	GK	1	Liste GK lesen	(GK-ID) (RS-ID)	[GK]	GD
Raumstrukturelement (RS) auswählen	RS	2	Liste RS lesen	(RS-ID) (GK-ID)	[RS]	GD
Aktuelle Position ermitteln		3	Position ermitteln	Endgerät-ID	Koordinate	Extern / Intern
CAD Plan anzeigen	CAD-Plan	4	CAD-Plan lesen	(RS-ID) (GK-ID) (Koordinate)	CAD-Plan	GD
Gebäudekomponente auf CAD-Plan wählen	CAD-Plan, GK	5	GK zu Koordinate ermitteln	Koordinate	[GK]	GD
Raumstrukturelement auf CAD-Plan wählen	CAD-Plan, RS	6	RS zu Koordinate ermitteln	Koordinate	[RS]	GD
Störung dokumentieren	Störmeldung, Schadenskatalog	7	Liste Schadenscodes lesen	(GK-ID)	[Schadenscode]	SFM
Störmeldung sichern	Störmeldung	8	Störmeldung anlegen	Störmeldung	Meldungs-ID	SFM

Legende: ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts  
 GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung  
 ( ) optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten  
 GD-Gebäudedaten, KD-Kundendaten, AA-Auftragsabwicklung, AO-Analyse & Optimierung, SFM-Störfallmanagement, MM-Materialwirtschaft, CO-Composite

Tabelle 5-4 Services für den Online-Betrieb des Taskflow „Störmeldung erfassen“

Tabelle 5-4 gibt einen Überblick über die Tasks, ordnet die zugrunde liegenden Geschäftssubjekte zu und definiert die für den Online-Betrieb notwendigen Services. Der Service für das Lesen der Gebäudekomponenten (1) selektiert die der übergebenen Gebäudekomponente unter- bzw. dem Raumstrukturelement zugeordneten Gebäudekomponenten und bereitet diese als Liste auf. Ohne Eingabeparameter liefert er als Ergebnis die Liste der Gebäudekomponenten auf der obersten Hierarchieebene. Der Service für das Auslesen der Raumstrukturelemente (2) verhält sich analog. Den Service zur Ermittlung der aktuellen Position (3) kann ein mit einem GPS-Empfänger ausgestattetes Endgerät intern erbringen. Basiert die Lokalisierung hingegen auf der Zellinformation in Mobilfunknetzen, so liefert der Mobilfunkanbieter zur Endgeräteidentifikation die aktuelle Koordinate zurück. Der Service für das Auslesen der CAD-Pläne (4) kann den Plan zu einem Raumstrukturelement, einer Gebäudekomponente oder einer Koordinate ausgeben. Der Service für das Lesen der Schadencodes (7) liefert zu einer Gebäudekomponente eine Liste komponentenspezifischer Schadencodes.

### Taskflow 2 - Aktivität „Auftrag disponieren“

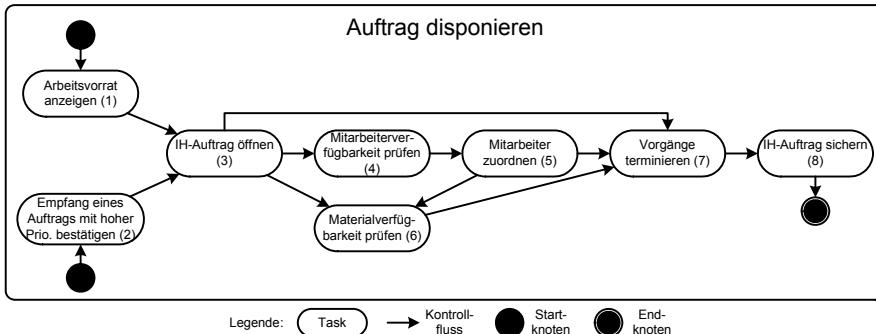


Abbildung 5-11 Taskflow der Aktivität „Auftrag disponieren“

Der Servicemitarbeiter wählt im Arbeitsvorrat (1) einen zu disponierenden Instandhaltungsauftrag aus und öffnet diesen (3). Er prüft die Verfügbarkeit passender Mitarbeiter (4), ordnet einen Mitarbeiter zu oder ändert den aktuell dem Auftrag zugeordneten Mitarbeiter (5). Sind zur Auftragsausführung Materialien notwendig, so kann der Servicemitarbeiter zusätzlich prüfen, wann diese verfügbar sind (6). Anschliessend können die einzelnen Vorgänge des Instandhaltungsauftrags terminiert (7) und der Auftrag gesichert (8) werden. Ist einem geöffneten Auftrag (3) bereits ein Mitarbeiter zugeordnet, so ist sowohl ein direkter wie auch ein an die Materialverfügbarkeitsprüfung (6) anschliessender Absprung zur Vorgangsterminierung (7) möglich.

Erhält ein Mitarbeiter vor Ort einen dringenden Auftrag bspw. aufgrund einer Störung zugeteilt, so alarmiert ihn das mobile Endgerät. Er bestätigt den Empfang des Auftrags (2) und terminiert die Vorgänge (7), falls er den Auftrag selber ausführt. Falls er den Auftrag nicht selber ausführen kann, leitet er ihn an einen anderen Mitarbeiter weiter, indem er deren Verfügbarkeit prüft (4) und einen Mitarbeiter zuordnet (5).

Task	Geschäfts-objekte	Nr.	Services Online	Eingabe	Ausgabe	Do-mäne
Arbeitsvorrat anzeigen	IH-Auftrag	1	Liste IH-Aufträge lesen	Mitarbeiter-ID (Status)	[IH-Auftrag]	AA
Empfang eines Auftrags mit hoher Priorität bestätigen	IH-Auftrag	2	Benutzer alarmieren		IH-Auftrag Benutzer-ID	AA
		3	IH-Auftrag ändern	IH-Auftrag	Auftrags-ID	AA
IH-Auftrag öffnen	IH-Auftrag	4	IH-Auftrag lesen	Auftrags-ID	IH-Auftrag	AA
Mitarbeiterverfügbarkeit prüfen	IH-Auftrag	5	Mitarbeiter-verfügbarkeit prüfen	Mitarbeiter-ID (Datum von) (Datum bis)	[Datum von, Datum bis]	AA
Materialverfügbarkeit prüfen	Material, Lagerplatz, Bestellung	6	Materialverfüg-barkeit prüfen	Material-ID Menge (Datum)	[Datum, Menge, Lagerplatz]	MM
Mitarbeiter zuordnen	IH-Auftrag	3	IH-Auftrag ändern	IH-Auftrag	Auftrags-ID	AA
Vorgänge terminieren	IH-Auftrag	3	IH-Auftrag ändern	IH-Auftrag	Auftrags-ID	AA
IH-Auftrag sichern	IH-Auftrag	3	IH-Auftrag ändern	IH-Auftrag	Auftrags-ID	AA
Legende: ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung ( ) optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten GD-Gebäudedaten, KD-Kundendaten, AA-Auftragsabwicklung, AO-Analyse & Optimierung, SFM-Störfallmanagement, MM-Materialwirtschaft, CO-Composite						

Tabelle 5-5 Services für den Online-Betrieb des Taskflow „Auftrag disponieren“

Der Service zur Anzeige des Arbeitsvorrats (1) selektiert die der Mitarbeiter-ID zugeordneten, nicht abgeschlossenen (Status = offen) Instandhaltungsaufträge und liefert das Ergebnis als Liste zurück. Der Task zur Empfangsbestätigung eines Auftrags mit hoher Priorität basiert auf zwei Services. Der erste Service informiert den Benutzer über den Eingang (2), und der zweite Service ändert den Status des Instandhaltungsauftrags auf „empfangen“ (3). Der Service zur Prüfung der Mitarbeiterverfügbarkeit (5) liefert eine Liste von Zeitintervallen, in welchen der gewählte Mitarbeiter im selektierten Datumsbereich verfügbar ist. Der Service zur Prüfung der Materialverfügbarkeit (6) liefert als Ergebnis eine Liste von Terminen, Mengen und Lagerplätzen, zu welchen das gewählte Material verfügbar ist. Dabei sind aktuelle Bestände wie auch geplante Wareneingangstermine offener Bestellungen zu berücksichtigen. Die übrigen Tasks ändern bestimmte Felder bzw. Attribute des Instandhaltungsauftrags und basieren auf dem Service „Instandhaltungsauftrag ändern“ (3).

### Taskflow 3 - Aktivität „Auftrag ausführen“

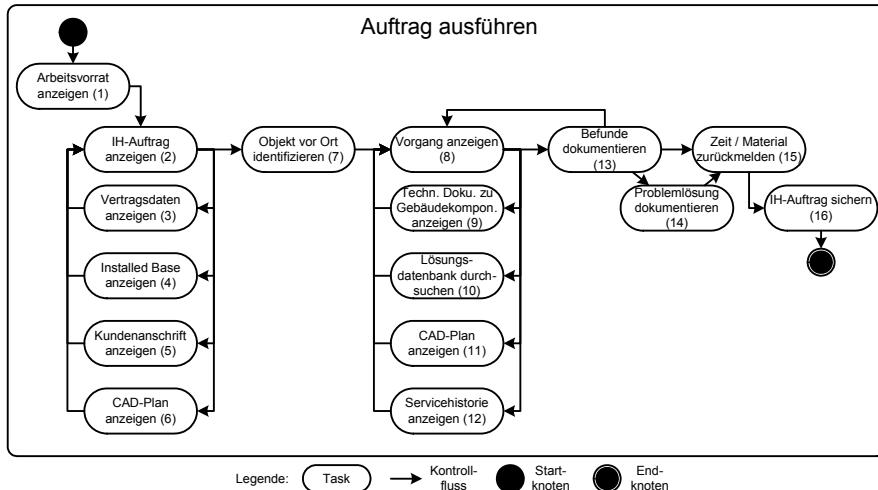


Abbildung 5-12 Taskflow der Aktivität „Instandhaltung ausführen“

Der Servicemitarbeiter lässt sich seinen Arbeitsvorrat anzeigen (1), der aus den ihm zugeteilten Instandhaltungsaufträgen besteht. Er wählt den nächsten zu bearbeitenden Auftrag aus, öffnet ihn (2) und plant den Vor-Ort-Einsatz anhand von Vertragsdaten (3) sowie der installierten Objekte (4). Für die Anfahrt und das Auffinden des Objektes greift er auf die Kundenanschrift (5) zu und kann sich CAD-Pläne anzeigen lassen (6). Vor Ort identifiziert er das Objekt (7) und erhält eine Liste mit zu verrichtenden Vorgängen. Diese Vorgänge arbeitet der Servicemitarbeiter ab (8), greift evtl. auf die technische Dokumentation (9) der Gebäudekomponenten zu, sucht bei Instandsetzungen nach Lösungen in Lösungsdatenbanken (10), analysiert mögliche Ursachen anhand von CAD-Plänen (11) oder lässt sich die Servicehistorie anzeigen (12), welche bspw. Rückschlüsse auf ähnliche Fehler zulässt. Ist ein Vorgang abgeschlossen, quittiert er diesen und dokumentiert die Befunde (13). Hat der Techniker im Rahmen einer Instandsetzung eine neue Lösung zu einem Problem gefunden, dokumentiert er das Problem-Lösungspaar in der Lösungsdatenbank (14). Damit ist die Information für alle Mitarbeiter verfügbar. Sind alle Vorgänge des Auftrags abgearbeitet und dokumentiert, erfasst der Servicemitarbeiter die benötigten Zeiten und Materialien (15), die als Basis für die anschliessende Fakturierung dienen.

Task	Geschäfts-objekte	Nr.	Services Online	Eingabe	Ausgabe	Do-mäne
Arbeitsvorrat anzeigen	IH-Auftrag	1	Liste IH-Aufträge lesen	Mitarbeiter-ID Status	[IH-Auftrag]	AA
IH-Auftrag anzeigen	IH-Auftrag	2	IH-Auftrag lesen	Auftrags-ID	IH-Auftrag	AA
CAD Plan anzeigen	CAD-Plan	3	CAD-Plan lesen	(RS-ID) (GK-ID) (Koordinate)	CAD-Plan	GD
Kundenanschrift anzeigen	Kunde	4	Kunde lesen	Kunden-ID	Kunde	KD
Vertragsdaten anzeigen	Vertrag	5	Vertrag lesen	Vertrags-ID	Vertrag	KD
Installed Base anzeigen	Gebäu-de-komponente	6	Liste GK lesen	Kunden ID	[GK]	GD
Vorgang anzeigen	IH-Auftrag	2	IH-Auftrag lesen	Auftrags-ID	IH-Auftrag	AA
Befunde dokumentieren	Schadenskatalog IH-Auftrag	7	Liste Schadens-codes lesen	(GK-ID)	[Schadens-code]	SFM
		8	IH-Auftrag ändern	IH-Auftrag	Auftrags-ID	AA
Technische Dokumentation zu Gebäudekomponente anzeigen	Gebäu-de-komponente Techn.Doku-mentation	9	Technische Dokumentation lesen	GK-ID	[Techn.Dokumentation]	AA
Lösungsdatenbank durchsuchen	Problem Lösung	10	Lösung suchen	Problem	[Lösung]	SFM
Lösung erfassen	Problem Lösung	11	Lösung anlegen	Problem/ Lösung	Lösungs-ID Problem-ID	SFM
Servicehistorie anzeigen	IH-Auftrag	1	Liste IH-Aufträge lesen	Kunden ID (Datum von) (Datum bis) (GK-ID)	[IH-Aufträge]	AA
Zeit / Material rück-melden	IH-Auftrag Material	8	IH-Auftrag ändern	IH-Auftrag	Auftrags-ID	AA
IH-Auftrag sichern	IH-Auftrag	8	IH-Auftrag ändern	IH-Auftrag	Auftrags-ID	AA
Legende: ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung () optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten GD-Gebäudedaten, KD-Kundendaten, AA-Auftragsabwicklung, AO-Analyse & Optimierung, SFM-Störfallmanagement, MM-Materialwirtschaft, CO-Composite						

Tabelle 5-6 Services für den Online-Betrieb des Taskflow „Auftrag ausführen“

Die Services (1) bis (3) und (6) bis (8) sind bereits aus den vorherigen Taskflows bekannt. Der Service für das Lesen der Liste mit den IH-Aufträgen (1) erfährt für den Task „Servicehistorie anzeigen“ eine Erweiterung bei den Eingabeparametern. Die Instandhaltungsaufträge sollen zusätzlich zur Mitarbeiter-ID und zum Status auch nach Kunden, Datumsintervallen und Gebäudekomponenten auswählbar sein. Der Service zur Anzeige der Kundenanschrift (4) liest diese anhand der im Auftrag hinterlegten Kunden-ID aus. Der Zugriff auf die Vertragsdaten (5) geschieht analog. Der Service zur Anzeige der technischen Dokumentation (9) greift über die Identifikationsnummer der Gebäudekomponente auf die Daten zu. Der Service zur Suche nach Problemlösungen (10) durchsucht die vorhandenen Lösungen nach einem als Freitext erfassten Problem, und der Service für das Anlegen einer Lösung (11) speichert schliesslich ein Problem-Lösungs-Paar.

### **Services für die Datensynchronisation**

Die Basis für den Offline-Betrieb mobiler Anwendungen ist die Datensynchronisationsfunktion (s. Abschnitt 5.1.1). Die für die periodische Datensynchronisation zwischen Client und Backend notwendigen Services unterscheiden sich von den in den vorherigen Abschnitten identifizierten Services, die im Online-Betrieb während der Aktivitätsausführung vom Backendsystem aufgerufen werden.

Die Anbieter mobiler Middlewareprodukte setzen unterschiedliche, proprietäre Synchronisationsmechanismen und Protokolle ein. Die Algorithmen optimieren die übertragene und die auf dem Endgerät zu speichernde Datenmenge, die Robustheit der Synchronisation sowie die Komplexität des Algorithmus und damit die benötigte Rechenkapazität [vgl. Agarwal et al. 2002, 40f; Far 2005, 657f]. Die einfachste Massnahme zur Minimierung der übertragenen Datenmenge ist, nur diejenigen Daten zu übermitteln, welche geändert wurden. Ein weiteres von [Lee/Leung 1999] vorgeschlagenes Konzept besteht darin, zu analysieren, ob die Übertragung eines geänderten Datenfelds das grössere Datenübertragungsvolumen erzeugt als die Übertragung der Operation, die zu der Änderung der Daten führte. Das zu synchronisierende System würde im zweiten Fall dieselbe Operation auf dem Datum ausführen. Unterschiedliche *Synchronisationstypen* und das Vorhandensein einer *Datenreplik in der Middleware* beeinflussen die *Services*, welche das Backendsystem anbieten muss.

### **Synchronisationstypen**

SynchML, eine von der Open Mobile Alliance (OMA)<sup>39</sup> entwickelte Spezifikation, ist aktuell der einzige von den meisten Plattformanbietern unterstützte Synchronisationsstandard. Die SyncML Spezifikation unterscheidet die sieben in Tabelle 5-7 beschriebenen Synchronisationstypen. Diese lassen sich anhand der Kriterien Datenflussrichtung zwischen Client und Server/Backend, übertragene Datenmenge und Auslöser für die Synchronisation unterscheiden.

---

<sup>39</sup> Die OMA wurde im Juni 2002 als Standardisierungsgremium für mobile Dienste gegründet und zählt über 300 Mitglieder aus den Bereichen Netzbetreiber, Infrastrukturanbieter, Endgerätehersteller und Inhaltslieferanten.

Nr.	Typ	Beschreibung	Daten-fluss-richtung	Daten-menge	Aus-löser
1	Two-way sync	Die Änderungen sowohl auf dem Client wie auf dem Server werden abgeglichen. Der Client stösst den Abgleich durch das Senden der geänderten Daten an. Der Server vergleicht und vereinigt diese Daten mit seinen Daten. Darauf sendet er die auf dem Server geänderten Daten zurück, womit der Client seine Daten aktualisiert.	Bidirek-tional	Ände-rungen	Client
2	Slow sync	Wie bei der Two-way Synchronisation werden die Daten sowohl auf dem Client wie auf dem Server abgeglichen. Der Unterschied liegt darin, dass die Felder aller Datensätze einzeln abgeglichen werden. Diese Art der Synchronisation eignet sich bei der Fehlersuche und Wiederherstellung konsistenter Daten [s.Far 2005, 665f].	Bidirek-tional	Alle Daten	Client
3	One-way sync from client	Der Client übermittelt alle seit dem letzten Synchronisationsvorgang angefallenen Änderungen an den Server. Eventuelle Änderungen auf dem Server werden überschrieben.	Client → Server	Ände-rungen	Client
4	Refresh sync from client	Der Client überträgt seinen gesamten Datenbestand an den Server, dessen Datenbestand vollkommen überschrieben wird.	Client → Server	Alle Daten	Client
5	One-way sync from server	Der Server übermittelt alle seit dem letzten Synchronisationsvorgang angefallenen Änderungen an den Client. Eventuelle Änderungen auf dem Client werden überschrieben.	Server → Client	Ände-rungen	Client
6	Refresh sync from server	Der Server überträgt seinen gesamten Datenbestand an den Client, dessen Datenbestand vollkommen überschrieben wird.	Server → Client	Alle Daten	Client
7	Server-alerted sync	Der Server startet auf dem Client einen Synchronisationsvorgang. Dieser besitzt einen der ersten sechs Typen.	Bidirek-tional	Typab-hängig	Server

Tabelle 5-7 Synchronisationstypen der SyncML Spezifikation [OMA 2002]

Die vom Server und Client benötigten Funktionalitäten hängen vom Synchronisationstyp ab. Für die Typen 1 und 5 muss der Server Änderungen auf den Datenbeständen aufzeichnen und zum Synchronisationszeitpunkt auswerten können. Analoges gilt für den Client bei den Typen 1 und 3.

#### **Datenreplik in der Middleware**

Die Synchronisationsmechanismen unterscheiden sich weiter je nachdem, ob die Endgeräte ihre Datenbestände direkt mit den Originaldatenbeständen im Backend-system oder mit einer Datenreplik in der Middleware abgleichen. Ist eine Datenreplik in der Middleware vorhanden, so ist diese periodisch mit dem Backendsystem zu synchronisieren. Die Datenreplik in der Middleware verhindert, dass die

Daten für die Synchronisation jedes einzelnen Endgeräts aus dem Backendsystem auszulesen sind. Der Zielkonflikt zwischen der vom User benötigten Datenaktualität und der mit häufigem Abgleich verbundene Kommunikationsaufwand bestimmt die Periodizität des Datenabgleichs zwischen der Datenreplik der Middleware und dem Backend [s. Agarwal et al. 2002, 24; Mutschler/Specht 2004, 87f]. Tabelle 5-7 stellt die Vor- und Nachteile der beiden Varianten dar.

Variante	Vorteile	Nachteile
Middleware mit Datenreplik	Zuordnung von Daten zu User ist an zentraler Stelle in der Middleware vorhanden [s. Cohen 2000, 294]  Synchronisation der Endgeräte ohne Interaktion mit dem Backendsystem möglich	Verzögerung in der Datenaktualität auf dem Endgerät [s. Agarwal et al. 2002, 24]  Zusätzliche Komplexität bei der Synchronisation in zwei Schritten
Middleware ohne Datenreplik	Nach der Synchronisation sind die aktuellsten Daten auf dem Endgerät vorhanden [s. Agarwal et al. 2002, 24]	Löschen eines Datensatzes auf dem Client löscht den Datensatz auch auf dem Server [s. Cohen 2000, 294]

Tabelle 5-8 Vor- und Nachteile einer Datenreplik in der Middleware

Aufgrund der Vor- und Nachteile, die für bzw. gegen eine Datenreplik sprechen, fordert [Cohen 2000, 294], dass die Synchronisation auf einer lokalen Datenreplik in der Middleware basiert. Sowohl die Produkte „Websphere Everyplace Access“ von IBM Corp. als auch Intellisync von Nokia Corp. arbeiten bei der Synchronisation mit lokalen Datenrepliken [s. IBM 2004, 17; Intellisync 2004, 8f]. Weiter migriert die SAP AG ältere mobile Anwendungen auf die „Smart Synch“ Technologie [s. Guderian 2005, 53], die auch mit einer lokalen Datenreplik arbeitet. Aus diesen Gründen beleuchtet dieses Buch den Fall, dass die Synchronisationsfunktion vollständig in der Middleware abgebildet und eine Datenreplik vorhanden ist.

### Services

[Guderian 2005, 56] untersucht die von der Backendapplikation für die Synchronisation zu implementierenden Services. Tabelle 5-9 zeigt die für die verschiedenen Synchronisationstypen zwingend (Muss), optional oder nicht notwendigen Services. Neben den Basiservices *Lesen*, *Anlegen*, *Ändern*, *Löschen* zu den Geschäftsbereichen wird der Service *Liste lesen* benötigt. Folgende Aspekte sind zu beachten:

- *Liste Lesen*. Dieser Service liefert als Ergebnis eine Liste der den Selektionskriterien genügenden Geschäftsobjekte. Die bei den Synchronisationstypen „Two-way sync“ und „One-way sync from Server“ benötigte Funktion für die Analyse der Änderungen kann sowohl auf der *Middleware* wie auch im *Backendsystem* implementiert sein. Bei der ersten Möglichkeit identifiziert die *Middleware* die geänderten Daten und das Backendsystem sendet periodisch die vollständigen Datenbestände. Im Unterschied dazu sendet das *Backendsystem* bei der zweiten Möglichkeit nur die geänderten Datensätze. Der zweite

Ansatz ist dem Ersten in Bezug auf den Ressourcenverbrauch überlegen. Er setzt aber eine Funktion für die Aufzeichnung und Analyse von Änderungen im Backendsystem voraus. Ist dies gegeben, kann der Service „Liste lesen“ einen Eingabeparameter „Synchronisationsdatum“ anbieten. Der Service liefert dann als Ausgabe die Liste der Geschäftsobjekte, welche seit diesem Datum geändert wurden.

- *Anlegen, Ändern, Löschen*. Diese Services sind optional, weil bestimmte Geschäftsobjekte auf der mobilen Anwendung unter Umständen nur anzeigbar sind. Auch ist der Ändern Service unter Umständen auch als Folge einer Löschen und einer Anlegen Operation realisierbar.

Nr.	Service Typ	Liste Lesen	Lesen	Anlegen	Ändern	Löschen
1	<b>Two-way sync</b>	Muss	Muss	Optional	Optional	Optional
2	<b>Slow sync</b>	Muss	Muss	Optional	Optional	Optional
3	<b>One-way sync from client</b>	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Optional	Optional	Optional
4	<b>Refresh sync from client</b>	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Optional	Optional	Optional
5	<b>One-way sync from server</b>	Muss	Optional	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nicht notwendig
6	<b>Refresh sync from server</b>	Muss	Optional	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nicht notwendig
7	<b>Server-alerted sync<sup>40</sup></b>	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional

Tabelle 5-9 Synchronisationstypen und benötigte Services in Anlehnung an [Guderian 2005, 56]

Die für den Offline-Betrieb der Taskflows „Störmeldung erfassen“, „Auftrag disponieren“ und „Auftrag ausführen“ notwendigen Services leiten sich damit aus den den Tasks zugrunde liegenden Geschäftsobjekten und dem Synchronisationstyp ab. Tabelle 5-10 listet die Geschäftsobjekte der modellierten Taskflows auf, definiert den Synchronisationstyp und zeigt in der letzten Spalte die resultierenden Services:

- *Störmeldungen* werden auf dem Client nur angelegt. Damit genügt der Synchronisationstyp 3 und der Service „Störmeldung anlegen“.
- *Instandhaltungsaufträge* sind sowohl im Backendsystem wie auf dem Client änderbar. Daher sind der Synchronisationstyp 1 und die Services *Liste Lesen*,

<sup>40</sup> Die benötigten Operationen hängen vom Synchronisationstyp ab, welchen der Server alerted sync auslöst.

*Lesen* und *Ändern* notwendig. Bei dringenden Aufträgen soll das Backendsystem die Synchronisation anstoßen. Der Synchronisationstyp 7 und der Service „Synchronisation starten“ dienen diesem Zweck.

- *Problem-Lösungs-Paare* können auf dem Client sowohl angezeigt als auch angelegt werden. Damit ist der Synchronisationstyp 1 notwendig. Eine Änderung ist hingegen nicht vorgesehen, womit die Services *Liste Lesen*, *Lesen* und *Anlegen* genügen.
- Die übrigen Geschäftsobjekte sind auf dem Client nur anzeigbar, verwenden daher den Synchronisationstyp 5 und den Service *Liste Lesen*.

Geschäftsobjekte	Taskflow	Synchronisationstyp	Services
Störmeldung	TF1	3 - One-way sync from client	Störmeldung anlegen
Gebäudekomponente	TF1, TF3	5 - One-way sync from Server	Liste GK lesen
Raumstrukturelement	TF1	5 - One-way sync from Server	Liste RS lesen
CAD-Plan	TF1, TF3	5 - One-way sync from Server	Liste CAD-Pläne lesen
Schadenskatalog	TF1, TF3	5 - One-way sync from Server	Liste Schadencodes lesen
IH-Auftrag	TF2, TF3	1 - Two-way sync 7 - Server-alerted sync	Liste IH-Aufträge lesen IH-Auftrag lesen IH-Auftrag ändern Synchronisation starten
Material	TF2, TF3	5 - One-way sync from Server	Liste Material lesen
Lagerplatz	TF2	5 - One-way sync from Server	Liste Lagerplatz lesen
Bestellung	TF2	5 - One-way sync from Server	Liste Bestellung lesen
Kunde	TF3	5 - One-way sync from Server	Liste Kunde lesen
Vertrag	TF3	5 - One-way sync from Server	Liste Vertrag lesen
Technische Dokumentation	TF3	5 - One-way sync from Server	Liste Technische Doku lesen
Problem / Lösung	TF3	1 - Two-way sync	Liste Problem lesen Problem lesen Problem anlegen Liste Lösung lesen Lösung lesen Lösung anlegen
Legende:	GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement TF1 - Aktivität „Störmeldung erfassen“, TF2 - Aktivität „Auftrag disponieren“, TF3 - Aktivität „Auftrag ausführen“		

Tabelle 5-10 Services für den Offline-Betrieb

### 5.3.3 Ebene Workflowintegration

Workflowmodelle können Geschäftsprozesse in unterschiedlichen Granularitätsstufen abbilden. Zur Verknüpfung von Services existieren verschiedene Ansätze, die unter den Begriffen „Komposition/Orchestrierung /Choreography“, „Geschäftsregeln/Business Rules“ und „Workflows/Business Process Management“ diskutiert werden. Die beiden letztgenannten Konzepte entwickelten sich unabhängig von serviceorientierten Ansätzen und verfolgen unterschiedliche Zielsetzungen. Während bei der Serviceorchestrierung die Verknüpfung von Services zur Erstellung neuer, so genannter „Composite-Services“ im Vordergrund steht, trennen die beiden anderen Konzepte Prozessablauflogik bzw. Geschäftslogik von der restlichen Applikationslogik (s. Tabelle 5-11).

Ansatz	Beschreibung	Ziele
Workflows	Trennung von Prozessablaufsteuerung (Kontrollfluss) und Applikationslogik [Österle 1995, 348; Scheer 2002, 87ff]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfung von Funktionen zu Prozessen und Schliessen der Lücke zwischen Prozess und System [s. Becker et al. 1998, 318; Brabänder/Klückmann 2006, 33-35]</li> <li>• Aktive Steuerung und Kontrolle von Prozessen, Flexibilität bei der Integration von Fachkomponenten [s. Neumann 2003, 95ff]</li> <li>• Schnellere und effizientere Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen Erhöhung der Wiederverwendung [s. Dustdar et al. 2003, 159]</li> </ul>
Geschäftsregeln	Trennung von Geschäftslogik und Applikationslogik [vgl. Hay/Healy 2000, 4f; Von Halle 2002, 7-9; Ross 2003, 6-9]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion der Komplexität des Geschäftsprozessdesigns und -managements [s. Ross 2003, 11; Brabänder/Klückmann 2006, 34; Scheer/Werth 2006, 49ff]</li> <li>• Erhöhung der Flexibilität der Anwendungssysteme [Von Halle 2002, 11; Ross 2003, 13; Schacher/Gräßle 2006, 25]</li> <li>• Steuerung und Kontrolle der Umsetzung von aus der Strategie abgeleiteten Massnahmen [Ross 2003, 12; Hall et al. 2005, 16]</li> </ul>
Servicekomposition	Erstellen neuer Services/Funktionalität durch Verknüpfung und Kombination bestehender Services [McGovern et al. 2006, 96]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realisierung neuer (domänenübergreifender) Funktionalität auf Basis einer standardisierten Integrationstechnologie [McGovern et al. 2006, 95f]</li> </ul>

*Tabelle 5-11 Ansätze zur Verknüpfung von Services*

Die drei Ansätze bilden Prozesse bzw. Prozessabschnitte in unterschiedlichen Detaillierungsstufen ab. Die feinste Granularität bildet die Komposition von Services zur Unterstützung von Prozessaktivitäten. Geschäftsregeln spezifizieren Prozessabschnitte als Verknüpfung von Ereignissen und Aktivitäten (s. Abschnitt

5.3.3.2), während Workflows durchgängige Prozessabläufe modellieren und sowohl automatisierte wie auch manuelle Aktivitäten berücksichtigen (s. Abschnitt 5.3.3.1).

Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) erlauben sowohl die Modellierung von Geschäftsregeln wie auch der gängigen Workflowmuster [s. Rosemann 1996, 64ff; Mendling et al. 2005, 24-34; Recker et al. 2005]. Der bekannteste Standard zur formalen Modellierung und Spezifikation der Serviceorchestrierung ist die Business Process Execution Language (BPEL). Aufgrund der Untersuchungen zu den formalen Eigenschaften von EPKs und der vorhandenen Ansätze BPEL-Spezifikationen automatisch aus EPKs zu erzeugen bzw. zu verknüpfen verwendet dieses Buch EPKs zur Modellierung der Ebene Workflowintegration [vgl. Kiepuszewski et al. 2003, 164f; Mendling/Ziemann 2005, 44-50]. „Trivialereignisse“ innerhalb einer Sequenz von Aktivitäten, die lediglich angeben, dass die vorhergehenden Aktivitäten abgeschlossen sind, werden in Anlehnung an [Hansmann 2003, 144] bei der Modellierung weggelassen.

Die beiden folgenden Abschnitte prägen die Workflows und Geschäftsregeln für die beiden Prozesse Instandhaltung und Störfallmanagement aus und leiten die zur Abbildung notwendigen (Composite) Services her.

### 5.3.3.1 Workflows

Die entworfenen Workflowmodelle basieren auf den in [Becker/Neumann 2003, 636-643] vorgeschlagenen Referenzprozessen für die geplante Instandhaltung und das Störfallmanagement. Die Workflowmodelle sollen eine lose Koppelung der Domänen und eine flexible Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen erlauben. Daher fokussieren sie die domänenübergreifenden Prozessbestandteile und die mit Mobile Computing und RFID-Lösungen unterstützten Aktivitäten und erzeugten Ereignisse. Eine detaillierte Modellierung domäneninterner Prozessschritte findet nicht statt.

Abbildung 5-13 und Abbildung 5-14 zeigen die um die Ereignisse und Aktivitäten der in Abschnitt 4.1 identifizierten Anwendungsszenarien erweiterten Referenzprozesse:

- *Aktivitäten.* Die in Abschnitt 5.3.2 als Taskflows modellierten Aktivitäten „Störmeldung erfassen“, „Auftrag disponieren“ und „Auftrag ausführen“ sind die mit mobilen Applikationen unterstützten Tätigkeiten.
- *Ereignisse.* Die erzeugten Ereignisse sind „Störung (automatisch) erkannt“ und „Störung zu Objekt behoben“ des Anwendungsszenarios automatische Störmeldung sowie „Instandhaltungsmassnahme ist (nicht) auszulösen“ des Anwendungsszenarios nutzungsbasierte Instandhaltung.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die resultierenden Workflowmodelle.

#### Workflow 1 - Störfallmanagement

Eigene Mitarbeiter, Kunden oder Gebäudekomponenten können Störungen erkennen und damit den Störfallmanagementprozess auslösen. Die beiden Prozessvarianten automatisches bzw. manuelles Anlegen der Störmeldung besitzen unter-

schiedliche Datenflüsse, die Konsequenzen auf die Servicekonzeption haben. Daher sind die beiden Varianten in zwei Modellen dargestellt. Weiter unterscheiden sich die Modelle bezüglich der Möglichkeiten, Störmeldungen zu schliessen. Die von Gebäudekomponenten angelegten Störmeldungen sind automatisch, d.h. vom entsprechenden Ereignis derselben Gebäudekomponente, zu schliessen. Wird auf diese Forderung verzichtet, kann dies zu inkonsistenten Systemzuständen führen. Schliesst bspw. ein Mitarbeiter die Störmeldung zu einer Gebäudekomponente trotz eines weiterhin bestehenden Alarms des Gebäudeautomationssystems, so wird dieser Alarm nicht weiter behandelt. Nach dem Anlegen der Störmeldung müssen die zu ergreifenden Massnahmen und die verantwortliche Organisationseinheit festgelegt werden. Je nach betroffener Komponente kann eine Entstörung per Fernwartung oder durch einen Vor-Ort-Einsatz eines Servicemitarbeiters geschehen. Ist ein Vor-Ort-Einsatz notwendig, so ist ein Instandhaltungsauftrag anzulegen und zu disponieren. Anschliessend muss der Auftrag abgearbeitet und zurückgemeldet werden. Beheben die getroffenen Massnahmen die Störung nicht, so leitet die aktuell für die Störmeldung verantwortliche Organisationseinheit die Meldung weiter. Die weiteren Aktivitäten sind festzulegen und ein erneuter Entstörungsversuch ist einzuleiten. Ist die Störung behoben, so kann die Störmeldung durch die betroffene Gebäudekomponente, mit dem Schliessen des zugehörigen Instandhaltungsauftrags oder manuell von einem Mitarbeiter geschlossen werden.

### **Workflow 2 - geplante Instandhaltung**

Vorbeugende Instandhaltungsmassnahmen müssen periodisch geplant werden. Abhängig von der Instandhaltungsstrategie muss festgelegt werden, ob für eine bestimmte Gebäudekomponente eine Instandhaltungsmassnahme auszulösen ist. Bei einer zeitbasierten Instandhaltungsstrategie sind für diejenigen Komponenten, bei welchen der Wartungszeitpunkt erreicht ist, Instandhaltungsaufträge zu generieren. Bei der zustandsbasierten Instandhaltungsstrategie müssen die aktuellen Zustandsdaten ausgelesen werden. Auf deren Basis ist zu prüfen, ob der Wartungszeitpunkt erreicht und ein Instandhaltungsauftrag anzulegen ist. Anschliessend ist der Instandhaltungsauftrag zu disponieren. Die Servicemitarbeiter arbeiten die Aufträge ab, melden die verbrauchten Materialien und Stunden zurück, worauf die Aufträge abgerechnet und abgeschlossen werden können.

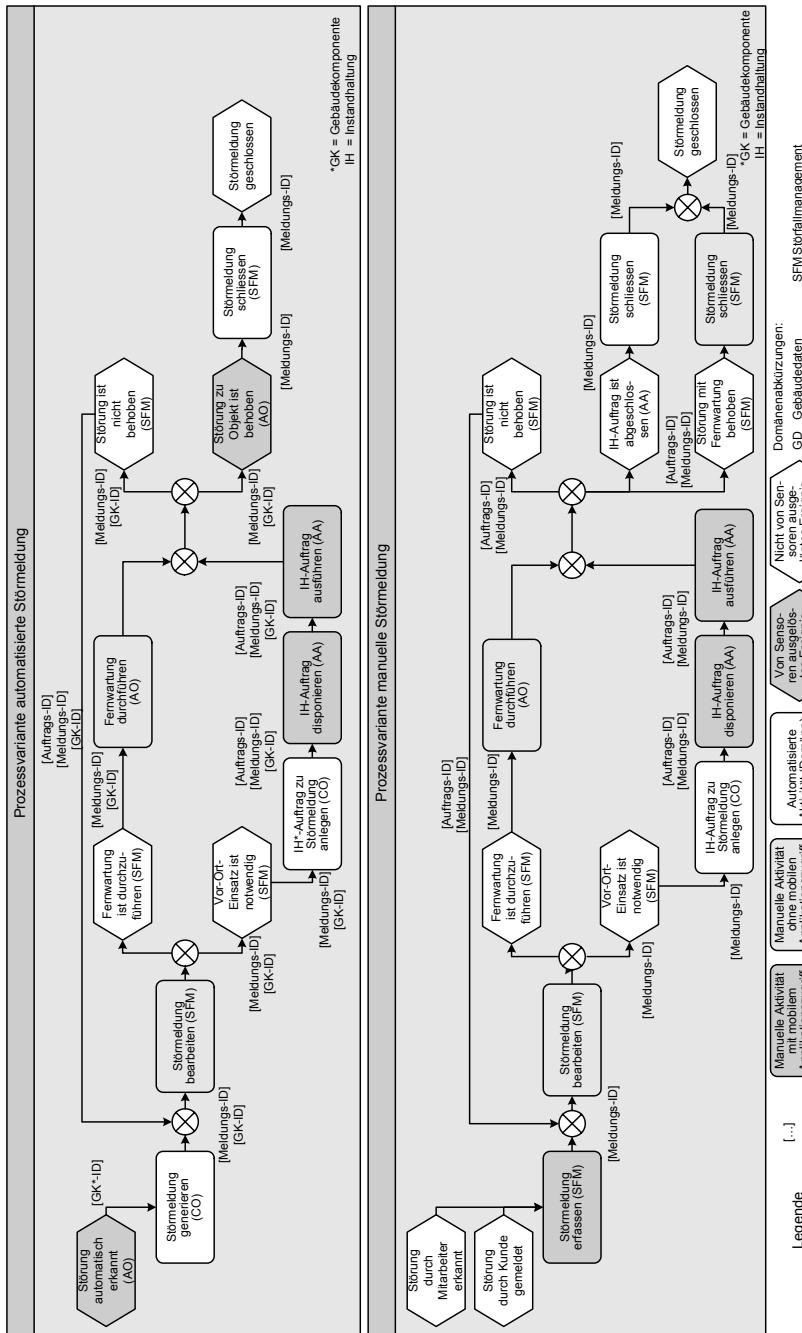


Abbildung 5-13 Workflowmodell Störfallmanagement

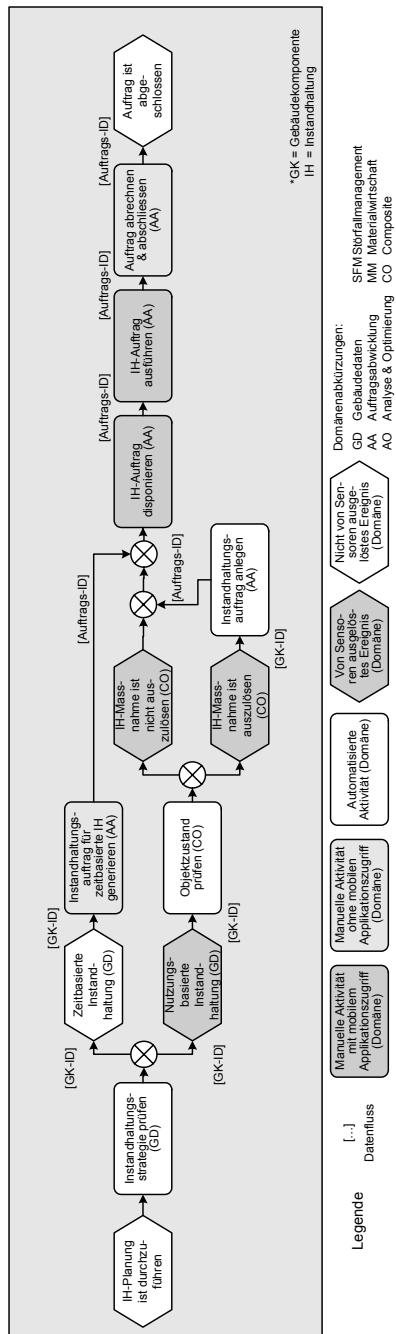


Abbildung 5-14 Workflowmodell geplante Instandhaltung

## Serviceinteraktionsstile und Workflowintegration

Ein Service kann Ereignisse auslösen und/oder wird von Aktivitäten genutzt. Der Interaktionsstil eines Service beeinflusst die Anzahl der Serviceinteraktionen für Sequenzen von Aktivitäten und Ereignissen. [Heutschi 2007, 177] unterscheidet die Interaktionsstile Synchron oder Asynchron sowie Notification oder Request/Response. Aus den unterschiedlichen Interaktionsstilen ergeben sich die drei in Abbildung 5-15 dargestellten Interaktionsmuster zwischen Ereignis-/Aktivitätssequenzen und Services. Aktivitäten können sowohl synchrone wie auch asynchrone Notification- (Muster 1) oder Request/Response-Services (Muster 2) nutzen. Auslöser für Ereignisse können in Analogie dazu sowohl synchrone wie auch asynchrone Request/Response-Services (Muster 2) sowie Notification-Services (Muster 3) sein.

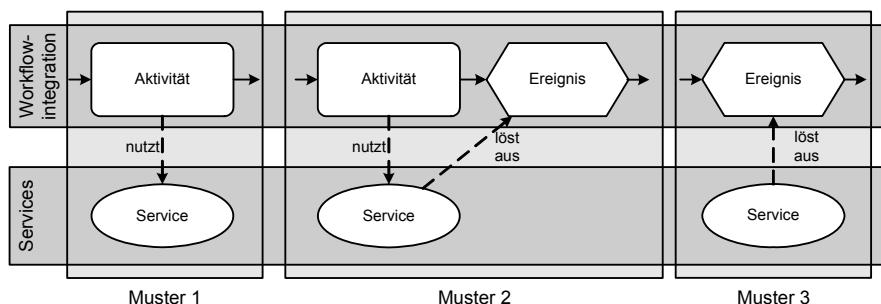


Abbildung 5-15 Interaktionsmuster zwischen Services, Aktivitäten und Ereignissen

Der passende Interaktionsstil für einen Service ist vom übertragenen Datenvolumen, Anforderungen an Antwortzeiten und weiteren Faktoren abhängig. Der Interaktionsstil ist damit für eine konkrete Anwendung festzulegen. Das vorliegende Buch unterscheidet zwischen Request/Response- und Notification-Services. Sie verzichtet aber auf die Unterscheidung zwischen synchroner und asynchroner Kommunikation, da diese Unterscheidung die fachliche Konzeption eines Service nicht beeinflusst (s. Abbildung 5-15). Weiter ist eine Sequenz von Aktivität und Ereignis immer mit einem Request/Response-Service (Muster 2) modelliert. Bei Bedarf ist im konkreten Anwendungsfall ein Request/Response-Service (Muster 2) problemlos in eine Sequenz von zwei Notification-Services (Muster 1 und 3) zu übersetzen. Schliesslich verzichtet die hier vorliegende fachliche Modellierung auf das Abbilden von Fehlerfällen (Serviceaufruf bricht ab, zu einem Schlüssel existiert kein Eintrag in einem Anwendungssystem etc.).

## Datenfluss auf Ebene Workflowintegration

Der Informationsfluss entlang eines Workflows unterteilt sich in Kontrollfluss sowie den eigentlichen Datenfluss. Die Kontrolldaten sind die zentralen Informationen der Ebene Workflowintegration und sind deshalb auch von ihr zu verwalten. Die Geschäftsdaten dagegen befinden sich in den Anwendungssystemen der Domänen und sind dort zu verwalten. Das Anlegen einer Prozessinstanz, die so-

wohl Kontroll- wie auch Geschäftsdaten eines Prozessdurchlaufs enthält, würde zu einer redundanten Datenhaltung führen und ist zu vermeiden. Die Steuerungskomponente auf Ebene Workflowintegration soll daher nur die *Schlüsselattribute* der Geschäftsobjekte führen, während die restlichen Geschäftsdaten in den Domänen verbleiben und dort mit den jeweiligen Applikationen bearbeitet werden [s. Vogler 2003, 178]<sup>41</sup>. Weiter vereinfacht die strikte Trennung von Kontroll- und Datenfluss die Analyse und verbessert das Verständnis von Workflows. Die vorgeschlagenen Workflowmodelle modellieren den Datenfluss als Austausch von Schlüsselattributen zwischen den Aktivitäten und Ereignissen (s. Abbildung 5-13 und Abbildung 5-14). Als Konsequenz sind die domänenübergreifenden Datenflüsse auf Ebene Service abzubilden.

Abbildung 5-16 modelliert den Datenfluss zwischen dem Ereignis „Vor-Ort-Einsatz ist notwendig“ und der Aktivität „Instandhaltungsauftrag anlegen“ sowie die notwendigen Serviceaufrufe für die Übernahme von Daten aus der Störmeldung in den Instandhaltungsauftrag. Die Übergabe des Meldungstextes der Störmeldung in den Instandhaltungsauftrag ist beispielhaft modelliert. Die Ebene Workflowintegration übergibt nur das Schlüsselattribut der Störmeldung (Meldungs-ID). Der Meldungstext muss vor dem Anlegen des Instandhaltungsauftrags über den Service *Störmeldung lesen* (8) abgefragt und als Attribut im Instandhaltungsauftrag abgespeichert werden. Dieser wird anschliessend mit dem Service *Instandhaltungsauftrag anlegen* (9) gesichert.

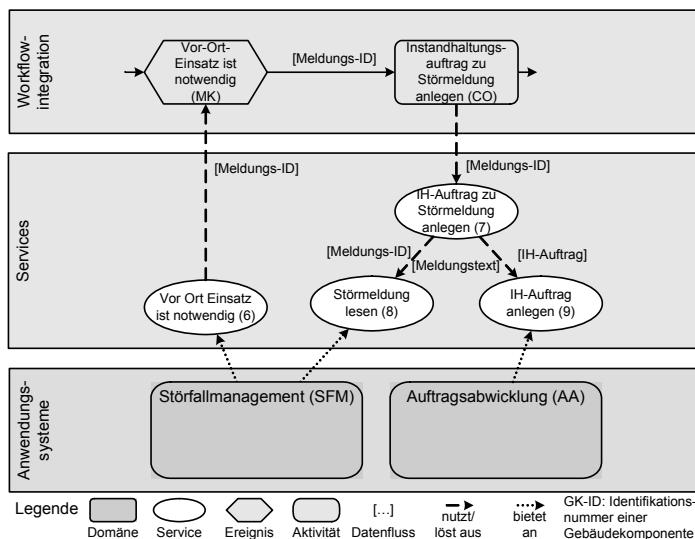


Abbildung 5-16 Datenflussmodellierung mit Services - Beispiel

<sup>41</sup> Im Gegensatz dazu lassen andere Autoren die Abbildung eines über die Schlüsselattribute hinausgehenden Datenflusses auf Ebene Workflow zu [vgl. Zur Muehlen 2004, 102].

## Services zur Abbildung der Workflowmodelle

Die Services für *manuelle Aktivitäten* leiten sich aus den Taskflows ab und sind für Aktivitäten mit mobilem Applikationszugriff in Abschnitt 5.2.1 modelliert. Die Taskflows für manuelle Aktivitäten ohne mobilen Applikationszugriff und die daraus abgeleiteten Services sind aufgrund des Fokus dieses Buches nicht modelliert. Aus den *automatisierten Aktivitäten* lässt sich auf die konsumierten Request/Response- und aus den *Ereignissen* auf die auslösenden Notification-Services schliessen. Für die meisten Ereignisse und Aktivitäten ist eine direkte Zuordnung der Services möglich.

### Workflow 1 - Störfallmanagement

Tabelle 5-12 fasst die Services für den Störfallmanagementprozess zusammen und ordnet diese anhand der zugrunde liegenden Geschäftsobjekte den Domänen zu. Services, die auf Geschäftsobjekten unterschiedlicher Domänen beruhen, sind mit Composite (CO) gekennzeichnet. Die Services (1) bis (12) realisieren die Workflow-Variante automatisierte Störmeldung und die Services (4) bis (14) die Variante manuelle Störmeldung. Ausnahmen zur 1:1 Realisierung von Aktivitäten und Ereignissen sind:

- Der Service *Störmeldung generieren* (2) soll die aktuellen Zustandsdaten der Gebäudekomponente auslesen und diese Information in die Störmeldung übertragen (z.B. detaillierte Fehlermeldung oder Logdaten des ausgefallenen Objektes). Da die Ebene Workflowintegration nur die Identifikationsnummer der Gebäudekomponente überträgt, ist der Datenfluss als Abfolge von zwei Serviceaufrufen abzubilden. Der erste Service liest den aktuellen Zustand der betroffenen Gebäudekomponente aus (3) und der zweite Service legt auf Basis dieser Information die Störmeldung an (4). Der Service *Störmeldung generieren* (2) koordiniert diese zwei Serviceaufrufe, erwartet als Eingabeparameter die Identifikationsnummer der defekten Gebäudekomponente und liefert die Identifikation der angelegten Störmeldung zurück (s. Abbildung 5-17).
- Der Service *Instandhaltungsauftrag zu Störmeldung anlegen* (7) liest analog zum Service *Störmeldung generieren* zuerst Information der Störmeldung aus (8) und legt anschliessend den Instandhaltungsauftrag mit Informationen aus der Störmeldung an (9) (s. Abbildung 5-16).
- Das Ereignis „Störung zu Objekt ist behoben“ der Prozessvariante automatisierte Störfallanlage (s. Abbildung 5-18) ist mit einem Notification-Service (11) implementiert, der als Ausgabeparameter die Identifikationsnummer der erneut betriebsbereiten Gebäudekomponente hat. Anschliessend setzt die Aktivität „*Störmeldung schliessen*“ mit dem Service *Störmeldung ändern* (12) den Status der Störmeldung auf abgeschlossen. Dieser Service benötigt als Eingabe die Störmeldungsidentifikation. Diese Meldungs-ID liefert nicht der auslösende Notification-Service (11), sondern ist auf Ebene Workflowintegration bei der Prozessinstanz hinterlegt. Die Prozessinstanz ist über die Identifikation der Gebäudekomponente, welche der auslösende Notification-Service (11) liefert, identifizierbar.

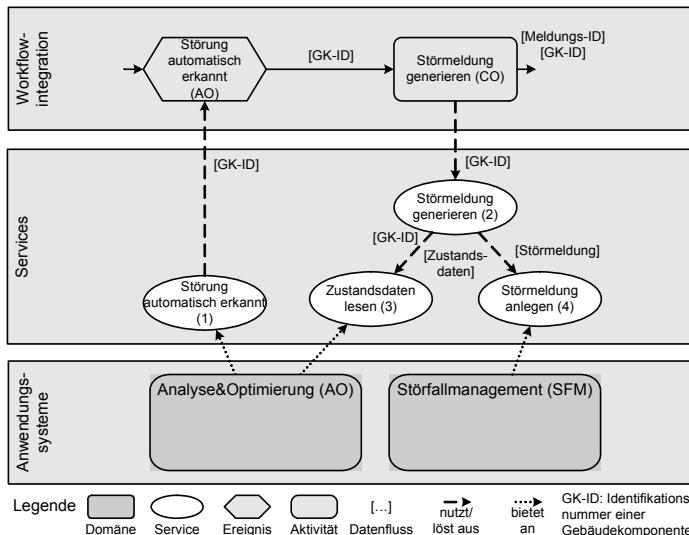


Abbildung 5-17 Serviceinteraktion für automatisch generierte Störmeldungen

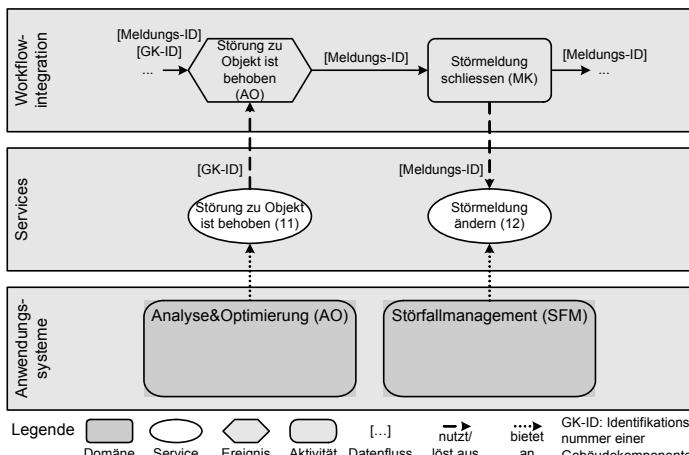


Abbildung 5-18 Serviceinteraktion für das automatische Schliessen von Störmeldungen

- Bei der Prozessvariante manuelle Störmeldung ist analog zu obigen Erläuterungen die Prozessinstanz über die Auftrags-ID des Notification-Services *Instandhaltungsauftrag ist abgeschlossen* (13) identifizierbar. Für die Prozessinstanz ist auf Ebene Workflowintegration die Meldungs-ID hinterlegt, und die Aktivität „Störmeldung schliessen“ kann mit demselben Service *Störmeldung ändern* (12) realisiert werden.

- Der Notification-Service *Störmeldung manuell geschlossen* (14) ist notwendig, damit die Prozessvariante manuelle Störfallanlage immer im Endzustand „Störmeldung geschlossen“ terminiert.

Nr.	Beschreibung	Typ	Eingabe	Ausgabe	Geschäftsobjekte	Domäne <sup>42</sup>
1	Störung automatisch erkannt	N		GK-ID	Zustandsdaten	AO
2	Störmeldung generieren	RR	GK-ID	Meldungs-ID	Störmeldung Zustandsdaten	CO 3 & 4
3	Zustandsdaten lesen	RR	GK-ID	Zustandsdaten	Zustandsdaten	AO
4	Störmeldung anlegen	RR	Störmeldung	Meldungs-ID	Störmeldung	SFM
5	Fernwartung ist durchzuführen	N		Meldungs-ID	Störmeldung	SFM
6	Vor-Ort-Einsatz ist notwendig	N		Meldungs-ID	Störmeldung	SFM
7	Instandhaltungsauftrag zu Störmeldung anlegen	RR	Meldungs-ID	Auftrags-ID	IH-Auftrag Störmeldung	CO 8 & 9
8	Störmeldung lesen	RR	Meldungs-ID	Störmeldung	Störmeldung	SFM
9	Instandhaltungsauftrag anlegen	RR	IH-Auftrag	Auftrags-ID	IH-Auftrag	AA
10	Störung ist nicht behoben	N		Meldungs-ID	Störmeldung	SFM
11	Störung zu Objekt ist behoben	N		GK-ID	Zustandsdaten	AO
12	Störmeldung ändern	RR	Störmeldung	Meldungs-ID	Störmeldung	SFM
13	IH-Auftrag ist abgeschlossen	N		Auftrags-ID	IH-Auftrag	AA
14	Störmeldung manuell geschlossen	N		Meldungs-ID	Störmeldung	SFM

Legende: N Notification; RR Request/Response  
ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts  
GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung  
( ) optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten  
GD-Gebäudedaten, KD-Kundendaten, AA-Auftragsabwicklung, AO-Analyse & Optimierung, SFM-Störfallmanagement, MM-Materialwirtschaft, CO-Composite

Tabelle 5-12 Services zur Abbildung des Workflow Störfallmanagement

### Workflow 2 - geplante Instandhaltung

Tabelle 5-13 fasst die Services für die *geplante Instandhaltung* zusammen und ordnet diese anhand der zugrunde liegenden Geschäftsobjekte den Domänen zu. Abbildung 5-19 zeigt den zentralen Ausschnitt der Serviceinteraktion. Die beiden

<sup>42</sup> Bei komponierten Services findet sich jeweils eine Referenz auf die Services, aus welchen er sich zusammensetzt.

Request/Response-Services (1) und (2) zu den Aktivitäten „Instandhaltungsstrategie prüfen“ und „Objektzustand prüfen“ implementieren die Kontrollflussvariante „XOR-Alternative“. Sie lösen damit als Response eines von zwei möglichen Ereignissen aus. Der Service (1) prüft die bei der Gebäudekomponente hinterlegte Instandhaltungsstrategie und löst entweder das Ereignis „Zeitbasierte Instandhaltung“ oder „Zustandsbasierte Instandhaltung“ aus. Die Aktivität „Objektzustand prüfen“ ruft den Service (2) auf. Dieser setzt sich aus den zwei Services *Nutzungsdaten lesen* (3) und *Nutzungsdaten mit Sollwerten vergleichen* (4) zusammen und löst ggf. eine Instandhaltungsmassnahme in Form eines Instandhaltungsauftrags aus. Der Service *Instandhaltungsauftrag anlegen* (5) setzt diese Aktivität um.

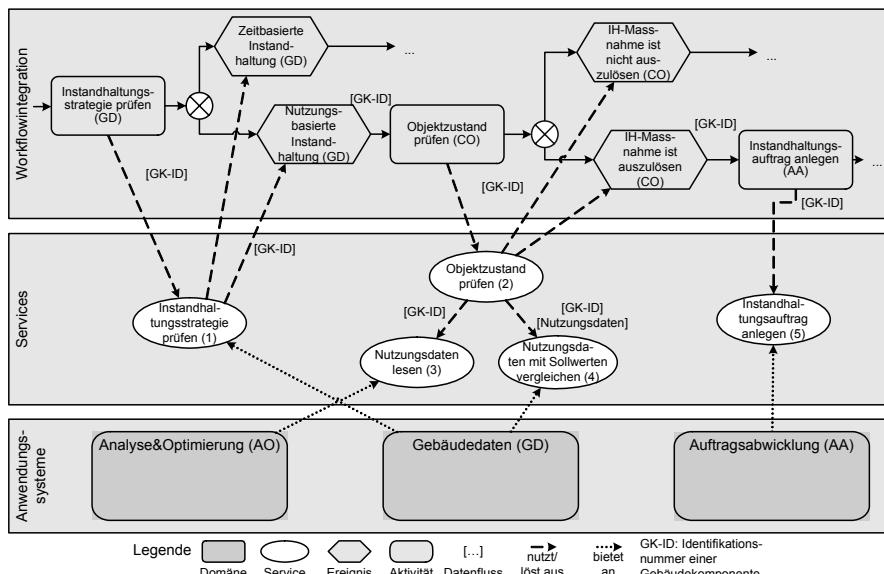


Abbildung 5-19 Serviceinteraktion für die geplante Instandhaltung (Ausschnitt)

Nr.	Beschreibung	Typ	Eingabe	Ausgabe	Geschäftsobjekte	Domäne <sup>43</sup>
1	Instandhaltungsstrategie prüfen	RR	GK-ID	Ereignis: „Zeitbasierte IH“ oder „Nutzungsbasierte IH“	Gebäudekomponente	GD
2	Objektzustand prüfen	RR	GK-ID	Ereignis: „IH-Massnahme ist auszulösen“ oder „IH-Massnahme ist nicht auszulösen“	Nutzungsdaten Gebäudekomponente	CO 3 & 4
3	Nutzungsdaten lesen	RR	GK-ID	Nutzungsdaten	Nutzungsdaten	AO
4	Nutzungsdaten mit Sollwerten vergleichen	RR	GK-ID Nutzungsdaten	Ereignis „Sollwert überschritten“ oder „Sollwert nicht überschritten“	Gebäudekomponente	GD
5	Instandhaltungsauftrag anlegen	RR	IH-Auftrag	Auftrags-ID	IH-Auftrag	AA

Legende: N Notification; RR Request/Response  
ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts  
GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung  
( ) optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten  
GD-Gebäudedaten, KD-Kundendaten, AA-Auftragsabwicklung, AO-Analyse & Optimierung, SFM-Störfallmanagement, MM-Materialwirtschaft, CO-Composite

Tabelle 5-13 Services zur Abbildung des Workflow geplante Instandhaltung

### 5.3.3.2 Geschäftsregeln

Die durchgängige Abbildung und Steuerung von Prozessen auf Ebene Workflowintegration ist aufwendig. Prozessregeln, eine spezifische Klasse von Geschäftsregeln, bilden einzelne Prozessabschnitte ab. Sie sind eine Alternative zur vollständigen Modellierung der Prozesse auf Ebene Workflowintegration und versprechen eine Entkoppelung der Domänen mit weniger Aufwand. Diese Entkoppelung resultiert aus dem Herauslösen einzelner Ereignis-Aktivitäten-Verknüpfungen aus den Domänen und ihrer Abbildung auf Ebene Workflowintegration [vgl. Dietzsch/Goetz 2005, 1530f; Brabänder/Klückmann 2006, 34]. Solange die von einer Domäne als Notification-Service angebotenen Ereignisse stabil bleiben, können Änderungen bspw. aufgrund kurzer Innovationszyklen bei RFID- und Sensor-Technologien auf die betroffene Domäne begrenzt werden. Umgekehrt erlaubt die Verknüpfung von Prozessregeln die Modellierung durchgängiger, automatisierter Geschäftprozesse [s. Knolmayer et al. 2000, 19ff]. Prozessregeln können somit schrittweise umgesetzt und zu Prozessmodellen verknüpft werden. Sie stellen damit eine Vorstufe zur vollständigen Abbildung der Prozesse auf Ebene Workflowintegration dar.

<sup>43</sup> Bei komponierten Services findet sich jeweils eine Referenz auf die Services, aus welchen er sich zusammensetzt.

Die für das Prozessmanagement wichtigen dynamischen, handlungsorientierten Regeln unterteilt [Scheer/Werth 2006, 53-56] in operative und dispositive Geschäftsregeln<sup>44</sup>:

- *Operative Regeln* spezifizieren das direkte Verhalten des Geschäftsbetriebs, also die Auflösung von Entscheidungssituationen. Beispiele von operativen Geschäftsregeln sind Aussagen wie „Eine Brandschutzklappe ist einmal pro Jahr zu warten“ oder „Der erste Behebungsvorschuss für Störungen der raumlufttechnischen Anlagen muss immer per Fernwartung geschehen“.
- *Dispositive Geschäftsregeln* behandeln das Management-Verhalten von Geschäftsprozessen. Sie tragen zur Beantwortung der Fragestellungen bei, wie Geschäftsprozesse zu entwerfen sind und nicht, wie sie ausgeführt werden sollen. Beispiele sind hier „Die Reaktionszeit beim Auftreten der Störung eines Aufzugs beträgt maximal 5 Minuten“.

[Schacher/Grässle 2006, 126] unterscheiden die Geschäftsregelkategorien Einschränkung, Ableitung und Prozessregeln. *Einschränkungen* sind Aussagen über das Geschäft, welche immer wahr sein müssen. *Ableitungen* leiten neue fachliche Information aufgrund bekannter fachlicher Information her, und *Prozessregeln* sind Anweisungen die besagen, dass in gewissen Situationen bestimmte Aktionen auszuführen sind, dürfen oder aber nicht auszuführen sind. Ableitungen und Prozessregeln sind damit den operativen Geschäftsregeln zuzuordnen, während Einschränkungen dispositiven Regeln entsprechen. Auf Ebene Workflowintegration sind die *operativen Prozessregeln* abbildbar.

Die der Datenbank-Theorie entstammende Unterteilung von Regeln in die drei Komponenten Ereignis, Bedingung und Aktion kann zur Formalisierung von Geschäftsregeln verwendet werden [s. Herbst/Knolmayer 1995, 150; Ross 2003, 231-235; Schacher/Grässle 2006, 131]. Das Ereignis definiert, wann eine Regel zu überprüfen ist, die Bedingung besagt, was zu überprüfen ist, und die Aktion beschreibt schliesslich, wie zu reagieren ist. Abbildung 5-20 stellt eine Geschäftsregel in Form eines EPK-Modells dar.

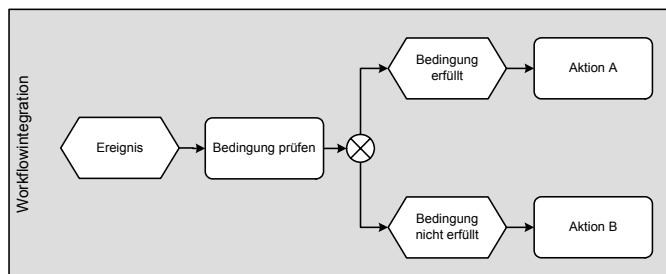


Abbildung 5-20 EPK-Darstellung einer Geschäftsregel

<sup>44</sup> Ein vergleichender Überblick zur Klassifikation von Geschäftsregeln findet sich in [Von Halle 2002, 29f].

EPKs haben Einschränkungen, den zulässigen bzw. erreichbaren Zustands- und Ereignisraum als Geschäftsregeln zu modellieren. Diese Einschränkungen haben keine Auswirkungen auf die Modellierung von operativen Prozessregeln, sondern würden bei der Modellierung von dispositiven Geschäftsregeln ins Gewicht fallen. Weitere Standards zur Formalisierung von Geschäftsregeln sind die JSR-94 Spezifikation im Java-Umfeld [s. Selman 2004], das RuleML-Format [s. Hirtle et al. 2006] und die Web Ontology Language (OWL) des W3C [s. McGuinness/Harmelen 2004]. RuleML ist im universitären Umfeld entstanden und findet zunehmend Akzeptanz in kommerziellen Anwendungen. Das Format basiert auf XML und vereinheitlicht die Repräsentation verschiedener Arten von Regeln.

Zur Beantwortung der Frage, welche Prozessregeln im Rahmen einer SOA auf Ebene Workflowintegration abzubilden sind, dient erneut das Domänenkonzept und die Abbildung der domänenübergreifenden Geschäftsregeln. Eine gemäss Abbildung 5-20 strukturierte Geschäftsregel ist domänenübergreifend, wenn ein Ereignis in einer Domäne eine Aktion in einer anderen Domäne auslöst.

Dieses Buch konzipiert auf Ebene Workflowintegration ausschliesslich die domänenübergreifenden Prozessregeln. Alle anderen Regeln sind innerhalb der Domänen auf Ebene Anwendungssysteme bspw. mit spezialisierten Business Rule Engines oder auch in herkömmlichen Applikationen abzubilden.

### **Workflowmodelle der Geschäftsregeln**

[Ross 2003, 192] schlägt vor, Prozessregeln aus Workflowmodellen abzuleiten. In Anlehnung daran finden sich die domänenübergreifenden Geschäftsregeln in den Workflowmodellen der Prozesse Störfallmanagement und geplante Instandhaltung (s. Abschnitt 5.3.3.1). Domänenübergreifende Prozessregeln sind damit Ereignis-(Bedingung)-Aktivitäts-Sequenzen an den Domänengrenzen. Abbildung 5-21 stellt diese Bestandteile der Workflowmodelle dar<sup>45</sup>. Eine Geschäftsregel, bei welcher die Bedingung immer erfüllt ist, entspricht der Kontrollflussvariante Sequenz (vgl. Anhang B.3). Diese Prozessbestandteile sind auf Ebene Workflowintegration unabhängig voneinander implementierbar und stellen eine Möglichkeit dar, ausgewählte Domänen zu entkoppeln. Der folgende Abschnitt diskutiert die dazu notwendigen Services.

---

<sup>45</sup> Die Servicezuordnung im folgenden Abschnitt erfordert Anpassungen für die Prozessregeln 3&4. Daher sind die ursprünglichen Bestandteile dieser beiden Prozessregeln gesondert dargestellt.

## Servicezuordnung

Nicht alle Aktivitäten und Ereignisse der abgeleiteten Prozessregeln sind mit denselben Services wie bei der durchgängigen Modellierung der Prozesse umsetzbar. Abbildung 5-21 nummeriert die Geschäftsregeln und hebt die notwendigen Anpassungen für die Verknüpfung mit Services hervor.

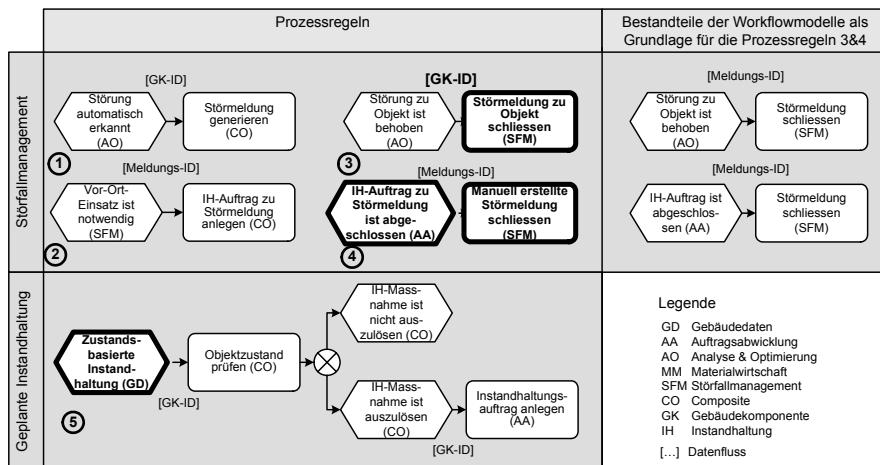


Abbildung 5-21 Prozessregeln für die Prozesse Instandhaltung und Störfallmanagement

Die folgenden Abschnitte diskutieren die Differenzen und referenzieren in runden Klammern auf die Nummer der Services in Tabelle 5-14:

- *Geschäftsregel 3.* Der Notification-Service, der die Störungsbehebung bei einer Gebäudekomponente meldet, liefert als Output nur die Identifikationsnummer der defekten Gebäudekomponente. Der Service für das Schliessen der Störmeldung setzt als Eingabe aber die Störmeldungsnummer voraus. Bei der durchgängigen Modellierung des Störfallmanagementprozesses ist bei der vom WfMS verwalteten Prozessinstanz die Meldungs-ID hinterlegt. Daher kann das WfMS den Service für das Schliessen der Störmeldung mit der Meldungs-ID aufrufen. Für die Abbildung der Geschäftsregel ist ein neuer Service notwendig. Dieser Service sucht eine offene Störmeldung zu einer Gebäudekomponente und schliesst diese Störmeldung (1).
- *Geschäftsregel 4.* Voraussetzung für die Abbildung dieser Geschäftsregel ist, dass die Zuordnung Instandhaltungsauftrag zu Störmeldung in der Domäne Störfallmanagement oder Auftragsabwicklung gespeichert ist. Auch diese Zuordnung ist bei der durchgängigen Modellierung des Störfallmanagementprozesses bei der vom WfMS verwalteten Prozessinstanz hinterlegt. Die hier vorgeschlagenen Services legen die Zuordnung in der Domäne Auftragsabwicklung ab. Der Notification-Service, der den Abschluss eines Instandhaltungsauftrags meldet, ist so zu konzipieren, dass er als Ausgabe die (Stör-)

Meldungs-ID anstelle der (Instandhaltungs-)Auftrags-ID liefert (2). Weiter darf der Abschluss des Instandhaltungsauftrags nicht in allen Fällen zum Schliessen der dazugehörigen Störmeldung führen. Dies liegt daran, dass die von Gebäudekomponenten automatisch angelegten Störmeldungen automatisch, d.h. vom entsprechenden Ereignis derselben Gebäudekomponente, zu schliessen sind (siehe Abschnitt 5.3.3.1). Der Service (3) stellt dies sicher, indem er nur manuell erzeugte Störmeldungen schliesst.

- *Geschäftsregel 5.* Auslöser für das Ereignis „Zustandsbasierte Instandhaltung“ ist bei der durchgängigen Modellierung des Instandhaltungsprozesses auf Ebene Workflowintegration der Request/Response-Service „Instandhaltungsstrategie prüfen“. Voraussetzung für die isolierte Umsetzung der Geschäftsregel 5 ist der Notification-Service (4), der das Ereignis „Zustandsbasierte Instandhaltung“ startet.

Nr.	Beschreibung	Typ	Eingabe	Ausgabe	Geschäftsobjekte	Domäne
1	Störmeldung zu Objekt schliessen	RR	GK-ID	Meldungs-ID	Störmeldung	SFM
2	Instandhaltungsauftrag zu Störmeldung ist abgeschlossen	N		Meldungs-ID	IH-Auftrag	AA
3	Manuell angelegte Störmeldung schliessen	RR	Meldungs-ID		Störmeldung	SFM
4	Zustandsbasierte Instandhaltung	N		GK-ID	Gebäudekomponente	GD

Legende: N Notification; RR Request/Response  
ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts  
GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung  
( ) optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten  
GD-Gebäudedaten, KD-Kundendaten, AA-Auftragsabwicklung, AO-Analyse & Optimierung, SFM-Störfallmanagement, MM-Materialwirtschaft, CO-Composite

Tabelle 5-14 Services zur Abbildung der domänenübergreifenden Prozessregeln

#### 5.3.4 Übersicht Servicekandidaten

Tabelle 5-15 gibt einen Überblick über die identifizierten Servicekandidaten und ordnet diese nach Domänen sowie nach zugrunde liegenden Geschäftsobjekten. Die Spalte Verwendung referenziert auf die vom Service unterstützten Geschäftsregeln (s. Abschnitt 5.3.3.2), Workflows (s. Abschnitt 5.3.3.1) und Taskflows (s. Abschnitt 5.3.2). Wird ein Service in verschiedenen Szenarien mit unterschiedlichen Ein- und Ausgabeparametern verwendet, so sind die Parameter in der Tabelle zusammengeführt.

Geschäftsobjekte	Nr.	Service	Typ	Eingabe	Ausgabe	Verwendung
<b>Domäne Auftragsabwicklung</b>						
IH-Auftrag	1	IH-Auftrag anlegen	RR	IH-Auftrag	Auftrags-ID	WF1, GR2, WF2, GR5
	2	IH-Auftrag ändern	RR	IH-Auftrag	Auftrags-ID	TF2, TF3
	3	IH-Auftrag lesen	RR	Auftrags-ID	IH-Auftrag	TF2, TF3
	4	Liste IH-Aufträge lesen	RR	Mitarbeiter-ID (Status) (Sy-Datum)*	[IH-Auftrag]	TF2, TF3
	5	Benutzer alarmieren	N		IH-Auftrag Benutzer-ID	TF2
	6	Mitarbeiterverfügbarkeit prüfen	RR	Mitarbeiter-ID (Datum von) (Datum bis)	[Datum von, Datum bis]	TF2
	7	Synchronisation starten	N		IH-Auftrag Benutzer-ID	TF2, TF3
	8	IH-Auftrag ist abgeschlossen	N		Auftrags-ID	WF1
	9	IH-Auftrag zu Störmeldung ist abgeschlossen	N		Meldungs-ID	GR4
<b>Domäne Analyse &amp; Optimierung</b>						
Nutzungsdaten	10	Nutzungsdaten lesen	RR	GK-ID	Nutzungsdaten	WF2, GR5
Zustandsdaten	11	Störung automatisch erkannt	N		GK-ID	WF1, GR1
	12	Störung zu Objekt ist behoben	N		GK-ID	WF1, GR3
	13	Zustandsdaten lesen	RR	GK-ID	Zustandsdaten	WF1, GR1
Verwendung:	WF1 - Workflow Störfallmanagement, WF2 - Workflow geplante Instandhaltung, TF1 - Taskflow Störmeldung erfassen, TF2 - Auftrag disponieren, TF3 - Auftrag ausführen, GR - Geschäftsregel					
Typ:	N Notification; RR Request/Response					
Abkürzungen:	GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung					
Ein-/Ausgabe:	( ) optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten, ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts					
*Sy-Datum:	Datum letzte Synchronisation für die Synchronisationstypen „Two-way sync“ und „One-way sync from Server“ (vgl. Abschnitt 5.3.2)					

*Tabelle 5-15 Liste der Servicekandidaten pro Domäne*

Geschäftsobjekte	Nr.	Service	Typ	Eingabe	Ausgabe	Verwendung
<b>Domäne Gebäudedaten</b>						
Gebäudekomponente	14	Liste GK lesen	RR	(GK-ID) (RS-ID) (Sy-Datum)* (Kunden ID)	[GK]	TF1, TF3
	15	GK zu Koordinate ermitteln	RR	Koordinate	[GK]	TF1
	16	Nutzungsdaten mit Sollwerten vergleichen E1: Sollwert überschritten E2: Sollwert nicht überschritten	RR	GK-ID Nutzungsdaten	E1 oder E2	WF2, GR5
	17	Instandhaltungsstrategie prüfen E1: „Zeitbasierte IH“ E2: „Zustandsbasierte IH“	RR	GK-ID	E1 oder E2	WF2
	18	Zustandsbasierte Instandhaltung	N		GK-ID	GR5
Raumstrukturelement	19	Liste RS lesen	RR	(RS-ID) (GK-ID) (Sy-Datum)*	[RS]	TF1
	20	RS zu Koordinate ermitteln	RR	Koordinate	[RS]	TF1
Techn.Dokumentation	21	Technische Dokumentation lesen	RR	GK-ID	Techn.Dokumentation	TF3,
	22	Liste Technische Dokumentation lesen	RR	(Sy-Datum)*	[Techn.Dokumentation]	TF3
CAD-Plan	23	CAD-Plan lesen	RR	(RS-ID) (GK-ID) (Koordinate)	CAD-Plan	TF1, TF3
	24	Liste CAD-Pläne lesen	RR	(Sy-Datum)*	[CAD-Plan]	TF1, TF3
Verwendung:	WF1 - Workflow Störfallmanagement, WF2 - Workflow geplante Instandhaltung, TF1 - Taskflow Störmeldung erfassen, TF2 - Auftrag disponieren, TF3 - Auftrag ausführen, GR - Geschäftsregel					
Typ:	N Notification; RR Request/Response					
Abkürzungen:	GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung					
Ein-/Ausgabe:	() optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten, ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts					
*Sy-Datum: Datum letzte Synchronisation für die Synchronisationstypen „Two-way sync“ und „One-way sync from Server“ (vgl. Abschnitt 5.3.2)						

Tabelle 5-16 Liste der Servicekandidaten pro Domäne (Fortsetzung)

Geschäftsobjekte	Nr.	Service	Typ	Eingabe	Ausgabe	Verwendung
<b>Domäne Störfallmanagement</b>						
Lösung	25	Lösung anlegen	RR	Problem/ Lösung	Lösungs-ID Problem-ID	TF3
	26	Lösung lesen	RR	Lösung-ID	Lösung	TF3
	27	Liste Lösung lesen	RR	(Sy-Datum)*	[Lösung]	TF3
	28	Lösung suchen	RR	Problem	[Lösung]	TF3
Problem	29	Problem anlegen	RR	Problem	Problem-ID	TF3
	30	Problem lesen	RR	Problem-ID	Problem	TF3
	31	Liste Problem lesen	RR	(Sy-Datum)*	[Problem]	TF3
Schadenskatalog	32	Liste Schadenscodes lesen	RR	(GK-ID) (Sy-Datum)*	[Schadenscode]	TF1, TF3
Störmeldung	33	Störmeldung anlegen	RR	Störmeldung	Meldungs-ID	TF1, WF1, GR1
	34	Störmeldung ändern	RR	Störmeldung	Meldungs-ID	WF1
	35	Störmeldung lesen	RR	Meldungs-ID	Störmeldung	WF1, GR2
	36	Störmeldung zu Objekt schliessen	RR	GK-ID	Meldungs-ID	GR3
	37	Manuell angelegte Störmeldung schliessen	RR	Meldungs-ID		GR4
	38	Fernwartung ist durchzuführen	N		Meldungs-ID	WF1
	39	Vor-Ort-Einsatz ist notwendig	N		Meldungs-ID	WF1, GR2
	40	Störung ist nicht behoben	N		Meldungs-ID	WF1
	41	Störmeldung manuell geschlossen	N		Meldungs-ID	WF1
Verwendung:	WF1 - Workflow Störfallmanagement, WF2 - Workflow geplante Instandhaltung, TF1 - Taskflow Störmeldung erfassen, TF2 - Auftrag disponieren, TF3 - Auftrag ausführen, GR - Geschäftsregel					
Typ:	N Notification; RR Request/Response					
Abkürzungen:	GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung					
Ein-/Ausgabe:	( ) optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten, ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts					
*Sy-Datum: Datum letzte Synchronisation für die Synchronisationstypen „Two-way sync“ und „One-way sync from Server“ (vgl. Abschnitt 5.3.2)						

Tabelle 5-17 Liste der Servicekandidaten pro Domäne (Fortsetzung)

Geschäfts-objekte	Nr.	Service	Typ	Eingabe	Ausgabe	Verwen-dung
<b>Domäne Kundendaten</b>						
Kunde	42	Kunde lesen	RR	Kunden-ID	Kunde	TF3
	43	Liste Kunde lesen	RR	(Sy-Datum)*	[Kunde]	TF3
Vertrag	44	Vertrag lesen	RR	Vertrags-ID	Vertrag	TF3
	45	Liste Vertrag lesen	RR	(Sy-Datum)*	[Vertrag]	TF3
<b>Domäne Materialwirtschaft</b>						
Bestellung	46	Liste Bestellung lesen	RR	(Sy-Datum)*	[Bestellung]	TF2
Lagerplatz	47	Liste Lagerplatz lesen	RR	(Sy-Datum)*	[Lagerplatz]	TF2
Material	48	Liste Material lesen	RR	(Sy-Datum)*	[Material]	TF2, TF3
Material, Lagerplatz, Bestellung	49	Materialverfügbarkeit prüfen	RR	Material-ID Menge (Datum)	[Datum, Menge, Lagerplatz]	TF2
<b>Composite-Services</b>						
Störmeldung Zustands-daten	50	Störmeldung generieren (CO 13&37)**	RR	GK-ID	Meldungs-ID	WF1, GR1
Nutzungs-daten Gebäude-komponente	51	Objektzustand prüfen (CO 10&16)** E1: „IH-Massnahme ist auszulösen“ E2: „H-Massnahme ist nicht auszulösen“	RR	GK-ID	E1 oder E2	WF2, GR5
IH-Auftrag Störmeldung	52	Instandhaltungsauftrag zu Störmeldung anlegen (CO 39&1)**	RR	Meldungs-ID	Auftrags-ID	WF1, GR2
<b>Externe Services</b>						
-	53	Position ermitteln	RR	Endgerät-ID	Koordinate	TF1
Verwendung:	WF1 - Workflow Störfallmanagement, WF2 - Workflow geplante Instandhaltung, TF1 - Taskflow Störmeldung erfassen, TF2 - Auftrag disponieren, TF3 - Auftrag ausführen, GR - Geschäftsregel					
Typ:	N Notification; RR Request/Response					
Abkürzungen:	GK Gebäudekomponente, RS Raumstrukturelement, IH Instandhaltung					
Ein-/Ausgabe:	() optionale Inputparameter, [ ] Liste von Geschäftsobjekten, ID Schlüsselattribut eines Geschäftsobjekts					
*Sy-Datum: Datum letzte Synchronisation für die Synchronisationstypen „Two-way sync“ und „One-way sync from Server“ (vgl. Abschnitt 5.3.2)						
** Die Nummern in Klammern verweisen auf die Services, aus denen sich der Composite-Service zusammensetzt						

Tabelle 5-18 Liste der Servicekandidaten pro Domäne (Fortsetzung)

## 5.4 Ausprägung des Architekturvorschlags für die Fraport AG

Die in aktuellen SOA-Umsetzungsprojekten ergriffenen Massnahmen beschäftigen sich primär mit den Ebenen Anwendungssystem und Service. Das Hauptgewicht liegt auf der Entwicklung einer Domänenarchitektur sowie der Realisierung standardisierter, gemanagter Serviceschnittstellen auf einer zentralen Integrationsinfrastruktur [vgl. Fontanella 2005, 15; Wilhelmi et al. 2005, 23-34; Heutschi 2007, 116-118]. [Newcomer/Lomow 2004, 19] betonen, dass der zentrale Nutzen einer SOA erst dann entsteht, wenn Prozesse bzw. Prozessänderungen vollständig als (Re-)komposition von Services abbildbar sind. Allerdings ist die Entwicklung einer bestehenden Systemarchitektur zu einer umfassend ausgeprägten SOA ein langfristiger iterativer Prozess. Insofern ist es aufgrund des Risiko- und des Projektmanagements sinnvoll, bei der Realisierung einer SOA geeignete Massnahmenbündel zu identifizieren. Der vorliegende Abschnitt prägt den Architekturvorschlag aus den Abschnitten 5.2 und 5.3 für die Fraport AG aus und diskutiert mögliche Stufen für die Entwicklung der bestehenden Systemarchitektur zu einer vollständig ausgebauten SOA. Abbildung 5-22 zeigt die identifizierten Ausbaustufen im Überblick.

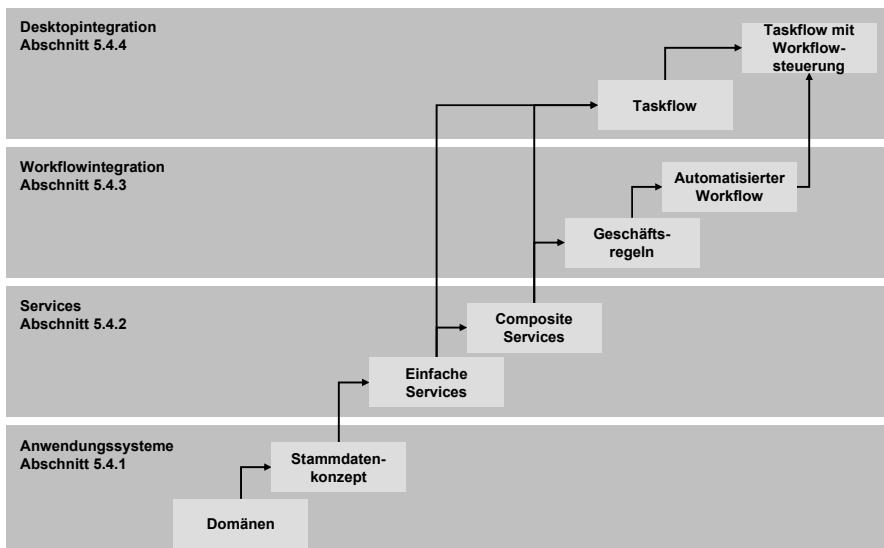


Abbildung 5-22 Übersicht SOA-Ausbaustufen

Die Abschnitte 5.4.1 bis 5.4.4 beschreiben die mit einer Ausbaustufe verbundenen Anpassungen gegenüber der bestehenden Systemarchitektur bei der Fraport AG und zeigen deren Nutzen. Die Grundlage für die Analyse der notwendigen Anpassungen bilden die nicht SOA-konform realisierten Lösungen für die Brandschutz-

inspektion und das Störfallmanagement. Die Abschnitte analysieren den Nutzen, der für die geplanten Anwendungen für die Zustandskontrolle der Terminalanlagen, das Parkraummanagement und die nutzungsbasierte Instandhaltung (s. Abschnitte 3.2 und 3.4) entsteht, wenn sie auf einer SOA aufbauen können. Die resultierenden Barrieren und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung schliessen die Abschnitte ab.

### **5.4.1 Ebene Anwendungssysteme**

Auf Ebene der Anwendungssysteme gilt es in einem ersten Schritt, die Domänenarchitektur für die Fraport AG zu definieren und die Geschäftsobjekte den bestehenden Applikationen und Domänen zuzuordnen (s. Abschnitt 5.4.1.1). Für die Stammdatenobjekte, die in mehreren Applikationen bzw. Domänen abgebildet sind, ist im zweiten Schritt das Konzept für die Stammdatenverteilung zu erstellen (s. Abschnitt 5.4.1.2).

#### **5.4.1.1 Domänen**

Die Fraport AG unterstützt die beiden Prozesse Störfallmanagement und geplante Instandhaltung mit fünf Applikationen. Die ERP-, CRM und GA-Anwendungen sind die Basis für die Umsetzung der in Kapitel 3 beschriebenen Fallbeispiele. Zusätzlich nutzt die Fraport AG das CAD-System Microstation und arbeitet aktuell an der Einführung eines zentralen Raumbuches (ZRB) auf Basis des Produkts visual FM. Tabelle 5-19 gibt einen Überblick, weist den Applikationen die Geschäftsobjekte der Domänenarchitektur aus Abschnitt 5.3.1 zu und zeigt in Klammern die Domänenzuteilung der einzelnen Geschäftsobjekte. Nicht zugeordnete Geschäftsobjekte wie bspw. die Problem-Lösungs-Paare sind aktuell in den Systemen der Fraport AG nicht abgebildet.

Die in einer Applikation abgebildeten Geschäftsobjekte definieren die Zuordnung der Applikation zu einer Domäne:

- Das ERP-System enthält die zentralen Geschäftsobjekte der Domänen Auftragsabwicklung (AA) und Materialwirtschaft (MM). Die Fraport AG strebt keine Entkoppelung dieser Domänen an und ordnet die Geschäftsobjekte der Domäne Materialwirtschaft der Domäne Auftragsabwicklung zu. Analoges gilt für das CRM-System, welches die zentralen Geschäftsobjekte der Domänen Kundendaten (KD) und Störfallmanagement (SFM) beinhaltet.
- Die Zuordnung der in den Applikationen abgebildeten Geschäftsobjekte offenbart Überschneidungen zwischen den Applikationen. So sind Teile der Domäne Gebäudedaten (GD), bestehend aus Gebäudekomponenten und Raumstrukturelementen, in allen Applikationen abgebildet. Aber auch Schadenskataloge, Verträge und Kunden sind sowohl im ERP- wie auch im CRM-System vorhanden. Für die Geschäftsobjekte mit Abbildungen in unterschiedlichen Systemen ist festzulegen, welches System für das Objekt führend ist.

<b>Enterprise Resource Planning (ERP)</b>	
Lieferant, Produktbezeichnung	SAP AG, R/3
Geschäftsobjekte	<b>Instandhaltungsauftrag (AA), Faktura (AA), Schadenskatalog (SFM), Vertrag (KD), Kunde (KD), Gebäudekomponente (GD), Raumstrukturelement (GD), Material (MM), Lieferant (MM), Lagerplatz (MM), Reservation (MM), Bestellung (MM), Rechnung (MM)</b>
<b>Gebäudeautomation (GA)</b>	
Lieferant, Produktbezeichnung	Johnson, SDC; Johnson, Metasys; Sauter, novaPro; Siemens, Open Desigo
Zentrale Geschäftsobjekte	<b>Zustandsdaten (AO), Nutzungsdaten (AO), Gebäudekomponente (GD)</b>
<b>Computer Aided Design System (CAD)</b>	
Lieferant, Produktbezeichnung	Bentley Systems, Microstation
Zentrale Geschäftsobjekte	Raumstrukturelement (GD), Gebäudekomponente (GD), <b>Fläche (GD), CAD-Plan (GD)</b>
<b>Customer Relationship Management (CRM)</b>	
Lieferant, Produktbezeichnung	SAP AG, mySAP CRM
Zentrale Geschäftsobjekte	<b>Kunde (KD), Störmeldung (SFM), Schadenskatalog (SFM), Vertrag (KD), Raumstrukturelement (GD), Gebäudekomponente (GD)</b>
<b>Zentrales Raumbuch (ZRB)</b>	
Lieferant, Produktbezeichnung	Loy&Hutz AG, visual FM
Zentrale Geschäftsobjekte	<b>Raumstrukturelement (GD)</b>
Legende:	<b>fett</b> zeigt an welches System im Sollzustand für ein Geschäftsobjekt führend ist GD-Gebäudedaten, AA-Auftragsabwicklung, AO-Analyse & Optimierung, SFM-Störfallmanagement, MM-Materialwirtschaft

Tabelle 5-19 Applikation und enthaltene Geschäftsobjekte bei der Fraport AG

Abbildung 5-23 weist die Applikationen anhand der Geschäftsobjekte, für welche die Applikation führend ist, den Domänen zu. Ausser dem ERP-System sind damit die Systeme den Domänen eindeutig zuzuordnen (s. Tabelle 5-19). Das ERP-System umfasst sowohl die Gebäudekomponenten der Domäne Gebäudedaten (GD) als auch die zentralen Geschäftsobjekte der Domäne Auftragsabwicklung (AA).

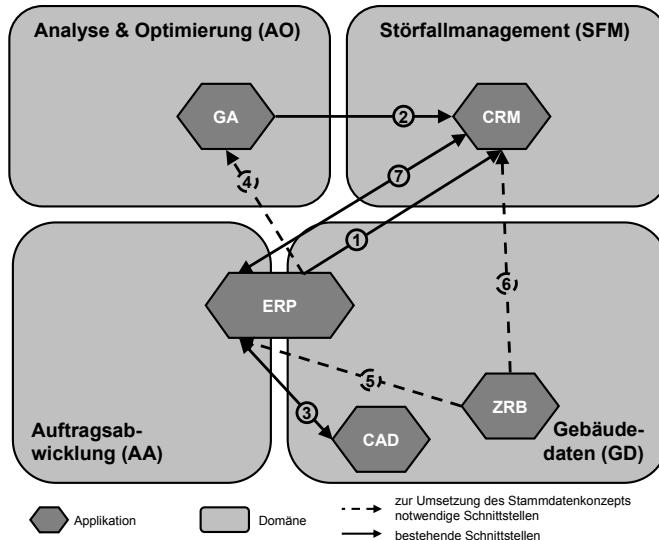


Abbildung 5-23 Zuordnung der Applikationen zu Domänen

### 5.4.1.2 Stammdatenkonzept

Die Domänenarchitektur hat vor allem Konsequenzen für die stammdatenbezogenen Domänen im Bereich der Gebäudedaten. Als Voraussetzung für die Umsetzung einer SOA ist insofern ein Konzept für den Zugriff auf die zentralen Stammdaten *Gebäudekomponenten* und *Raumstrukturelemente* bzw. ein Konzept für deren Verteilung zu definieren. Die Fraport AG plant dafür, das ERP-System als führendes System für Gebäudekomponenten und das zentrale Raumbuch (ZRB) als zentrales System für Raumstrukturelemente auszuprägen.

#### Gebäudekomponenten

##### Konzept

Die Definition des ERP-Systems als führendes System für die Gebäudekomponenten hat zur Konsequenz, dass die Gebäudekomponenten in die Domänen Analyse & Optimierung (Schnittstelle 4) und Störfallmanagement (Schnittstelle 1) zu verteilen sind. Weiter haben Serviceschnittstellen, die auf Gebäudekomponenten beruhen, mit dem vom ERP-System vergebenen Schlüssel zu arbeiten.

##### Anpassungen gegenüber der IST-Architektur

Aktuell sind die Schnittstellen 1 und 2 zwischen dem Gebäudeautomations-, dem CRM- und dem ERP-System implementiert (s. Abbildung 5-23). Die Schnittstelle 1 übermittelt die Gebäudekomponenten an das CRM-System. Anpassungen an dieser Schnittstelle sind nicht notwendig. Die Schnittstelle 2 erfasst Störmeldungen auf Basis der lokalen Schlüssel der Gebäudekomponenten im Gebäudeautomationssystem. Das CRM-System bildet anschliessend den lokalen Schlüssel des Gebäudeautomationssystems auf seinen lokalen Schlüssel ab. Zur sauberen Umsetzung des Stammdatenmanagementkonzepts *führendes System* ist also die

Schnittstelle 2 so umzugestalten, dass sie auf dem globalen Gebäudekomponenten-Schlüssel der Domäne Gebäudedaten, also des ERP-Systems, beruht. Voraussetzung dazu ist die Realisierung der Schnittstelle 4.

## Raumstrukturelemente

### Konzept

Die Realisierung des Raumbuches (ZRB) als zentrales System für Raumstrukturelemente hat zur Konsequenz, dass die Raumstrukturelemente in die Domänen Auftragsabwicklung (Schnittstelle 5) und Störfallmanagement (Schnittstelle 6) zu verteilen sind. Servicezugriffe haben analog zu den Gebäudekomponenten auf den vom zentralen Raumbuch vergebenen Schlüsseln zu basieren.

### Anpassungen gegenüber der IST-Architektur

Aktuell werden Raumstrukturelemente im ERP-System gepflegt und von dort ins CRM-System verteilt (Schnittstelle 1). Bei konsequenter Umsetzung des Stammdatenkonzepts „zentrales System“ ist diese Schnittstelle durch die Schnittstellen 5 und 6 abzulösen. Solange die Raumstrukturelemente im ERP-System nicht um weitere Attribute angereichert werden, ist auch eine weniger aufwendige Lösung denkbar. Anstelle der Neuimplementierung der Schnittstelle 6 könnte die Schnittstelle 1 die Raumstrukturelemente, angereichert um den Schlüssel des zentralen Raumbuchs, ins CRM-System übertragen. Die Schnittstelle 5 wäre weiterhin zu implementieren.

#### 5.4.1.3 Konsequenzen

##### Nutzen für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen

###### Flexibilität

Die Definition der Domänenarchitektur hilft, Doppelprüfungen in der bestehenden Architektur zu erkennen, und dient als Bebauungsplan. Zentrale Doppelprüfungen entstehen im FM bei den Gebäudedaten, die in den meisten Applikationen in unterschiedlichen Granularitäten abgebildet sind. Die Domänenarchitektur dient als Basis zur Definition der umzusetzenden Stammdatenkonzepte. Mit der fachlichen Standardisierung der Schnittstellen auf die globalen Schlüssel entsteht eine erhöhte Flexibilität für die Nutzung bestehender Schnittstellenfunktionalität durch Mobile Computing und RFID-Lösungen. Die folgenden Beispiele verdeutlichen dies.

*Beispiel 1.* Die Schnittstelle 2 „Störmeldung generieren“ kann in der aktuell implementierten Version nur das Gebäudeautomationssystem verwenden. Mit der Umstellung auf den globalen Gebäudekomponentenschlüssel ist diese Schnittstelle auch die Basis für die geplante mobile Erfassung von Störmeldungen im Parkraummanagement.

*Beispiel 2.* Die Verknüpfung der CAD-Pläne mit dem globalen Raumstrukturschlüssel im zentralen Raumbuch und die Verteilung des globalen Raumstrukturschlüssels sowohl in das ERP- wie auch in das CRM-System erlauben die Anzeige von CAD-Plänen zu Räumen, die in Störmeldungen (CRM) oder Instandhaltungsaufträgen (ERP) hinterlegt sind. Diese Funktion bildet die Basis für die geplanten

Lösungen für die Zustandskontrolle der Terminalanlagen (Instandhaltungsauftrag) und das Parkraummanagement (Störmeldung).

### Barrieren

- Die Konzeption der Domänenarchitektur sowie die Erstellung und Umsetzung der Stammdatenkonzepte verursacht Aufwand. Dazu kommt die Unsicherheit bezüglich der SOA-Strategie auf Gesamtunternehmensebene, die Vorinvestitionen in Frage stellt.
- Die bestehenden Applikationen bieten unter Umständen keine oder ungenügende Funktionalität zur Umsetzung der Stammdatenverteilung. Beispiele sind fehlende Funktionen für den Import und Export der Stammdaten, keine frei definierbaren Attribute für die Speicherung des globalen Schlüssels oder mangelnde Möglichkeiten, um von aussen auf die Stammdaten zuzugreifen. Anforderungen an geplante Systeme wie das zentrale Raumbuch sind dahingehend zu spezifizieren.

### Handlungsempfehlungen

- Als Grundlage für die Steuerung der Weiterentwicklung der Applikationsarchitektur ist die Domänenarchitektur zu definieren. Die bestehenden Applikationen sind anhand der Geschäftsobjekte den Domänen zuzuordnen. Der Domänenarchitekturvorschlag in Abschnitt 5.3.1 kann als Ausgangspunkt dienen.
- Für Stammdatenobjekte, die in Applikationen unterschiedlicher Domänen abgebildet sind, ist das Stammdatenkonzept festzulegen. Die Differenzen zum Ist-Zustand (aktuelle Schnittstellen, notwendige Schnittstellen) sind aufzuzeigen. Die Konzepte können schrittweise in den Fachprojekten umgesetzt werden.
- Führen Fachanforderungen zu Anpassungen bestehender Schnittstellen, müssen diese gemäss dem definierten Stammdatenkonzept realisiert werden. Bei der Umsetzung neuer Schnittstellen ist durchgängig zu gewährleisten, dass diese das Stammdatenkonzept umsetzen und auf dem globalen Schlüssel der jeweiligen Geschäftsobjekte operieren.

### 5.4.2 Ebene Service

Die Ausprägung der Ebene Service umfasst einerseits die Implementierung eines Enterprise-Service-Bus (s. Abschnitt 5.2.1), andererseits die Ausprägung der bestehenden sowie neuer domänenübergreifender Schnittstellen als Service (s. Abschnitte 5.4.2.1 und 5.4.2.2).

Die Fraport AG setzt auf Ebene Integrationsarchitektur sowohl Komponenten der Produktplattformen Websphere von IBM Corp. als auch Netweaver der SAP AG ein (s. Abschnitt 3.6). Für die Realisierung der Ebene Service ist also der Entscheid für eine Plattform als Enterprise-Service-Bus zu fällen sowie die bereits realisierten Schnittstellen auf das gewählte Produkt zu migrieren.

### 5.4.2.1 Einfache Services

Die Analyse der bestehenden Schnittstellen bei der Fraport AG zeigt, dass ein einfaches Kapseln der bestehenden Schnittstellen als Service gegen die Designprinzipien serviceorientierter Architekturen verstößt:

- Die Schnittstellen sind spezifisch auf die angegangene Problemstellung zugeschnitten, was dem Designprinzip *Generalisierung der Serviceleistung* widerspricht. So umfasst die Schnittstelle zwischen dem Gebäudeautomations- und dem CRM-System für das Anlegen von Störmeldungen nur die spezifischen Felder des Gebäudeautomationssystems (der Zustand ist bspw. in einem 8 Zeichen umfassenden Textfeld codiert).
- Die Schnittstellen sind teilweise sehr feingranular implementiert, was dem Designprinzip *hoher Servicekohäsion und schwacher logischer Kopplung* nicht entspricht. Bspw. ist die Schnittstelle für das Ändern einer Störmeldung mit drei Funktionsaufrufen zwischen dem ERP- und CRM-System implementiert.
- Die Schnittstellen weisen funktionale Überlappungen auf. Auch dies verstößt gegen das Designprinzip *hohe Servicekohäsion und schwache logische Kopplung*. Bspw. nutzen das CAD- und das CRM-System unterschiedliche Funktionen, um Gebäudekomponenten aus dem ERP-System auszulesen.

Bestehende Schnittstellen sind damit nicht nur unverändert zu übernehmen und aus technologischer Sicht zu standardisieren, sondern sie sind auch fachlich gemäss den Designprinzipien serviceorientierter Architekturen auszuprägen. Die Liste der Servicekandidaten aus Abschnitt 5.3.4 liefert einen ersten Strukturierungsvorschlag für die Services. Tabelle 5-20 ordnet die bestehende Schnittstellenfunktionalität bei der Fraport AG den Servicekandidaten zu. Vor der Umsetzung sind diese umfassend zu spezifizieren.

Nr.*	Service	Do-mäne	Bestandteil der bestehenden Schnittstelle	Wiederverwendbarkeit für Mobile Computing und RFID-Lösung
1	Instandhaltungsauftrag anlegen	AA	CRM-ERP (7)	Nutzungsbasierte Instandhaltung (Workflow geplante Instandhaltung / Geschäftsregel 5)
14	Liste Gebäudekomponente lesen	GD	CAD-ERP (3) CRM-ERP (1)	Mobile Störfallerfassung (Taskflow 1)
19	Liste Raumstrukturelemente lesen	GD	CRM-ERP (1)	Mobile Störfallerfassung (Taskflow 1)
23	CAD-Plan lesen	GD	ERP-CAD (3)	Mobile Störfallerfassung (Taskflow 1)
33	Störmeldung anlegen	SFM	GA-CRM (2)	Mobile Störfallerfassung (Taskflow 1)
34	Störmeldung ändern	SFM	CRM-ERP (7)	-
35	Störmeldung lesen	SFM	CRM-ERP (7)	-

Legende: GD-Gebäudedaten, AA-Auftragsabwicklung, SFM-Störfallmanagement  
 \*Die Nummer referenziert auf die Servicenummer der Liste mit Servicekandidaten in Abschnitt 5.3.4.

*Tabelle 5-20 Weiterentwicklung bestehender Schnittstellenfunktionalität zu Services*

#### 5.4.2.2 Composite-Services

Die Orchestrierung einfacher Services zu Composite-Services ist die Basis für die Abbildung domänenübergreifender Prozesslogik auf Ebene Workflowintegration. So dient der Composite-Service *Instandhaltungsauftrag zu Störmeldung anlegen* der Umsetzung einer Geschäftsregel (s. Abschnitt 5.4.3). Ohne Ausbau der Ebene Workflowintegration braucht es für die Realisierung der Mobile Computing und RFID-Lösungen der beiden Prozesse Störfallmanagement und Instandhaltung keine Composite-Services.

#### 5.4.2.3 Konsequenzen

##### Nutzen für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen

##### Wiederverwendung

Der zentrale Nutzen für die Umsetzung von Mobile Computing und RFID-Lösungen, der mit der Ausprägung der Ebene Service einhergeht, besteht in der Möglichkeit, vorhandene Schnittstellenfunktionalität wieder zu verwenden.

*Beispiele.* Die bei der Fraport AG geplante Umsetzung des Anwendungsszenarios „Nutzungsbasierte Instandhaltung“ und die für das Parkraummanagement vorgesehene Realisierung des Szenarios „mobile Störfallerfassung“ (s. Abschnitt 3.4) können auf Funktionen bestehender Schnittstellen aufbauen. Tabelle 5-20 zeigt, welche der als Service ausgeprägten Schnittstellen für welches Anwendungsszenario wiederverwendbar sind.

## Barrieren

- Die Verwendung eines einheitlichen Technologiestandards kann Mehraufwand in den Dimensionen Datenmenge und Performance im Vergleich zu einer auf den Anwendungsbereich optimierten Lösung verursachen.
- Der Aufwand für die Umgestaltung bestehender Schnittstellen kann den Nutzen, der aus der Wiederverwendung entsteht, übersteigen. Der Wirtschaftlichkeitsnachweis auf Ebene Gesamtarchitektur ist schwierig [s. Hess et al. 2006, 408f].
- Die organisatorischen Rahmenbedingungen für das Architekturmanagement sind zu schaffen. Dazu gehören die Definition von Rollen und Verantwortlichkeiten sowohl für die Identifikation und Entwicklung von Services als auch für die Definition von technischen und fachlichen Standards sowie deren Einhaltung.

## Handlungsempfehlung

- Die Integrationsarchitektur ist zu definieren, technologische Standards und die notwendigen Komponenten zur Umsetzung müssen festgelegt werden.
- Zur fachlichen Definition von Services ist ein Verzeichnis mit Servicekandidaten zu erstellen. Die Services müssen gemäss der im Rahmen der Gesamtarchitektur festzulegenden Designprinzipien entworfen werden. Als Ausgangspunkt für die Spezifikation der Servicekandidaten können bestehende Schnittstellen wie auch die in Abschnitt 5.3.4 vorgeschlagenen Servicekandidaten dienen.
- Neu zu implementierende domänenübergreifende Schnittstellen sind als Service zu realisieren. Müssen bestehende domänenübergreifende Schnittstellen angepasst werden, so sind diese als Service auszuprägen.

### 5.4.3 Ebene Workflowintegration

Mit der Konzeption der Domänen und der Umsetzung von Services verbleibt die Prozesslogik, also das Wissen, welches Ereignis welche Aktivitäten auslöst bzw. welcher Service aufzurufen ist, in den einzelnen Applikationen. Voraussetzung für das Auslagern der domänenübergreifenden Prozesslogik auf die Ebene Workflowintegration ist die Umsetzung weiterer Services. Dies sind sowohl Notification- (aufgrund der Trennung zwischen Ereignis und Aktivität) wie auch Composite-Services aufgrund der Trennung zwischen Datenfluss (Ebene Service) und Kontrollfluss (Ebene Workflowintegration).

Die Fraport AG setzt aktuell für die FM-Prozessdomäne kein Workflowmanagementsystem zur Steuerung applikationsübergreifender Prozesse ein. Neben der Umsetzung der Services bedingt die Ausprägung der Ebene Workflowintegration damit auch die Einführung/Nutzung einer neuen Komponente der Integrationsarchitektur zur Workflowsteuerung.

### 5.4.3.1 Geschäftsregeln

Abbildung 5-24 zeigt die Konsequenzen des Ausbaus der Ebene Workflowintegration anhand der Geschäftsregel 2 (s. Abschnitt 5.3.3.2):

- Links ist die Ausbaustufe „Einfache Services“ am Beispiel der als Service ausgeprägten Schnittstelle 1 dargestellt. Ist zur Behebung einer Störmeldung ein Vor-Ort-Einsatz notwendig, so legt das CRM-System im ERP-System über den Service *Instandhaltungsauftrag anlegen* (1) einen Instandhaltungsauftrag an.
- Rechts ist eine entsprechende Geschäftsregel definiert, welche das Ereignis „Vor-Ort-Einsatz ist notwendig“ mit der Folgeaktivität „Instandhaltungsauftrag anlegen“ auf Ebene Workflowintegration modelliert. Voraussetzung zur Abbildung der Geschäftsregel 2 sind also der Notification-Service *Vor-Ort-Einsatz ist notwendig*, der Request/Response-Service *Störmeldung lesen* und der Composite-Service *Instandhaltungsauftrag zu Störmeldung anlegen*.

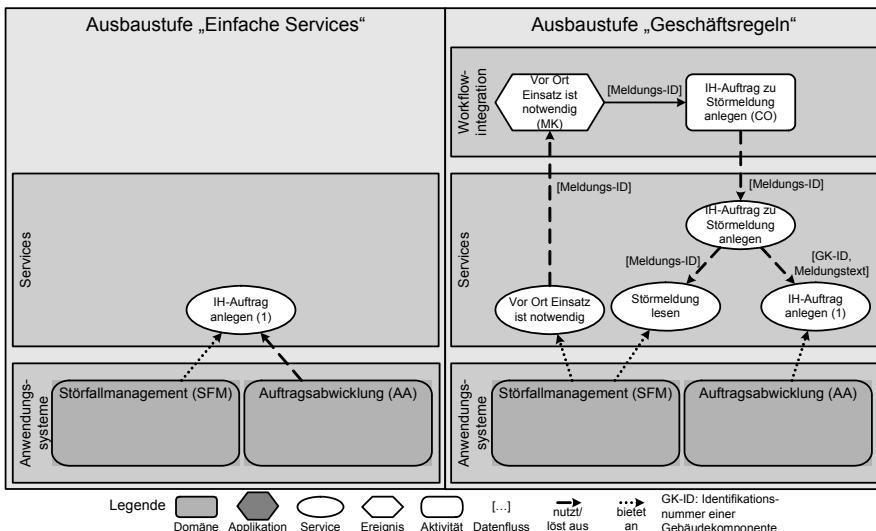


Abbildung 5-24 Ausbau der Ebene Workflowintegration mit Geschäftsregeln

### 5.4.3.2 Automatisierter Workflow

Die Verknüpfung der Geschäftsregeln zu durchgängigen, automatisierten Workflowmodellen bedingt die Realisierung zusätzlicher Notification-Services. Diese Services bilden die Prozessvarianten ab, die zu unterschiedlichen Reihenfolgen beim Aufruf der Prozessregeln führen. Für den Störfallmanagementprozess sind dies die zusätzlichen Notification-Services *Fernwartung ist durchzuführen*, *Störung ist nicht behoben* und *Störmeldung manuell geschlossen* (vgl. Services 38, 40 und 41 in Tabelle 5-15).

Die Einbindung manueller Aktivitäten auf Ebene Workflowintegration behandelt Abschnitt 5.4.4.2.

### 5.4.3.3 Konsequenzen

#### Nutzen für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen

##### *Entkoppelung*

Die Integration neuer Mobile Computing und RFID-Lösungen der Kategorie *ereignisgesteuertes Prozessmanagement* (s. Abschnitt 4.2.13.1) vereinfacht sich mit der Trennung von Ereignis und Aktivitäten. Eine neu umzusetzende Lösung muss einzige einen Notification-Service anbieten, welcher auf Ebene Workflowintegration mit den auszulösenden Aktivitäten verknüpft wird. Dies bietet sich insbesondere für die von der Domäne Analyse & Optimierung erzeugten Ereignisse sowie für die resultierenden Aktivitäten in den Domänen Störfallmanagement oder Auftragsabwicklung an. Die Entkoppelung der Domänen vereinfacht spätere Anpassungen der Mobile Computing und RFID-Anwendungen bspw. aufgrund neuerer Technologien. Solange die ausgelösten Ereignisse stabil sind, beschränken sich die Anpassungen auf die Neudefinition der Ereignisse und damit auf eine Domäne. Es sind keine Änderungen der restlichen Anwendungslandschaft und Schnittstellen notwendig.

*Beispiel.* Die Einführung des Anwendungsszenarios „nutzungsbasierte Instandhaltung“ bei der Fraport AG erfordert nur die Umsetzung des Service, welcher Nutzungsdaten zu einer Gebäudekomponente ausliest, prüft, ob eine Massnahme auszulösen ist, und das Ereignis „Instandhaltungsmassnahme ist auszulösen“ erzeugt (s. Geschäftsregel 5 Abschnitt 5.4.3.1). Die Verknüpfung zu der auszulösenden Aktivität „Instandhaltungsauftrag anlegen“, ist einzige auf Ebene Workflowintegration bekannt bzw. abgebildet.

##### *Steuerung unterschiedlicher Aktivitäten/Prozesse durch Ereignisse*

Mit der Trennung von Ereignissen und Aktivitäten besteht die Möglichkeit, Ereignisse und damit zugehörige Notification-Services mehrfach zu verwenden. Dies ist der Fall, wenn die von Mobile Computing und RFID-Lösungen erzeugten Ereignisse mehrere Aktivitäten auslösen, also unterschiedliche Prozesse steuern.

*Beispiel.* Die Realisierung der Anwendungsszenarien „nutzungsbasierte Instandhaltung“ und „nutzungsbasierte Reinigung“ könnten beide auf dem Ereignis „Aufzug hat 1 km zurückgelegt“ beruhen. Das Ereignis würde sowohl das Anlegen eines Instandhaltungs- und eines Reinigungsauftrags auslösen. Von zentraler Bedeutung am Flughafen sind Flugereignisse. Das Ereignis „Flug 4711 aus Tokio dockt in 15 Min an Gate 24 an“ könnte die Beheizung des Terminals, die Besetzung der Souvenirshops, die anschliessende Reinigung des Terminals, die Öffnung zusätzlicher Passkontrollschantern etc. steuern.

##### *Generalisierung*

Wie Abschnitt 5.3.3.2 gezeigt hat, sind zur isolierten Abbildung der Geschäftsregeln spezifische Services notwendig. Zusätzlich zu der bereits mit der Umsetzung der Geschäftsregeln erreichbaren Entkoppelung der Domänen ist mit der Abbil-

dung durchgängiger Geschäftsprozesse die Generalisierung der Services möglich. Die von Mobile Computing und RFID-Lösungen ausgelösten Ereignisse können damit direkt mit bestehenden Aktivitäten und Services verknüpft werden. Dies reduziert den Anpassungsaufwand an bestehenden Services bei der Einführung von Mobile Computing und RFID-Lösungen, und die Wiederverwendbarkeit der Services steigt.

*Beispiele.* Die Abbildung der Geschäftsregeln benötigt die beiden Services *Störmeldung zu Objekt schliessen* und *Manuell angelegte Störmeldung schliessen*. Bei der durchgängigen Abbildung des Workflow für das Störfallmanagement ersetzt der Service *Störmeldung ändern* diese beiden Services. Auch kann auf die Verknüpfung von Instandhaltungsauftrag und zugehörigen Störmeldungen verzichtet werden, und der Service „Instandhaltungsauftrag ist abgeschlossen“ ersetzt den spezifischen Service „Instandhaltungsauftrag zu Störmeldung ist abgeschlossen“ (vgl. Abbildung 5-21 in Abschnitt 5.3.3.2).

### Barrieren

- Voraussetzung für die Umsetzung ist die Einführung eines Workflow-Management-Systems.
- Neue (Composite) Services insb. zur Abbildung der Ereignisse und des Datenflusses sind umzusetzen.
- Für das Einzelprojekt bedeutet die Trennung von Ereignissen und Aktivitäten Zusatzaufwand. Der Nutzen entsteht für Projekte, die neue Ereignisse mit bestehenden Aktivitäten verknüpfen oder bestehende Ereignisse zum Start neuer Aktivitäten nutzen, sowie für Projekte, die hinter Ereignissen gekapselte Lösungen anpassen.

### Handlungsempfehlung

- In Umsetzungsprojekten sind Ereignisse, die Aktivitäten in verschiedenen Domänen auslösen, zu identifizieren. Für diese Ereignisse ist die Verknüpfung mit Aktivitäten auf Ebene Workflowintegration anzustreben. Dazu ist für bestehende (Service-)Schnittstellen zu untersuchen, welche Ereignisse zu einem Serviceaufruf führen. Mit der Liste der Servicekandidaten aus Abschnitt 5.3.4 ist abschätzbar, ob ein Ereignis bzw. Notification-Service potenziell mehrere Aktivitäten auslöst.
- Domänen mit kurzen Anpassungszyklen sind möglichst stark von den restlichen Domänen zu entkoppeln. Die Verknüpfung von Ereignissen und Aktivitäten als Geschäftsregeln auf Ebene Workflowintegration erlaubt dies. Mobile Computing und RFID-Technologien entwickeln sich rasant (s. Abschnitt 2.1). Kurzen Anpassungszyklen unterliegen damit Domänen, die Ereignisse auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien auslösen. Eine Entkopplung der Domäne Analyse & Optimierung ist also anzustreben.
- Die durchgängige Abbildung eines Prozesses als Workflow bietet sich an, wenn dies erlaubt, Services zu generalisieren und damit deren Wiederverwendbarkeit zu erhöhen (s. Punkt „Generalisierung“ im Abschnitt Nutzen). Allerdings bedeutet dies ggf. die Reimplementierung von Geschäftslogik auf

Ebene Workflowintegration, die bereits in Standardanwendungen vorhanden ist. Für die Umsetzung von Mobile Computing und RFID-Lösungen wird der Aufwand den Nutzen vermutlich übersteigen. Die Wirtschaftlichkeit müsste aus zusätzlichem, von der Einführung von Mobile Computing und RFID-Lösungen unabhängigem Nutzen resultieren<sup>46</sup>.

#### **5.4.4 Ebene Desktopintegration**

Auf Ebene Desktopintegration ist zu unterscheiden, ob ein Workflowmanagementsystem (s. Abschnitt 5.4.4.2) die Ausführung manueller Aktivitäten steuert oder ob der Anwender die Applikationen zur Ausführung der Taskflows selbst aufruft (s. Abschnitt 5.4.4.1).

##### **5.4.4.1 Taskflow ohne Workflowsteuerung**

Diese Ausprägung der Ebene Desktopintegration bedingt die Anbindung der mobilen Middleware an die Backendapplikation über Services. Die bei der Fraport AG realisierte Offline-Applikation für die Brandschutzzinspektion baut auf der Mobile Infrastructure der SAP AG auf. Diese ist direkt über Remote Function Calls (RFC) an das Backendsystem SAP R/3 angebunden. Aufgrund der technischen Schnittstellenstandardisierung im Rahmen einer SOA sind diese RFC's als Service auszuprägen und der Enterprise-Service-Bus ist zu nutzen.

##### **5.4.4.2 Taskflow mit Workflowsteuerung**

Mit dieser Ausbaustufe übernimmt das Workflow-Management-System (WfMS) bspw. bei der Brandschutzzinspektion die Steuerung der Aktivität „Instandhaltung ausführen“. Der Servicemitarbeiter erhält mit dem Workflow-Client einen zentralen Arbeitsvorrat, auch für Aktivitäten ausserhalb der Instandhaltung, und kann aus diesem Arbeitsvorrat abzuarbeitende Instandhaltungsaufträge öffnen.

Voraussetzung ist die Integration eines Workflow-Clients auf dem mobilen Endgerät. Die Universal-Worklist, eine Komponente des Enterprise-Portals der SAP AG, stellt den Workflow-Client in der Netweaver Produktpalette der SAP AG dar. Aktuell ist die Universal-Worklist weder von der Mobile Infrastructure noch von den für mobile Endgeräte optimierten Browsern nutzbar [SAP 2006]. Die Einbindung manueller, mit mobilen Applikationen unterstützter Aktivitäten in

---

<sup>46</sup> [Neumann 2003, 95-100] diskutiert weitere allgemeine Nutzenpotenziale von Workflowmanagementsystemen (WfMS). Die Aufzeichnungen von WfMS machen die effektiven Abläufe eines Unternehmens transparent [s. Becker et al. 1998, 320]. Die Abbildung der automatisierten domänenübergreifenden Prozesse auf Ebene Workflowintegration ermöglicht, diese Prozesse mit Führungsgrössen zu versehen und deren Zielerreichung zu messen. So ist bspw. die durchschnittliche Dauer von der Störungserkennung bis zum Auftragsabschluss messbar. Diese Daten sind sowohl in Echtzeit als auch Ex-post analysierbar. Echtzeitanalysen können mit Eskalationsverfahren versehen werden, und Ex-post Analysen dienen dem Soll-Ist-Vergleich. Je feingranularer die Abbildung der Prozesse auf Ebene Workflowintegration ist, desto detaillierter auswertbar sind die Prozesse und desto vielfältiger sind die Steuerungsmöglichkeiten.

Workflows ist somit mit Standardprodukten der SAP AG nicht möglich. Der Fraport AG bleibt damit der Weg, ein Drittprodukt (bspw. einen mobilen E-Mail-Client mit Workflowfunktionalität) aufwendig in die SAP-Systemlandschaft zu integrieren oder einen Wokflow-Client für mobile Applikationen selber zu entwickeln.

#### 5.4.4.3 Konsequenzen

##### Nutzen für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen

###### *Realisierung domänenübergreifender Desktopanwendungen*

Der zentrale Nutzen, der aus der Anbindung der Middleware für mobile Anwendungen an die von den Domänen angebotenen Services entsteht, liegt darin, dass domänenübergreifende mobile Desktopanwendungen realisierbar sind. Alle drei in Abschnitt 5.3.2 modellierten Taskflows nutzen Daten und Funktionen unterschiedlicher Domänen. Sowohl die technische Standardisierung wie auch die konzeptionelle Vereinheitlichung beim Servicedesign erlauben, Funktionen unterschiedlicher Domänen zur Realisierung einer mobilen Applikation so zu verwenden, als ob diese von einer einzigen Anwendung zur Verfügung gestellt würden. Somit ist auf dem Client nicht für jede Backendapplikation eine eigene mobile Applikation zu installieren und zu betreiben, sondern eine einzige mobile Applikation kann die Funktionen integrieren.

*Beispiel.* Die Fraport AG plant, die mobile Anwendung für die Brandschutzin spektion um die Zustandskontrolle der Terminalanlagen zu erweitern. Bisher ist die mobile Applikation Mobile Asset Management (MAM) auf dem Client installiert. MAM kann einzig auf Funktionen des ERP-Systems zugreifen (s. Abschnitt 3.2). Die Zustandskontrolle sollen in Zukunft die Möglichkeit haben, Störungen, die sie im Rahmen geplanter Instandhaltungsmassnahmen entdecken, zum betroffenen Objekt des Instandhaltungsauftrags online im CRM-System zu erfassen. Einzige Voraussetzung dafür ist, den Service „Störmeldung anlegen“ auf Basis der bestehenden Schnittstelle umzusetzen, diesen an die mobile Middleware (Mobile Infrastructure der SAP AG) anzubinden und im MAM entsprechende Dialogmasken zu realisieren. Eine Umwandlung der Gebäudekomponentenidentifikation des Instandhaltungsauftrags ist für das Anlegen einer Störmeldung nicht notwendig. Weiter ist mit der Umsetzung des Service, der einen CAD-Plan zu einer Gebäudekomponente bspw. im SVG-Format liefert (Domäne Gebäudedaten), sowohl die Anzeige des CAD-Plans zu einem Instandhaltungsauftrag (Domäne Auftragsabwicklung) wie auch zu einer Störmeldung (Domäne Störfallmanagement) problemlos realisierbar. Auch die Integration externer Services, wie bspw. die Bestimmung der aktuellen Position eines mobilen Endgeräts durch den Mobilfunkanbieter, ist einfach möglich. Es ist nicht mehr nötig, für jede Backendapplikation (ERP, CRM, CAD) eine eigene Applikation auf dem Client zu installieren.

###### *Wiederverwendung von Stammdatenservices für die Synchronisation*

Der Client gleicht seine offline verfügbaren Daten mit der Datenreplik in der Middleware ab. Die periodische Synchronisation der Datenreplik der Middleware

mit dem Backendsystem kann denselben Service (*Liste* Geschäftsobjekt *lesen*) nutzen, der auch für die Verteilung der Stammdaten mit den Konzepten *zentrales System* und *führendes System* in andere Domänen notwendig ist. Umgekehrt sind die realisierten Datensynchronisationsservices zwischen der mobilen Middleware und dem Backend-System für die Realisierung der beiden Stammdatenkonzepte nutzbar.

### **Zentraler domänenübergreifender Arbeitsvorrat**

Ein WfMS erlaubt die Zuweisung manueller Aktivitäten zu Personen und die Verwaltung von Aktivitäten, die in unterschiedlichen Domänen zu bearbeiten sind, in einem zentralen Arbeitsvorrat. Dieser Nutzen lässt sich bei der Fraport AG nicht anhand der geplanten Erweiterungen der Mobile Computing und RFID-Lösungen illustrieren. Der Grund liegt darin, dass mobile Mitarbeiter dedizierte Aufgaben wahrnehmen (Brandschutzklappe warten, Parkraum inspizieren, Fluchtwge kontrollieren) und damit eine zentrale Verwaltung unterschiedlicher Aktivitäten nicht notwendig ist.

### **Barrieren**

- Die Anbindung der mobilen Middleware an Services des zentralen Enterprise-Service-Bus verursacht Zusatzaufwand und schafft bei der Wiederverwendung von Services Abhängigkeiten sowie Abstimmungsbedarf zwischen Projekten.
- Der Workflow-Client für mobile Endgeräte ist aktuell Gegenstand der Forschung (s. Abschnitt 5.2.2). Standardprodukte wie Netweaver der SAP AG bieten diesen (noch) nicht an.

### **Handlungsempfehlung**

- Die mobile Middleware, auf deren Basis die vielfältigen mobilen Applikationen für die unterschiedlichen Benutzergruppen realisiert werden können, ist zu definieren. Den Fachprojekten ist diese Integrationsarchitekturkomponente vorzugeben und neu zu implementierenden mobilen Applikationen haben auf dieser Komponente aufzubauen.
- Sobald bestehende Schnittstellen zwischen der mobilen Middleware und den Backendsystemen aufgrund von Fachanforderungen Änderungen unterworfen sind, sind sie als Service auszuprägen. Neue Funktionen sind als Service zu konzipieren und umzusetzen. Die Services sind gemäss den Designprinzipien serviceorientierter Architekturen zu entwerfen und haben die definierten Stammdatenkonzepte zu berücksichtigen. Als Basis für die Anforderungsanalyse mit den Fachbereichen, die Identifikation von Services und das Grobkonzept können die im Rahmen dieses Buches vorgeschlagene Domänenarchitektur (s. Abschnitt 5.3.1), die Liste mit den Servicekandidaten (s. Abschnitt 5.3.4) und die Taskflows (s. Abschnitt 5.3.2) dienen.
- Die Notwendigkeit, einen Workflow Client auf dem Endgerät zu installieren, die Anforderung, mobile Applikationen möglichst schlank zu halten, und nicht zuletzt das Fehlen entsprechender kommerzieller Produkte deuten darauf hin, dass der Nutzen eines domänenübergreifenden Arbeitsvorrats die

Nachteile bei mobilen Applikationen nicht aufwiegen. Aus diesen Gründen ist auf den Ausbau der Ebene Workflowintegration für die Ausführung manueller Aktivitäten auf mobilen Endgeräten zu verzichten.

#### **5.4.5 Übersicht Nutzen, Barrieren und Handlungsempfehlungen**

Tabelle 5-21 gibt eine Übersicht über den in den Abschnitten 5.4.1 bis 5.4.4 identifizierten Nutzen, die Barrieren und die Handlungsempfehlungen.

Ebe-ne	Dimen-sionen	Beschreibung
Anwendungssysteme	Nutzen	<p>Die Definition der Domänenarchitektur hilft dabei, Doppelprüfungen in der bestehenden Architektur zu erkennen, und dient als Bebauungsplan.</p> <p>Stammdatenkonzepte und die Standardisierung des Zugriffs auf Stammdatenobjekte erhöht die Flexibilität bei der Nutzung von Schnittstellenfunktionalität.</p>
	Barrieren	<p>Der Aufwand für die Konzeption der Domänenarchitektur sowie die Erstellung und Umsetzung von Stammdatenkonzepten.</p> <p>Die fehlende Funktionalität bestehender Applikationen zur Umsetzung der Stammdatenkonzepte.</p>
	Handlungs-empfehlung	<p>Die Domänenarchitektur ist unabhängig von der Umsetzung einer SOA zu definieren.</p> <p>Die Konzepte für die domänenübergreifende Verwendung der Stammdatenobjekte sind festzulegen.</p> <p>Anpassungen bestehender sowie neue Schnittstellen sind gemäß den definierten Stammdatenkonzepten zu realisieren.</p>
Services	Nutzen	<p>Bestehende Schnittstellenfunktionalität kann für Mobile Computing und RFID-Lösungen wiederverwendet werden.</p> <p>Die Realisierung von Services schafft die Basis für den Ausbau der Ebenen Workflowintegration und Desktopintegration.</p>

*Tabelle 5-21 Ausbaustufen einer SOA - Nutzen, Barrieren und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung*

Ebe-ne	Dimen-sionen	Beschreibung
Services (Fortsetzung)	Barrieren	<p>Ein Technologiestandard kann Mehraufwand in den Dimensionen Datenmenge und Performance verursachen.</p> <p>Der Aufwand für die Umgestaltung bestehender Schnittstellen kann den Nutzen, der aus der Wiederverwendung entsteht, übersteigen.</p> <p>Die organisatorischen Rahmenbedingungen (Rollen, Verantwortung für Architekturmanagement) sind zu schaffen.</p>
	Handlungs-empfehlung	<p>Die Integrationsarchitektur ist zu definieren, technologische Standards und die notwendigen Komponenten zur Umsetzung sind festzulegen.</p> <p>Ein Verzeichnis mit Servicekandidaten ist zu definieren. Basis bilden bestehende Schnittstellen und die für die Gesamtarchitektur geltenden Designprinzipien.</p> <p>Neu zu implementierende domänenübergreifende Schnittstellen sind als Service zu realisieren. Müssen bestehende domänenübergreifende Schnittstellen angepasst werden, so sind diese als Service auszuprägen.</p>
Workflowintegration	Nutzen	<p>Die Trennung von Ereignis, (Bedingung) und Aktivität und die Abbildung der Verknüpfung als Geschäftsregel dient der Entkopplung der Domänen, vereinfacht die Integration ereignisgesteuerter Mobile Computing und RFID-Lösungen und erleichtert die schnelle Anpassung, insbesondere in Domänen mit kurzen Anpassungzyklen.</p> <p>Ereignisse, die unterschiedliche Prozesse anstoßen, können mehrfach verwendet werden.</p> <p>Die durchgängige Abbildung eines Prozesses auf Ebene Workflowintegration erlaubt die Generalisierung von Services und erhöht damit deren Wiederverwendungs potenzial.</p>
	Barrieren	<p>Voraussetzung für die Umsetzung ist ein Workflow-Management-System.</p> <p>Neue Services zur Abbildung der Ereignisse und des Datenflusses sind erforderlich.</p> <p>Zusatzaufwand für die Trennung von Ereignissen und Aktivitäten rechnet sich erst für nachfolgende Projekte.</p>
	Handlungs-empfehlung	<p>In Umsetzungsprojekten sind Ereignisse, die Aktivitäten in verschiedenen Domänen auslösen, zu identifizieren. Für diese Ereignisse ist die Verknüpfung mit Aktivitäten auf Ebene Workflowintegration anzustreben.</p> <p>Domänen mit kurzen Anpassungzyklen sind mit der Verknüpfung von Ereignissen und Aktivitäten als Geschäftsregeln auf Ebene Workflowintegration von den restlichen Domänen zu entkoppeln.</p> <p>Die durchgängige Abbildung eines Prozesses als Workflow bietet sich an, wenn dies erlaubt, Services zu generalisieren und damit deren Wiederverwendbarkeit zu erhöhen.</p>

Tabelle 5-22 Ausbaustufen einer SOA - Nutzen, Barrieren und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung (Fortsetzung)

Ebe-ne	Dimen-sionen	Beschreibung
Desktopintegration	Nutzen	<p>Eine SOA erlaubt mobile Anwendungen, die Funktionalität aus unterschiedlichen Domänen nutzen, umzusetzen. Diese Anwendungen sind mit demselben Aufwand realisierbar, wie wenn sie auf Daten und Funktionen einer Applikation beruhen würden.</p> <p>Mobile Offline-Anwendungen können Stammdatenservices für die Datensynchronisation wieder verwenden.</p> <p>Der Workflow-Client bietet einen zentralen, Aktivitäten unterschiedlicher Domänen umfassenden Arbeitsvorrat an.</p>
	Barrieren	<p>Die Anbindung der mobilen Middleware an Services des zentralen Enterprise-Service-Bus verursacht Zusatzaufwand und schafft bei der Wiederverwendung von Services Abhängigkeiten sowie Abstimmungsbedarf zwischen Projekten.</p> <p>Der Workflow-Client für mobile Endgeräte ist Gegenstand aktueller Forschung. Standardprodukte wie SAP Netweaver bieten aktuell keinen solchen Workflow-Client an.</p>
	Handlungsempfehlung	<p>Eine einzige mobile Middleware als Integrationsarchitekturkomponente für die Umsetzung mobiler Applikationen ist zu definieren. Alle neu implementierten mobilen Anwendungen haben auf dieser Komponente aufzubauen.</p> <p>Sind bestehende Schnittstellen zwischen der mobilen Middleware und den Backendsystemen aufgrund von Fachanforderungen Änderungen unterworfen, so sind sie als Service auszuprägen. Neue Funktionen sind mittels Services auszuprägen bzw. umzusetzen.</p> <p>Auf die Umsetzung eines Workflow-Clients für mobile Anwendungen ist für die untersuchten Anwendungsszenarien zu verzichten.</p>

Tabelle 5-23 Ausbaustufen einer SOA - Nutzen, Barrieren und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung (Fortsetzung)

## 5.5 Zusammenfassung

Für die Integration von RFID-Systemen, Embedded Devices und mobilen Endgeräten sind verschiedene Integrationsarchitekturkomponenten mit Funktionen für die Geräteverwaltung und -konfiguration, die Datensynchronisation und -transformation sowie Sicherheitsfunktionen notwendig. Bei klassischen Ansätzen zur Anbindung der Mobile Computing und RFID-Lösungen entsteht die Herausforderung, dass für jede anzubindende Applikation aufwendige Schnittstellen zu implementieren sind. Dies birgt die Gefahr einer steigenden Komplexität der Systemarchitektur und einer verringerten unternehmerischen Agilität.

Services abstrahieren von der technischen und fachlichen Heterogenität unterschiedlicher Applikationen. Der Enterprise-Service-Bus stellt eine standardisierte Schnittstellen- und Kommunikationsschicht zur Verfügung, über welche die Komponenten zur Realisierung von Mobile Computing und RFID-Lösungen mit den Backend-Applikationen kommunizieren.

Zusätzlich kann ein Workflow-Management-System (WfMS) die Prozesssteuerung übernehmen. Ein Workflow-Client stellt auf dem mobilen Endgerät einen zentralen Arbeitsvorrat für die Steuerung manueller, mit einer mobilen Applikation unterstützter Aktivitäten zur Verfügung. RFID-Systeme und Embedded Devices können auf Basis der automatisiert erfassten Daten Ereignisse an das WfMS melden und damit auf Ebene Workflowintegration Prozesse auslösen und steuern.

Die konzeptionelle Grundlage einer serviceorientierten Architektur ist die Domänenarchitektur. Sie deckt einerseits Doppelprägungen in einer bestehenden Applikationsarchitektur auf und dient andererseits als zentrale Entscheidungsgrundlage für die Ausprägung von Services. Eine Liste mit Servicekandidaten unterstützt die systematische Identifikation, Entwicklung und Nutzung von Services in Projekten, ein zentraler Erfolgsfaktor bei der Umsetzung von SOA [s. Endrei et al. 2004, 80]. Die entworfenen Taskflows, Workflows und Geschäftsregeln können als Grobkonzept für die Umsetzung der modellierten Anwendungsszenarien dienen.

Die wesentlichen, mit dem Ausbau einer serviceorientierten Architektur verbundenen Nutzenpotenziale für Mobile Computing und RFID-Lösungen sind:

- *Wiederverwendung.* Dies ist möglich für bestehende Schnittstellenfunktionalität, Stammdatenservices für die Datensynchronisation sowie für Ereignisse zur Steuerung mehrerer Aktivitäten und Prozesse. Damit einher geht eine erhöhte Wirtschaftlichkeit bei der Realisierung von Mobile Computing und RFID-Lösungen.
- *Entkopplung* von Domänen durch Trennung von Ereignissen und Aktivitäten sowie definierte Stammdatenkonzepte. Die reduzierten Abhängigkeiten vereinfachen die Einführung neuer Lösungen und erhöhen die Flexibilität bei der Umsetzung.
- *Einfache Realisierung domänenübergreifender Workflows und Taskflows.* Für die Realisierung mobiler Applikationen ist als Service gekapselte Domänenfunktionalität so nutzbar, wie wenn sie auf Daten und Funktionen einer einzigen Applikation beruhen würde.

Eine bestehende Systemarchitektur wird nicht in einem Schritt zu einer umfassenden SOA ausgebaut werden können. Daher zeigt dieses Buch verschiedene Ausbaustufen auf. Die Aufwendungen für die Realisierung einer Ausbaustufe können den isoliert betrachteten Nutzen für die Integration von Mobile Computing und RFID-Lösungen übersteigen. Ziele und Nutzen, bezogen auf die Gesamtarchitektur, sind also festzulegen. Die konzeptionellen Arbeiten

1. Komponenten für die (Ziel-)Integrationsarchitektur evaluieren
2. Domänenarchitektur entwerfen
3. Stammdatenkonzepte festlegen
4. bestehende Schnittstellen analysieren
5. Liste mit Servicekandidaten erstellen

liefern zentrale Entscheidungsgrundlagen bei der Analyse von Umsetzungsvarianten neuer Anwendungen. Diese Tätigkeiten bilden die Voraussetzung für die Ent-

wicklung einer serviceorientierten Architektur und können auf dem Architekturvorschlag des vorliegenden Buches aufbauen.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Die vielfältigen Anwendungen auf Basis von Mobile Computing und RFID-Technologien werden die Abläufe im FM künftig stark verändern. Für den als Leistungsintegrator agierenden Immobilienbetreiber eröffnen sich damit erhebliche Potenziale. Ereignisgesteuertes Prozessmanagement auf Basis aktueller Zustands-, Nutzungs- und Lokalisierungsdaten sowie mobile Applikationen zur Unterstützung der Mitarbeiter vor Ort steigern die Datenqualität und eliminieren Medienbrüche. Es entstehen durchgängig integrierte, transparente, in Echtzeit ablaufende Prozesse. Diese reduzieren die Kosten und erhöhen die Kundenzufriedenheit.

Serviceorientierte Architekturen stellen einen viel versprechenden Ansatz für die schnelle und wirtschaftliche Realisierung der vielfältigen Mobile Computing und RFID-Lösungen dar. Sie erhöhen die Wiederverwendbarkeit bestehender Funktionalität, reduzieren die Komplexität der Systemlandschaft durch Entkoppelung und erlauben die einfache Realisierung domänenübergreifender Anwendungen. Dies erhöht die unternehmerische Agilität und die Umsetzungsgeschwindigkeit von Mobile Computing und RFID-Lösungen.

### 6.1 Ergebnisse der Publikation

#### Anwendungsszenarien von Mobile Computing und RFID im Facility Management

Aufbauend auf den Basisfunktionen von Mobile Computing und RFID-Technologien und der Prozesslandkarte des Immobilienbetreibers identifizierte das Buch 21 Anwendungsszenarien und illustrierte diese anhand von Praxisbeispielen. Durch Mobile Computing und RFID ergeben sich Potenziale vor allem durch *ereignisgesteuertes Prozessmanagement* und *mobile Tätigkeitsausführung*:

- Beim *ereignisgesteuerten Prozessmanagement* steht die automatisierte Erfassung von Ereignissen im Vordergrund, z.B. im Rahmen der Zustandsüberwachung, der Objekt- und der Mitarbeiterlokalisierung.
- Die Mobile Computing und RFID-Technologien unterstützen die *mobile Tätigkeitsausführung*, indem sie Applikationsfunktionalität vor Ort zur Verfügung stellen. Diese Applikationen dienen der Dokumentation vorgefundener Zustände, der Verteilung und Rückmeldung von Aufträgen sowie der

Ausführung weiterer Transaktionen wie bspw. dem Verbuchen von Waren-ein- und Warenausgängen.

### Bewertungsraster

Anhand von drei Fallbeispielen bei der Fraport AG und weiteren Praxisbeispielen systematisierte dieses Buch den Nutzen von Mobile Computing und RFID-Lösungen und entwickelte daraus ein Bewertungsraster. Dieses schlägt Kennzahlen zur Quantifizierung der Nutzenpotenziale vor und bildet die Abhängigkeiten zwischen den Kennzahlen ab. Das Kennzahlensystem ist ein Hilfsmittel für die Planung, Steuerung und Kontrolle der mit Mobile Computing und RFID-Lösungen verfolgten Ziele. Die Überprüfung des Kennzahlensystems bei der Fraport AG zeigte dessen Beitrag für (1) den Entwurf eines Kriterienkatalogs zur groben Potenzialabschätzung, (2) die Definition messbarer Ziele und (3) die Herleitung von fachlichen Anforderungen an die umzusetzende Lösung.

### Architekturvorschlag

Aufbauend auf dem SOA-Architekturmodell des Business Engineering konzipierte dieses Buch sowohl die anwendungsneutrale wie auch die anwendungsbezogene Sicht für Mobile Computing und RFID-Lösungen. Es konzentrierte sich dabei auf die beiden wichtigsten FM-Prozesse „Störfallmanagement“ und „geplante Instandhaltung“. Auf Basis von Referenzprozessen dieser zwei Prozesse erfolgte die Modellierung der Taskflows auf Ebene Desktopintegration, der Workflows auf Ebene Workflowintegration und der Applikationsdomänen auf Ebene Anwendungssysteme. Das Ergebnis ist eine Liste mit Servicekandidaten. Die Diskussion möglicher Ausbaustufen in Richtung einer vollständig ausgeprägten SOA zeigte die Nützlichkeit des vorliegenden Architekturvorschlags am Beispiel der Fraport AG auf. Firmen, die ihre Systemarchitektur in Richtung SOA entwickeln, kann der Vorschlag als Basis sowohl bei der Schaffung des *konzeptionellen Rahmens* mit Domänenarchitektur und Servicekandidaten als auch bei der Realisierung *neuer Mobile Computing und RFID-Lösungen* dienen:

- *Konzeptioneller Rahmen*. Der Architekturvorschlag hilft bei der Definition der Domänenarchitektur. Er zeigt für die Analyse bestehender Schnittstellen sowohl Servicekandidaten als auch Wiederverwendungspotenzial auf und liefert einen Strukturierungsvorschlag für die Servicekonzeption.
- *Neue Mobile Computing und RFID-Lösungen*. Die entworfenen Taskflows, Workflows und Services liefern die Basis für die Anforderungsanalyse mit den Fachbereichen und können als Grobkonzept für die Lösungen dienen.

## 6.2 Ausblick

Die in der Praxis umgesetzten Mobile Computing und RFID-Lösungen zielen meist auf durchgängig integrierte, medienbruchfreie und automatisierte Prozesse, fokussieren auf unternehmensinterne Verbesserungen und erzeugen meist indirekt Nutzen für den Kunden (s. Abschnitt 4.3). Nach [Kagermann/Österle 2006, 14ff]

entscheidet aber der Kundenwert über den Markterfolg eines Unternehmens im Jahre 2010. Der Kundenwert ist der Wert, den ein Lieferant einem Kunden in seinem Prozess schafft<sup>47</sup>. Die von der Deutschen Gesellschaft für Managementforschung (DGMF) durchgeführte Umfrage bei 2'300 Führungskräften deutscher Unternehmen konstatiert, dass die Nutzung des Mobile Business in vielen Unternehmen nur ungenügend strategisch eingebettet ist [s. Wamser/Buschmann 2006].

Die folgenden Abschnitte diskutieren daher mögliche Beiträge von Mobile Computing und RFID sowie von SOA für drei ausgewählte Erfolgsfaktoren des Unternehmens im Jahre 2010 [vgl. Kagermann/Österle 2006, 14ff]. Abschnitt 6.2.1 behandelt den Erfolgsfaktor Emotion, Abschnitt 6.2.2 den Erfolgsfaktor Geschwindigkeit und Abschnitt 6.2.3 den Erfolgsfaktor Ecosystem.

### 6.2.1 Emotion - Silent Processes

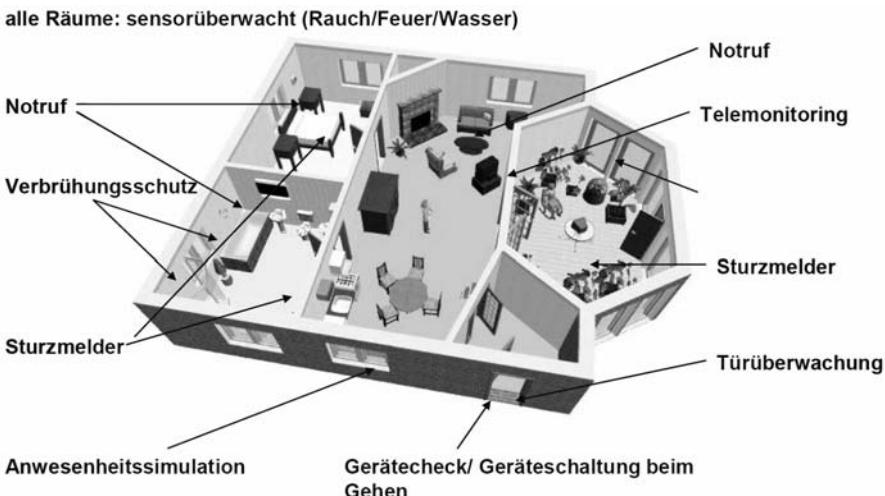
Intelligente Gebäudesysteme zielen neben der Betriebskostensenkung und der Steigerung der Nutzungsflexibilität auf die Qualitäts-, Komfort- und Sicherheitsbedürfnisse der Benutzer. Voraussetzung für die Umsetzung unsichtbarer so genannter „Silent“-Processes auf Basis intelligenter Gebäudesysteme sind die Integration der unterschiedlichen Systeme, Sensoren und Aktuatoren sowie die Intelligenz, aus den Daten zu „lernen“ und Aktivitäten abzuleiten. Heute eingesetzte Systeme der Gebäudeautomation weisen Schwächen bezüglich Integration und Intelligenz auf:

- *Integration.* Die Systeme für Zutrittskontrolle, visuelle Überwachung mit Kameras, Brandmeldeanlagen, Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen sowie die Transportanlagen sind meist spezialisierte Einzelanlagen. Diese sind in sich geschlossen, tauschen nur begrenzt Informationen untereinander aus und sind selten mit Geschäftsapplikationen integriert [s. Taylor 2005, 64f; Both et al. 2006, 3].
- *Intelligenz.* Die Systeme funktionieren nach fest programmierten Reaktionsmustern. Unterschreitet bspw. die von einem Sensor gemessene Helligkeit einen bestimmten Wert, so schaltet die Beleuchtung in vorgegebenen Räumlichkeiten ein. Ein intelligentes Gebäudesystem erfasst laufend Aktivitäten und Gewohnheiten der Gebäudenutzer, lernt aus diesen und passt sich Veränderungen automatisch an [vgl. Glover et al. 2004, 145-149; Himanen 2004, 43-45]. Bspw. zeichnen modernste Liftanlagen unterschiedliche Nutzungsmuster während des Tages auf. „Intelligente“ Algorithmen optimieren darauf aufbauend die Wege. Damit reduzieren sich die Wartezeiten für die Benutzer [s. Yiu/Yau 2006, 372f].

<sup>47</sup> Der Begriff Kundenwert wird neben seiner Bedeutung als den vom Kunden wahrgenommen Wert des Angebots eines Unternehmens [vgl. Matzler et al. 2006, 16] auch als monetärer Wert des Kunden für das anbietende Unternehmen im Sinne des „Customer-Lifetime-Value“ [vgl. Dwyer et al. 1987, 23; Bruhn 2006, 42] verwendet.

Ein Anwendungsgebiet intelligenter Gebäudesysteme für Betreiber von Spitälern, Altersheimen oder ähnlichen Immobilien ist der „stille“ Schutz älterer oder pflegebedürftiger Menschen. Das Ziel dabei ist, deren Selbständigkeit möglichst lange zu erhalten sowie einsetzende gesundheitliche Beschwerden und Notfälle möglichst frühzeitig zu erkennen [s. Scanaill et al. 2006, 549-552].

Das System erfasst mit unterschiedlichen Sensoren Bewegung, Lichtschalter- oder Toiletten-Betätigung, TV- und Telefon-Aktivität (s. Abbildung 6-1). Es verknüpft diese Sensorinformation mit weiteren Daten wie bspw. der Uhrzeit und kann mit Mustererkennungsalgorithmen Notfallsituationen erkennen. Wird ein Notfall vermutet, alarmiert das System die zuständigen Personen wie Nachbarn, Kinder oder auch Notfallzentralen gemäss definierter Regeln.



*Abbildung 6-1 Intelligentes Gebäudesystem zur Notfallerkennung mit vernetzten Sensoren [s. Scherer/Grinewitschus 2006, 7]*

### 6.2.2 Geschwindigkeit - Outtasking und Application Outsourcing

Web Services stellen einen weit verbreiteten und viel versprechenden Ansatz für hersteller- und plattformunabhängige Standards auf technischer Ebene dar. Wie Abschnitt 5.4.4 gezeigt hat, vereinfacht bzw. ermöglicht eine SOA die Realisierung mobiler Applikationen, die Funktionalität unterschiedlicher Anwendungen zusammenführen. Die Verbreitung von Web Services in der firmenübergreifenden Zusammenarbeit hat das Potenzial, den externen Bezug sowohl einzelner Funktionen und Aufgaben („Outtasking“) als auch kompletter Applikationen („Application Outsourcing“) zu beschleunigen:

- *Outtasking*: Web Services externer Anbieter können im Rahmen einer SOA in das eigene Service Repository aufgenommen werden und stehen zur weite-

ren Verwendung zentral zur Verfügung. Mit der Verbreitung von Web Services als Technologiestandard für die inner- wie auch für die überbetriebliche Integration ist mit einem Schub mobiler Web Services zu rechnen [s. Kontio 2006b]. Beispiele aktuell oder in naher Zukunft verfügbarer Web Services für mobile Applikationen sind Karten-, Authentifizierungs- und Ortungsdienste:

- Der MapPoint Web Service von Microsoft Corp. bietet neben *Kartenmaterial* Funktionen für die Routenplanung und die Umgebungssuche an. Die Umgebungssuche basiert auf über 15 Millionen hinterlegten Standorten von Geldautomaten, Hotels, Tankstellen etc. [s. Microsoft 2006].
- Die beiden dominierenden Initiativen für *Authentifizierungs-Services* sind die Liberty Alliance<sup>48</sup> und InfoCard<sup>49</sup> von Microsoft. .NET Passport, der Vorgänger von InfoCard, und die Liberty Alliance bieten Spezifikationen und Funktionen für die Nutzung ihrer Identifikationservices mit mobilen Endgeräten [s. Microsoft 2004; Tourzan/Koga 2006, 12-15].
- Kleine spezialisierte Anbieter wie die ComLoc GmbH, die COGNID GmbH, und die mecomo AG bieten mit den Produkten „Mobile Object Monitoring“, „Locate24“ und „nexTOme Location Platform“ *Lokalisierungsservices* an [s. mecomo 2005; Cognid 2006; Comloc 2006]. Diese Services beruhen sowohl auf den Zellinformationen in den GSM-Netzen der Mobilfunkanbieter wie auch auf speziellen GPS-Modulen mit integrierter Mobilfunktechnologie für die Datenübertragung. Diese GPS-Module dienen bspw. der Realisierung von Flottenmanagementlösungen. Die Liberty Alliance spezifiziert den Web Service „Geolocation“, der das Potenzial hat, sich als Standard zu etablieren und die proprietären XML-basierten Schnittstellen aktueller Anbieter abzulösen [s. Grahm et al. 2005].
- *Application Outsourcing*: Die von Application-Service-Providern (ASP) extern bezogenen Anwendungen sind mit Web Service-Standards über den firmeninternen Enterprise-Service-Bus in die Systemlandschaft integrierbar. Der Marktführer für im ASP-Modell betriebene CRM-Anwendungen salesforce.com Inc. erweiterte im April 2006 durch Akquisitionen sein Angebot um mobile Applikationen [s. salesforce.com 2006]. Saleforce.com Inc. bietet seither über 60 mobile Applikationen zur Unterstützung von Verkaufs- und Servicemitarbeitern im ASP-Modell an. Die Integrationsplattform von salesforce.com Inc. verbindet diese mobilen Anwendungen über Web Services mit den firmeninternen IT-Systemen.

<sup>48</sup> Die Liberty Alliance ist ein globales Konsortium von über 150 Unternehmen, das sich mit Identitätsmanagement für Web Services befasst, und in der Mobilfunkbranche breit abgestützt ist (s. [www.projectliberty.org](http://www.projectliberty.org)).

<sup>49</sup> InfoCard ist der Nachfolger von .NET Passport und soll Anfang 2007 gemeinsam mit Windows Vista lanciert werden [s. Fried/Curtis 2006].

Die folgenden Aktivitäten lassen weiter vermuten, dass Komplettangebote, die sich aus mobiler Applikation, Endgeräten und Mobilfunk zusammensetzen, entstehen, die über Web Services in die firmeninterne Systemarchitektur eingebunden werden können: (1) Im Februar 2006 kaufte Nokia Corp. den Integrationsplattformanbieter für mobile Lösungen Intellisync [s. Nokia 2006b] und (2) im November 2006 übernahm Vodafone UK den CRM- und Servicemanagementspezialisten Aspective [s. Vodafone 2006].

Outtasking und Application-Outsourcing sind mögliche Wege, die Umsetzungsgeschwindigkeit für Mobile Computing und RFID-Lösungen zu steigern. SOA und Web Services sind wichtige Enabler für die Integration dieser Lösungen.

### **6.2.3 Ecosystem - Exchanges**

Der Kunde will einen zentralen Ansprechpartner für alle FM-Bedürfnisse an seinen (weltweit) verteilten Standorten. Dies gelingt nur Betreibern, die über entsprechende Grösse verfügen oder andere Dienstleister in grösserer Masse einbeziehen können.

Für den kostengünstigen und effizienten elektronischen Informationsaustausch zwischen Betreibern von Immobilien, kleinen Handwerksbetrieben und Service-dienstleistern haben sich Intermediäre etabliert. In Deutschland teilen sich rund 12 Anbieter den Markt, wobei die von der Aareon Deutschland GmbH betriebene Plattform „mareon“ mit einem Marktanteil von 55% Marktführer ist. Im Unterschied dazu ist die pragmaBAU Treuhand AG mit der Plattform „VIAM“ in der Schweiz der einzige Anbieter [s. Zoeten 2004, 13]. Der Auftragsabwicklungsprozess von der Anfrage bis zur Verbuchung der Rechnung ist der zentrale von diesen Exchanges unterstützte Prozess (s. Abbildung 6-2).

Die Plattformen konzentrieren sich auf den Prozess an den Firmengrenzen und den Datenaustausch zwischen den Geschäftspartnern. Die Unterstützung der firmeninternen Prozesse mit Mobile Computing und RFID-Lösungen ist bisher nicht Gegenstand der Betrachtungen.

Die grössten Herausforderungen bei der Realisierung mobiler Lösungen sind laut einer Umfrage der Aberdeen Group (1) die hohen Kosten der Hard- und Software, (2) die Komplexität der Integration der Lösungen mit Backend-Systemen und (3) das fehlende Personal für die Konfiguration und den Betrieb der mobilen Endgeräte [s. Aberdeen 2005, 3]. Diese Herausforderungen treffen speziell kleine Unternehmen und können eine wirtschaftliche Realisierung mobiler Lösungen verhindern. Die bestehenden internen Prozesse für die Auftragsabwicklung bleiben damit unangetastet. Daraus ergeben sich Ineffizienzen sowohl für den Betreiber (von der Auftragsbestätigung des Handwerkers bis zum Rechnungseingang beim Betreiber ist der Status des Auftrags unbekannt) als auch für den Handwerker, der weiterhin papierbasiert und ohne Kenntnis über aktuelle Zustands- und Nutzungsdaten arbeitet.

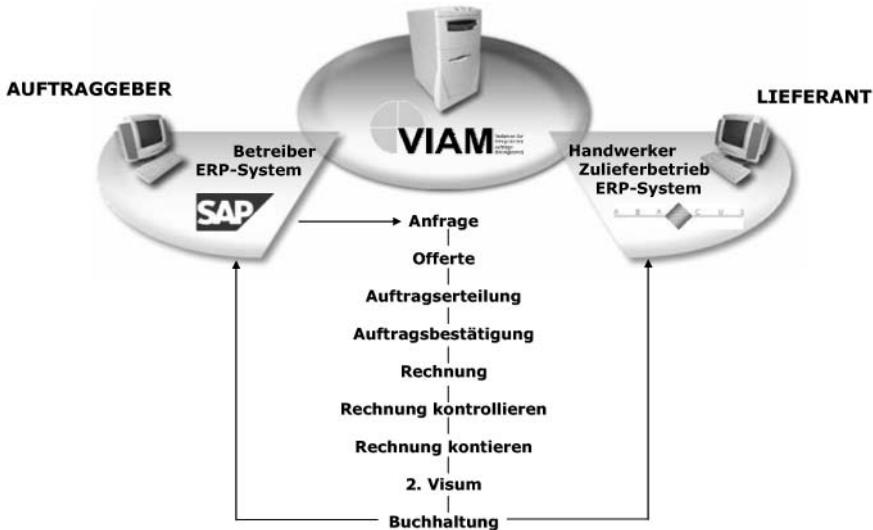


Abbildung 6-2 Integrierte Auftragsabwicklung mit der Exchange Platform VIAM  
(Quelle: VIAM)

Eine Lösungsmöglichkeit ist die Realisierung der in Abschnitt 5.3 vorgeschlagenen Services durch den Betreiber und deren Veröffentlichung über die etablierten Intermediäre. So kann der Handwerker seine Prozesse auf Basis aktueller Zustands- und Nutzungsdaten optimieren, automatisierte Störmeldungen empfangen oder auf aktuelle Gebäudedaten zugreifen. Weiter können im ASP-Modell betriebene Komplettangebote für mobile Anwendungen (s. Abschnitt 6.2.2) auf den Services aufbauen. Aufgrund von Skaleneffekten des Application-Service-Providers der Komplettlösung kann der Handwerker wirtschaftlich mit mobilen Applikationen und Endgeräten unterstützt werden. Damit entsteht ein durchgängig integrierter, vollständig transparenter in Echtzeit ablaufender Kooperationsprozess von der Störungserkennung beim Betreiber bis zur Rechnungsstellung durch den Handwerker. Der Intermediär harmonisiert die Prozesse und gibt Standards vor. Mobile Computing und RFID-Lösungen, SOA und Web Services besitzen somit das Potenzial, einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Netzwerkfähigkeit der beteiligten Geschäftspartner zu leisten [vgl. Fleisch 2001, 221-223].

## Anhang A Definition der Metaentitätstypen

Dieser Anhang entspricht Anhang B in [Heutschi 2007, 196-198] und beschreibt die Metaentitätstypen des Metamodells in Abschnitt 2.3.

Metaentitätstyp	Beschreibung
Aktivität	<p><i>Beschreibung:</i> Eine Aktivität ist eine in sich geschlossene Verrichtungseinheit in einem Prozess, die logisch und fachlich zusammengehörende Arbeitsschritte in einem aus Sicht des Benutzers sinnvollen Arbeitspaket zusammenfasst [vgl. WfMC 1999, 13; Vogler 2003, 89f]. Aktivitäten können vollständig automatisch (automatisierte Aktivität) oder im Dialog mit dem Benutzer (manuelle Aktivität) ablaufen.</p> <p><i>Beziehungen:</i> Ein Workflow umfasst mehrere Aktivitäten. Eine Aktivität bündelt einen oder mehrere Tasks.</p>
Applikation	<p><i>Beschreibung:</i> Eine Applikation bzw. eine Anwendung ist Software, die Funktionen und Daten zur Unterstützung betrieblicher Aufgaben zur Verfügung stellt [s. Mertens et al. 1997, 37; Vogler 2003, 41].</p> <p><i>Beziehungen:</i> Eine Applikation kann eine Service-Implementierung enthalten. Eine Applikation kann Services nutzen. Eine Applikation besitzt Funktionalität und Daten.</p>
Applikationsdomäne	<p><i>Beschreibung:</i> Applikationsdomänen sind ein Konzept zur Strukturierung der Applikationslandschaft. Sie kapseln eng voneinander abhängige Anwendungen oder Funktionen und Informationsobjekte aufgrund von fachlichen Kopplungsanalysen (z.B. gemeinsam genutzte Informationsobjekte, verwandte Funktionalität, gemeinsame Ownership) und bieten Anwendungen anderer Domänen über definierte Schnittstellen (i.d.R. Services) Zugriff auf die gekapselte Funktionalität [vgl. Schlamann 2004, 60; Winter/Schelp 2005, 49].</p> <p><i>Beziehungen:</i> Eine Applikationsdomäne gruppiert mehrere Applikationen. Eine Applikationsdomäne bietet mehrere Services.</p>

Metaentitätstyp	Beschreibung
Applikationsschnittstelle	<p><i>Beschreibung:</i>            Eine Applikationsschnittstelle ist Bestandteil einer Applikation und bietet Zugriff auf Teile seiner Funktionen oder Daten. Applikations-schnittstellen sind implementierungsspezifisch in der Technologie der Applikation umgesetzt und entsprechen i.d.R. nicht den anwendungs-übergreifenden Standards auf Serviceebene. Beispiele sind EJB-Interfaces, Standardsoftware-APIs oder Message Queue Nachrichten [vgl. Vogler 2003, 91; Cheesman/Ntinolazos 2004, 15].</p> <p><i>Beziehungen:</i>            Eine Applikation kann keine, eine oder mehrere Schnittstellen bieten.</p>
Funktion	<p><i>Beschreibung:</i>            Eine Applikationsfunktion realisiert eine (Geschäfts-)Funktion und ist Bestandteil einer Applikation [s. Schwinn 2006, 34].</p> <p><i>Beziehungen:</i>            Mehrere auf den gleichen Informationsobjekten operierende Funktionen werden zu einer Applikation zusammengefasst.</p>
Geschäftsprozess	<p><i>Beschreibung:</i>            Ein Geschäftsprozess fasst eine Menge von Aufgaben, die in einer vorgegebenen Ablauffolge zu erledigen sind, und ggf. durch Applikatio-nen unterstützt werden, als Einheit zusammen [vgl. Hess 1996, 124ff; Vogler 2003, 96]. Seine Wertschöpfung besteht aus Leistungen an andere Prozesse innerhalb und ausserhalb des eigenen Unternehmens.</p> <p><i>Beziehungen:</i>            Ein Prozess setzt sich aus mehreren Aufgaben zusammen.            Ein Prozess kann im Informationssystem als Workflow implementiert sein.</p>
Informationsobjekt	<p><i>Beschreibung:</i>            Informationsobjekte bzw. Datensammlungen stellen auf Dauer gespei-cherte Informationen dar, auf die wiederholt zugegriffen wird [s. Schwinn 2006, 34]. Eine oder mehrere Applikationsfunktionen erzeu-gen, verändern oder löschen Informationen in Datensammlungen. Die Datensammlung entspricht im relationalen Datenmodell einer Daten-base, kann aber bspw. auch aus einer Sammlung von Dokumenten (Word-Dokumente, HTML-Pages etc.) bestehen [s. Vogler 2003, 93].</p> <p><i>Beziehungen:</i>            Eine Applikation operiert auf einer gemeinsamen Menge von Informati-onsobjekten.</p>

<b>Metaentitätstyp</b>	<b>Beschreibung</b>
Middlewaredienst	<p><b>Beschreibung:</b>  Ein Middlewaredienst bzw. Integrationsmechanismus umfasst Basiskomponenten, welche Dienste und Protokolle für die transparente Kommunikation verteilter heterogener Anwendungen bereitstellen [vgl. Vogler 2003, 95; Mantel et al. 2004, 4].  Abhängig von einer gewählten Integrationsebene und der damit verbundenen Teilsicht der Systemintegration lassen sich verschiedene Integrationsmechanismen unterscheiden.</p> <p><b>Beziehungen:</b>  Elemente der anwendungsneutralen Sicht wie Portal- / CA-Plattformen, Workflowsysteme, Service- und Applikationsschnittstellen nutzen Middlewaredienste.</p>
Nachricht	<p><b>Beschreibung:</b>  Nachrichten dienen der standardisierten Kommunikation zwischen Services und Servicenutzern. Sie enthalten die Daten, die Service und Servicenutzer zur Ausführung der von einer Serviceoperation unterstützten Arbeitseinheit austauschen müssen [s. Erl 2005, 288]. Sie werden durch den Schnittstellenkontrakt definiert und setzen sich aus einem Header- und einem Payload-Teil zusammen [s. Kraatz et al. 2004, 34].</p> <p><b>Beziehungen:</b>  Eine Nachricht kann von mehreren Services zur Kommunikation mit anderen Services eingesetzt werden.</p>
Portal- / CA-Plattform	<p><b>Beschreibung:</b>  Portal- oder Composite Application (CA)-Plattformen bieten Entwicklungs- bzw. Integrations- und Laufzeitdienste für die Realisierung von desktopintegrierten Anwendungssystemen [s. Vogler 2003, 55; Woods 2003, 4; Puschmann 2004, 61ff].</p> <p><b>Beziehungen:</b>  Eine Portal- / CA-Plattform ist für die Implementierung von Prozessportalen zuständig.  Eine Portal- / CA-Plattform nutzt verschiedene Middlewaredienste.</p>
Prozessportal	<p><b>Beschreibung:</b>  Ein Portal ist eine webbasierte Anwendung, die Inhalte, Dienste und Funktionen benutzerspezifisch integriert [s. Schelp/Winter 2002].</p> <p><b>Beziehungen:</b>  Zur Umsetzung eines Prozessportals wird eine Portalplattform benötigt.  Über ein Prozessportal greift eine Benutzerrolle auf die von ihr auszuführenden Taskflows zu.</p>
Rolle	<p><b>Beschreibung:</b>  Rollen sind Klassifikationen von Mitarbeitern, die sich aus den Fähigkeiten, den Aufgaben und dem Verantwortungsbereich ableiten lassen [vgl. Puschmann 2004, 53].</p> <p><b>Beziehungen:</b>  Eine Rolle führt einen oder mehrere Taskflows aus.</p>

Metaentitätstyp	Beschreibung
Service	<p><i>Beschreibung:</i> Ein Service stellt ein abstraktes Software-Element bzw. eine Schnittstelle dar, die anderen Applikationen über ein Netzwerk einen standardisierten Zugriff auf Anwendungsfunktionalität anbietet.</p> <p><i>Beziehungen:</i> Services werden genutzt von Applikationen, automatisierten Aktivitäten in Workflows, automatisierten Tasks in Taskflows oder von anderen Services (Composite-Services).</p>
Serviceschnittstelle	<p><i>Beschreibung:</i> Eine Serviceschnittstelle stellt die softwaretechnische Realisierung einer Servicespezifikation dar [s. Alonso et al. 2003, 161].</p> <p><i>Beziehungen:</i> Eine Serviceschnittstelle realisiert eine Servicespezifikation. Sie nutzt über Applikationsschnittstellen die (Fach-) Funktionalität von bestehenden Applikationen.</p>
Servicespezifikation	<p><i>Beschreibung:</i> Eine Servicespezifikation enthält sämtliche Informationen, die ein Servicenutzer benötigt, ohne die interne Realisierung des Services zu kennen [Stojanovic 2005]. Inhalte einer Servicespezifikation umfassen die Schnittstellen-, die Verhaltens-, die Aufgaben-, die Qualitäts-, die Terminologie-, die Aufgaben- sowie die Vermarktungsebene eines Services [Turowski et al. 2002].</p> <p><i>Beziehungen:</i> Eine Servicespezifikation beschreibt einen Service. Mehrere Servicespezifikationen werden in einem Serviceverzeichnis hinterlegt.</p>
Serviceverzeichnis	<p><i>Beschreibung:</i> In einem Serviceverzeichnis werden die verfügbaren Services registriert und ihre Servicespezifikation abgelegt. Es kategorisiert Services und bietet Servicenutzern Schnittstellen für eine automatisierte oder eine manuelle Suche nach Diensten [s. Dostal et al. 2005, 15].</p> <p><i>Beziehungen:</i> Ein Serviceverzeichnis speichert mehrere Servicespezifikationen.</p>
Task	<p><i>Beschreibung:</i> Ein Task bzw. ein Arbeitsschritt ist eine atomare Verrichtungseinheit in einem Prozess, d.h. er lässt sich nicht weiter zerlegen [s. Vogler 2003, 98]. Ein Task ist entweder manuell, d.h. er wird von einem Benutzer ausgeführt oder automatisiert, d.h. er läuft IT-unterstützt ab.</p> <p><i>Beziehungen:</i> Eine Aktivität bündelt einen oder mehrere Tasks. Ein automatisierter Task kann einen oder mehrere Services nutzen. Ein Task kann einen oder mehrere Workflows anstoßen.</p>

Metaentitätstyp	Beschreibung
Taskflow	<p><i>Beschreibung:</i>            Ein Taskflow implementiert den Steuer- und Datenfluss zwischen Tasks innerhalb einer Benutzeraktivität [s. Vogler 2003, 55].</p> <p><i>Beziehungen:</i>            Ein Taskflow setzt sich aus mehreren manuellen oder automatisierten Tasks zusammen.</p>
Workflow	<p><i>Beschreibung:</i>            Ein Workflow ist die Automatisierung eines (Teil-)Prozesses. Er steuert die koordinierte Ausführung von Aktivitäten durch Applikationen bzw. Benutzer unter Rückgriff auf ein Workflow-Management-System [vgl. WfMC 1999, 8; Zur Muehlen 2004, 39].</p> <p><i>Beziehungen:</i>            Ein Workflow implementiert einen Ausschnitt aus einem Prozess.            Ein Workflow besteht aus mehreren Aktivitäten.</p>
Workflow Management System	<p><i>Beschreibung:</i>            Ein Workflow Management System bietet Entwicklungs-, Integrations- und Laufzeitdienste für die Realisierung automatisierter Abläufe (Workflows) zur anwendungsübergreifenden Integration von Geschäftsprozessen.</p> <p><i>Beziehungen:</i>            ein Workflow Management System steuert die Workflowausführung.            Ein Workflow Management System nutzt Middlewaredienste.</p>

## Anhang B Beschreibungselemente des Buches

### Anhang B.1 Vereinfachte Entity-Relationship-Notation

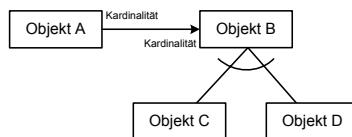


Abbildung B-1 Verwendete Elemente der Syntax von Metamodellen

Die Darstellung von Metamodellen basiert auf einer vereinfachten Entity-Relationship-Notation (ERN), wobei die modellierten Objekte durch Knoten und die Beziehungen zwischen diesen durch Kanten dargestellt sind (s. Abbildung B-1). Die Pfeile der Kanten symbolisieren die Leserichtung der Beziehung. An den Enden der Kanten sind die Kardinalitäten angegeben, wobei die Kardinalität „1“ für genau eine, „c“ für keine oder eine, „cn“ für keine, eine oder mehrere und „n“ für mindestens eine steht. Durch den Bogen wird ein exklusives Oder in Beziehungen zwischen Objekten ausgedrückt [vgl. Österle 1995, 187 ff.].

### Anhang B.2 Darstellung von Prozessen

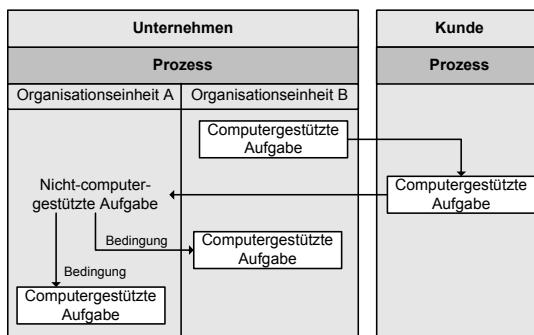
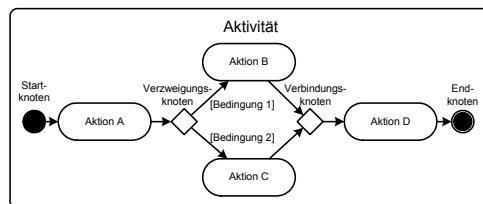


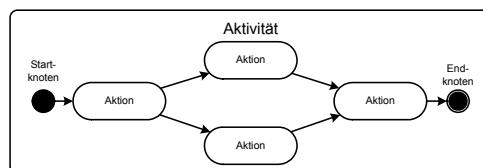
Abbildung B-2 Verwendete Elemente zur Darstellung von Prozessen

### Anhang B.3 Darstellung von Taskflows

Abbildung B-3 zeigt die verwendeten Elemente der UML-Aktivitätsdiagramme für die Modellierung der Taskflows. Diese Publikation verzichtet auf die Modellierung der Verzweigungs- und Verbindknoten (s. Abbildung B-4), da in den Taskflows keine Parallelisierung und keine Synchronisationsknoten vorkommen. Somit besteht keine Verwechslungsgefahr, und die Taskflows sind übersichtlicher. Verzweigungskonten stellen exklusive Alternativen dar und die Bedingung ist die Wahl der Aktion C oder der Aktion D durch den Anwender.



*Abbildung B-3 Verwendete Elemente zur vereinfachten Darstellung von Taskflows als Aktivitätsdiagramme*



*Abbildung B-4 Elemente zur Darstellung von Taskflows als Aktivitätsdiagramme nach UML 2.0 [vgl. Fowler 2004, 117-130]*

### Anhang B.4 Ereignisgesteuerte Prozessketten

Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) definieren den Kontrollfluss und beinhalten folgende Basiselemente [s. Rosemann 1996, 64-76; Scheer 2001, 125ff; Becker/Schütte 2004, 110ff]:

- *Funktionen* sind die aktiven Elemente und transformieren Input- in Outputdaten. Sie reagieren auf auslösende Ereignisse, erzeugen Folgeereignisse, welche weitere Funktionen anstoßen können, und besitzen dadurch „Entscheidungskompetenz“ über den weiteren Prozessverlauf. Die Publikation verwendet in Anlehnung an [Vogler 2003, 89f] den Begriff *Aktivität* anstelle von *Funktion*.

- Ereignisse repräsentieren das Eintreten von ablaufrelevanten Zuständen oder Zeitpunkten und verbrauchen im Gegensatz zu Funktionen weder Zeit noch Kosten. Ereignisse können auslösende oder Folgereignisse oder beides sein.
- Verknüpfungsoperatoren (*Konnektoren*) dienen zur Modellierung nicht-linearer Prozessverläufe wie die Aufspaltung des Prozesses in parallele oder alternative Prozessverläufe. Es werden die Booleschen Operatoren ‚und‘, ‚oder‘, ‚entweder oder‘ unterschieden.

Abbildung B-5 stellt die vier Kontrollflussvarianten *Sequenz* als Folge von Ereignissen und Funktionen, *Parallelisierung* als unabhängig voneinander bearbeitete Prozessstränge sowie die beiden *Alternativen XOR* und *OR* als von Ereignissen abhängige Prozessvarianten dar.

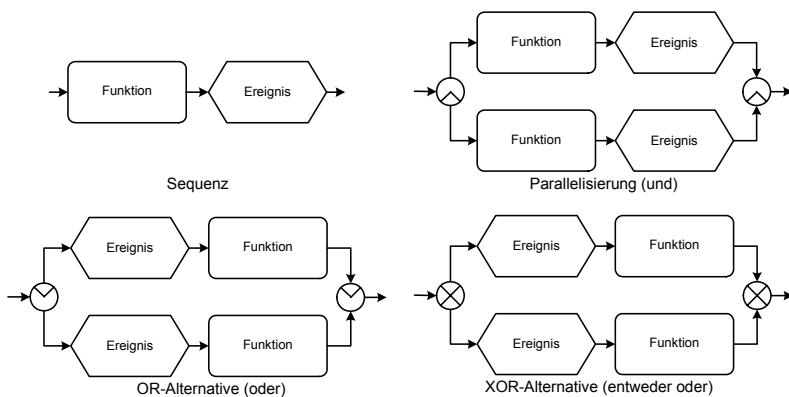


Abbildung B-5 Kontrollflussvarianten in Anlehnung an [Neumann 2003, 128]

„Trivialereignisse“ innerhalb einer Sequenz von Funktionen, die lediglich angeben, dass die vorhergehenden Funktionen abgeschlossen sind, können bei der Modellierung weggelassen werden [s. Hansmann 2003, 144].

## Anhang B.5 Darstellung von Workflows und der Serviceinteraktion

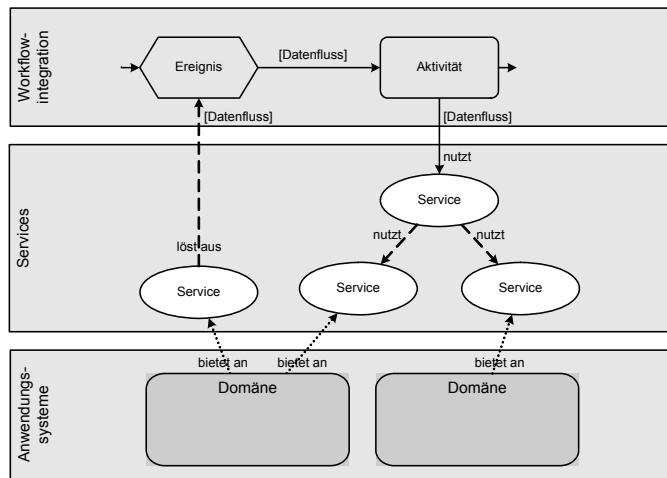


Abbildung B-6 Verwendete Elemente zur Darstellung von Workflows und der Serviceinteraktion

# Literaturverzeichnis

[Aberdeen 2005]

Aberdeen, The Mobile Field Service Solution Selection Report - Strategy and Technology Selection Handbook, Aberdeen Group, Boston 2005

[Agarwal et al. 2002]

Agarwal, S., Starobinski, D., Trachtenberg, A., On the Scalability of Data Synchronization Protocols for PDAs and Mobile Devices, in: IEEE Network, 2002, Nr. July/August, S. 22-28

[Aichele 1996]

Aichele, C., Geschäftsprozessanalyse auf Basis von Kennzahlen, Gabler, Wiesbaden 1996

[Alonso et al. 2003]

Alonso, G., Fabio, C., Kuno, H., Machiraju, V., Web Services: Concepts, Architectures and Applications, Springer, Berlin 2003

[Alonso et al. 1995]

Alonso, G., Günthör, R., Kamath, M., Agrawal, D., Abbadi, A. E., Mohan, C., Exotica/FMDC: Handling Disconnected Clients in a Workflow Management System, in: Laufmann, S., Spaccapietra, S., Yokoi, T. (Hrsg.), Proceedings of the Third International Conference on Cooperative Information Systems, Vienna, Austria, 1995, S. 99-110

[Alt 2004]

Alt, R., Überbetriebliches Prozessmanagement - Gestaltungsmodelle und Technologien zur Realisierung integrierter Prozessportale, Habilitation, Universität St. Gallen, St. Gallen 2004

[Altmannshofer 2006]

Altmannshofer, R., Kilowattstunden pro Käse - Energiemanagement bei der Sachsenmilch AG, in: Der Facility Manager, 13, 2006, Nr. 2, S. 29

[Arroyo-Sandoval et al. 2003]

Arroyo-Sandoval, P., Martinez-Garcia, A. I., Ramirez-Fernandez, C., An Architecture for Supporting Disconnected Operation in Workflow: An XML-Based Approach, in: Favela, J., Decouchant, D. (Hrsg.), Groupware: design, implementation, and use : 9th international workshop : proceedings / CRIWG 2003, Grenoble, France, 28.9.2003, Springer, 2003, S. 277-292

**[Bach 2005]**

Bach, H., Immobilienmanagement, in: Bach, H., Ottman, M., Sailer, E., Unterreiner, F.p. (Hrsg.), Immobilienmarkt und Immobilienmanagement - Entscheidungsgrundlagen für die Immobilienwirtschaft, Vahlen, München 2005, S. 97-177

**[Balck 2000]**

Balck, H., Die Immobilie als Prozess-Reengineering von Immobilien-dienstleistungen, in: Schulte, K.-W., Pierschke, B. (Hrsg.), Facilities Management, Müller, Köln 2000, S. 451-470

**[Balck 2004]**

Balck, H., Wertschöpfungsketten im Industriellen Facility Management, in: Lutz, U., Galenza, K. (Hrsg.), Industrielles Facility Management, Springer, Berlin 2004, S. 9-26

**[BASt 2004]**

BASt, Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen - Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, 2004

**[Becker/Neumann 2003]**

Becker, J., Neumann, S., Referenzmodell für Workflow-Applikationen in technischen Dienstleistungen, in: Bullinger, H.-J., Scheer, A.-W. (Hrsg.), Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen, Springer, Berlin etc. 2003, S. 619-645

**[Becker/Schütte 2004]**

Becker, J., Schütte, R., Handelsinformationssysteme - Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 2., vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage, Redline Wirtschaft, Frankfurt am Main 2004

**[Becker et al. 1998]**

Becker, M., Vogler, P., Österle, H., Workflow-Management in betriebswirtschaftlicher Standardsoftware, in: Wirtschaftsinformatik, 40, 1998, Nr. 4, S. 318-328

**[Biedermann 1985]**

Biedermann, H., Erfolgsorientierte Instandhaltung durch Kennzahlen, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1985

**[Biehlig 2005]**

Biehlig, C., Haustechnik für Verwalter, Vermieter und Makler, Haufe, München 2005

**[Boell 2006]**

Boell, C., Wohnimmobilien: Bewirtschaftungscontrolling zwischen Immobilienverwaltung und Asset-Management, in: Immobilienbrief - Aktuelles aus der Immobilienwirtschaft, 2006, Nr. Mai, S. 7-9

**[Bone-Winkel 2000]**

Bone-Winkel, S., Immobilienportfolio-Management, in: Schulte, K.-W. (Hrsg.), Immobilienökonomie, 2., überarbeitete Auflage, Oldenbourg, München 2000, S. 765-812

## [Booty 2006]

Booty, F., Facilities management handbook, Third edition, Elsevier, Oxford 2006

## [Both et al. 2006]

Both, W., Gegenbauer, W., Skrobotz, D., Grimm, R., Günther, A., Neue Gebäude mit Sicherheit, [http://www.berlin.de/SenWiArbFrau/projekt-zukunft/inhalt/pdf/mag\\_gebsicherheit.pdf](http://www.berlin.de/SenWiArbFrau/projekt-zukunft/inhalt/pdf/mag_gebsicherheit.pdf), 6.9.2006

## [Brabänder/Klückmann 2006]

Brabänder, E., Klückmann, J., Geschäftsprozessmanagement als Grundlage für SOA, in: OBJEKTSpekturm, 2006, Nr. 05, S. 32-37

## [Braun et al. 2001]

Braun, H.-P., Oesterle, E., Haller, P., Bauer, R., Facility Management : Erfolg in der Immobilienbewirtschaftung, Springer, Berlin 2001

## [Bruhn 2006]

Bruhn, M., Das Konzept der kundenorientierten Unternehmensführung, in: Hinterhuber, H.H., Matzler, K. (Hrsg.), Kundenorientierte Unternehmensführung, 5. Auflage, Gabler, Wiesbaden 2006, S. 33-66

## [Cäsar 2005]

Cäsar, M. A., Service-Portale in Industriegüterunternehmen - Referenzarchitektur, Praxisbeispiele und Nutzen, Dissertation, Universität St. Gallen, Difo-Druck, Bamberg 2005

## [Chappell 2004]

Chappell, D. A., Enterprise Service Bus, O'Reilly, Sebastopol, CA 2004

## [Cheesman/Ntinolazos 2004]

Cheesman, J., Ntinolazos, G., The SOA Reference Model, in: CBDi Journal, 2004, Nr. März, S. 9-21

## [Chen 2005]

Chen, M., A Methodology for Building Mobile Computing Applications: Business Strategy and Technical Architecture, in: International Journal of Electronic Business, 2, 2005, Nr. 3, S. 229-243

## [Cognid 2006]

Cognid, Locate24 - Handyortung, [http://www.cognid.com/newcce/pmw/uploads/Engineering/Produktinfo\\_Handyortung\\_Locate24.pdf](http://www.cognid.com/newcce/pmw/uploads/Engineering/Produktinfo_Handyortung_Locate24.pdf), 22.12.2006

## [Cohen 2000]

Cohen, N. H., A Java Framework for Mobile Data Synchronization, in: Etzion, O., Scheuermann, P. (Hrsg.), Proceedings of the 7th International Conference on Cooperative Information Systems, Eilat, Israel, 6.-8.9.2000, Springer, 2000, S. 287-298

## [Comloc 2006]

Comloc, MOM – das Internetportal für Standortmelder, <http://www.comloc.net/?content=166>, 22.12.2006

## [Davis/Zhang 2005]

Davis, A., Zhang, D., A comparative study of SOAP and DCOM, in: Journal of Systems and Software, 76, 2005, Nr. 2, S. 157-169

**[Derballa/Pousschi 2004]**

Derballa, V., Pousschi, K., Extending knowledge management to mobile workplaces, ICEC '04: Proceedings of the 6th international conference on Electronic commerce, Delft, The Netherlands, ACM Press, 2004, S. 583-590

**[Dietzsch/Goetz 2005]**

Dietzsch, A., Goetz, T., Nutzen-orientiertes Management einer Service-orientierten Unternehmensarchitektur, in: Ferstl, O.K., Sinz, E.J., Eckert, S., Isselhorst, T. (Hrsg.), Wirtschaftsinformatik 2005: eEconomy, eGovernment, eSociety, Physica-Verlag, 2005, S. 1519-1528

**[DIN 1999]**

DIN, Systeme der Gebäudeautomation - Teil 1: Übersicht und Definitionen (DIN EN ISO 16484-1), Beuth, Berlin 1999

**[DIN 2000]**

DIN, Gebäudemanagement : Begriffe und Leistungen (DIN 32736 2000-08), Beuth, Berlin 2000

**[DIN 2003]**

DIN, Grundlagen der Instandhaltung (DIN 31051 2003-06), Beuth, Berlin 2003

**[Dostal et al. 2005]**

Dostal, W., Jeckle, M., Melzer, I., Service-orientierte Architekturen mit Web Services, 1, Spektrum Akademischer Verlag, München 2005

**[Dustdar et al. 2003]**

Dustdar, S., Gall, H., Hauswirth, M., Software-Architekturen für verteilte Systeme : Prinzipien, Bausteine und Standardarchitekturen für moderne Software, Springer, Berlin 2003

**[Dwyer et al. 1987]**

Dwyer, F. R., Schurr, P. H., Oh, S., Developing Buyer-Seller Relationships, in: Journal of Marketing, 51, 1987, Nr. 2, S. 11-27

**[Endrei et al. 2004]**

Endrei, M., Ang, J., Arsanjani, A., Chua, S., Comte, P., Krogdahl, P., Luo, M., Newling, T., Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services, IBM Corporation, 2004

**[Erl 2005]**

Erl, T., Service-Oriented Architecture, Prentice Hall, New York 2005

**[EuSIS 2005]**

EuSIS, Operatives Umzugsmanagement mit der CAFM-Lösung ArchiFM, <http://www.eusis.com/Infomaterialien/Umzugsmanagement.pdf>, 17.8.2006

**[EUWID 2005]**

EUWID, Trends im Facility Management 2005, Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH, Gernsbach 2005

**[Far 2005]**

Far, R. B., Mobile computing principles : designing and developing mobile applications with UML and XML, Cambridge University Press, Cambridge 2005

- [Farley/Capp 2005]  
Farley, P., Capp, M., Mobile Web Services, in: BT Technology Journal, 23, 2005, Nr. 3, S. 202-213
- [Fierz 2005]  
Fierz, K., Der Schweizer Immobilienwert : Die moderne Lehre der Immobilienbewertung auf der Grundlage der Betriebswirtschaftslehre, der Finanzmathematik und der Ökonometrie, 5. vollst. überarb. und erweiterte Aufl., Schulthess, Zürich 2005
- [Finkenzeller 2006]  
Finkenzeller, K., RFID-Handbuch: Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten, 4. Auflage, Carl Hanser Verlag, München 2006
- [Fleisch 2001]  
Fleisch, E., Das Netzwerkunternehmen. Strategien und Prozesse zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit in der "Networked Economy", Springer, Berlin et al. 2001
- [Fleisch et al. 2005]  
Fleisch, E., Christ, O., Dierkes, M., Die betriebswirtschaftliche Vision des Internets der Dinge, in: Fleisch, E., Mattern, F. (Hrsg.), Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis, Springer, Berlin 2005, S. 3-37
- [Fleisch/Dierkes 2003]  
Fleisch, E., Dierkes, M., Ubiquitous Computing aus betriebswirtschaftlicher Sicht, in: Wirtschaftsinformatik, 45, 2003, Nr. 6, S. 611-620
- [Flöckemeier 2005]  
Flöckemeier, C., EPC-Technologie - vom Auto-ID Center zu EPCglobal, in: Fleisch, E., Mattern, F. (Hrsg.), Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis, Springer, Berlin 2005, S. 87-100
- [FMS 2006]  
FMS, Elektronik am Spitalbett: Inselspital als Pionier, in: Facility Management Solutions, 2, 2006, Nr. 1, S. 38-39
- [Fontanella 2005]  
Fontanella, J., The Service-Oriented Architecture in the Supply Chain Benchmark Report, Aberdeen Group, Boston 2005
- [Fowler 2004]  
Fowler, M., UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language, Third Edition, Addison-Wesley, Boston 2004
- [Frei 2005]  
Frei, A. R., Jadabs – An Adaptive Pervasive Middleware Architecture, Dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich 2005
- [Freystätter 2002]  
Freystätter, W., Mobile Security - A European Perspective, in: Reichwald, R. (Hrsg.), Mobile Kommunikation - Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste, Gabler, Wiesbaden 2002, S. 440-458

- [Fried/Curtis 2006]  
Fried, I., Curtis, J., Das Ende der Passwörter: Windows Vista, IE und Infocard, [http://www.zdnet.de/security/print\\_this.htm?pid=39142567-39001544c](http://www.zdnet.de/security/print_this.htm?pid=39142567-39001544c), 22.12.2006
- [Frost 2006a]  
Frost, Total European Integrated Facilities Management Markets, Frost & Sullivan Ltd, London 2006a
- [Frost 2006b]  
Frost, World Wireless Sensors and Transmitters Markets, Frost & Sullivan Ltd, London 2006b
- [Gabhart/Gordon 2002]  
Gabhart, K., Gordon, J., Wireless Web Services with J2ME Part II, in: WebServices Journal, 2, 2002, Nr. 2, S. 44-48
- [GEFMA 2004a]  
GEFMA, Facility Management - Grundlagen (GEFMA 100-1 2004-07), Deutscher Verband für Facility Management e.V., Nürnberg 2004a
- [GEFMA 2004b]  
GEFMA, Facility Management - Leistungsspektrum (GEFMA 100-2 2004-07), Deutscher Verband für Facility Management e.V., Nürnberg 2004b
- [Gerpott/Thomas 2002]  
Gerpott, T. J., Thomas, S. E., Organisationsveränderungen durch Mobile Business, in: Reichwald, R. (Hrsg.), Mobile Kommunikation - Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste, Gabler, Wiesbaden 2002, S. 37-53
- [Giguere 2006]  
Giguere, E., Service-Oriented Architecture and Java ME, 4.12.2006
- [Gladen 2003]  
Gladen, W., Kennzahlen- und Berichtssysteme : Grundlagen zum Performance Measurement, 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden 2003
- [Glover et al. 2004]  
Glover, N., Corne, D., Liu, K., Information technology, communications and artificial intelligences in intelligent buildings, in: Clements-Croome, D. (Hrsg.), Intelligent buildings - design, management and operation, Thomas Telford, London 2004, S. 101-152
- [Grahm et al. 2005]  
Grahm, C., Castellanos, D., Kainulainen, J., Liberty ID-SIS Geolocation Service Implementation Guidelines - Version: 1.0-15, Liberty Alliance, 2005
- [Gross 2006]  
Gross, S., Eine Informationssystem-Architektur für RFID-gestützte logistische Geschäftsprozesse - Fallbeispiele, Konzepte, Handlungsempfehlungen, Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen 2006

## [Gross/Fleisch 2004]

Gross, S., Fleisch, E., Lebenszyklus-Informationssystem mit Ubiquitous Computing in der Entsorgung, in: Chamoni, P., Deiters, W., Gronau, N., Kutsche, R.-D., Loos, P., Müller-Merbach, H., Rieger, B., Sandkuhl, K. (Hrsg.), Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2004, Essen, 9.-11.3.2004, Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH, 2004, S. 41-51

## [Gruhn/Book 2003]

Gruhn, V., Book, M., Mobile Business Processes, in: Böhme, T., Heyer, G., Unger, H. (Hrsg.), Innovative Internet Community Systems, Leipzig, Germany, 19.06.2003, Springer, 2003, S. 114-133

## [Gruhn et al. 2005a]

Gruhn, V., Köhler, A., Klawes, R., Mobile Process Landscaping by Example of Residential Trade and Industry, in: Bartmann, D. (Hrsg.), Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems "Information Systems in a Rapidly Changing Environment", Regensburg, 26.05.2005, 2005a

## [Gruhn et al. 2005b]

Gruhn, V., Köhler, A., Klawes, R., Modeling and Analysis of Mobile Service Processes by Example of the Housing Industry, in: Aalst, W.M.P.v.d., Benatallah, B., Casati, F., Curbera, F. (Hrsg.), 3rd International Conference, Business Process Management 2005, Nancy, France, Springer, 2005b, S. 1-16

## [Guderian 2005]

Guderian, B., Introduction to Mobile Development Part II: Using Smart Synchronization, in: SAPtips Journal, 3, 2005, Nr. 3, S. 53-58

## [Guido 2005]

Guido, B., Primat der Transparenz, in: Business Facts, 2005, Nr. 2, S. 6-7

## [Gutzwiller 1994]

Gutzwiller, T., Das CC RIM-Referenzmodell für den Entwurf von betrieblichen, transaktionsorientierten Informationssystemen, Physica, Heidelberg 1994

## [Habermann 2005]

Habermann, K., AVENTON Mobile Business Assistant - Creating and Optimizing "Mobile Business Processes", in: Wirtschaftsinformatik, 47, 2005, Nr. 1, S. 55-62

## [Hall et al. 2005]

Hall, J., Healy, K. A., Ross, R. G., The Business Motivation Model - Business Governance in a Volatile World, The Business Rules Group, 2005

## [Hansmann 2003]

Hansmann, H., Modellierung von Prozessen und Workflows in der Produktion, in: Becker, J., Luczak, H. (Hrsg.), Workflowmanagement in der Produktionsplanung und -steuerung : Qualität und Effizienz der Auftragsabwicklung steigern, Berlin 2003, S. 143-161

[Hartleben-Reinehr/Felgar 2002]

Hartleben-Reinehr, L., Felgar, M. B., A CORBA-Based Workflow Management System for Wireless Communication Environments, in: Meersman, R., Tari, Z. (Hrsg.), On the move to meaningful Internet systems 2002: CoopIS, DOA, and ODBASE : proceedings / confederated international conferences CoopIS, DOA, and ODBASE 2002, California, Irvine, 30.10.-1.11.2002, Springer, 2002, S. 827-844

[Hay/Healy 2000]

Hay, D., Healy, K. A., Defining Business Rules - What Are They Really? Final Report, [http://www.businessrulesgroup.org/first\\_paper/BRG-whatistheBR\\_3ed.pdf](http://www.businessrulesgroup.org/first_paper/BRG-whatistheBR_3ed.pdf), 24.5.2006

[Heinrich 2005]

Heinrich, C., RFID and Beyond - Growing Your Business Through Real World Awareness, Wiley, Indianapolis 2005

[Henzelmann/Büchele 2005]

Henzelmann, T., Büchele, R., Die Immobilie - nach wie vor eine strategische Brache, in: Der Facility Manager, 12, 2005, Nr. Dezember 2005, S. 26-29

[Henzelmann/Büchele 2006]

Henzelmann, T., Büchele, R., Die Immobilie - nach wie vor eine strategische Brache Teil 2, in: Der Facility Manager, 13, 2006, Nr. Januar/Februar 2006, S. 40-43

[Herbst/Knolmayer 1995]

Herbst, H., Knolmayer, G., Ansätze zur Klassifikation von Geschäftsregeln, in: Wirtschaftsinformatik, 37, 1995, Nr. 2, S. 149-159

[Hess et al. 2006]

Hess, A., Humm, B., Voss, M., Regeln für serviceorientierte Architekturen hoher Qualität, in: Informatik Spektrum, 29, 2006, Nr. 6, S. 395-411

[Hess 2002]

Hess, P., Datentechnische Grundlagen von Facility Management, in: Lutz, U. (Hrsg.), Facility-Management-Jahrbuch, Springer, Berlin 2002, S. 1-18

[Hess 1996]

Hess, T., Entwurf betrieblicher Prozesse, Deutscher Universitäts Verlag, Wiesbaden 1996

[Heutschi 2007]

Heutschi, R., Serviceorientierte Architektur - Architekturstil und Ansätze für die Umsetzung, Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen 2007

[Himanen 2004]

Himanen, M., The intelligence of intelligent buildings, in: Clements-Croome, D. (Hrsg.), Intelligent buildings - design, management and operation, Thomas Telford, London 2004, S. 25-52

[Hirtle et al. 2006]

Hirtle, D., Boley, H., Grosof, B., Kifer, M., Sintek, M., Tabet, S., Wagner, G., Schema Specification of RuleML 0.91, <http://www.ruleml.org/0.91/>, 11.10.2006

## [Hossenfelder/Lünendonk 2005]

Hossenfelder, J., Lünendonk, T., Führende Facility-Management-Unternehmen für infrastrukturelles und technisches Gebäudemanagement in Deutschland 2005 - Umsätze, Märkte, Strukturen, Tendenzen, Lünen-donk GmbH, Bad Wörishofen 2005

## [Hügli 2005]

Hügli, R., Wetrok AG: Mobile Servicelösung für den Technischen Kundendienst, in: Wölfle, R., Schubert, P. (Hrsg.), Integrierte Geschäftsprozesse mit Business Software - Praxislösungen im Detail, Hanser, München 2005, S. 229-242

## [Hwang/Chen 2003]

Hwang, S.-Y., Chen, Y.-F., Personal Workflows: Modeling and Management, in: Chen, M.-S., Chrysanthis, P.K., Sloman, M., Zaslavsky, A. (Hrsg.), Mobile Data Management: 4th International Conference, MDM 2003, Melbourne, Australia, 21.-24.1.2003, Springer, 2003, S. 141-152

## [IBM 2004]

IBM, Robust mobile-computing products delivering business value to your enterprise - IBM WebSphere Everyplace Access and IBM Work-place Client Technology, Micro Edition, <ftp://ftp.software.ibm.com//software/pervasive/info/products/wea/WEA-WCTME-G224-9130-00-FINAL.pdf>, 12.6.2006

## [IFMA 2005]

IFMA, FM-gerechte Planung und Realisierung, IFMA, Karlsfeld bei München 2005

## [IFMA 2006]

IFMA, FM Definitions, [http://www.ifma.org/what\\_is\\_fm/fm\\_definitions.cfm](http://www.ifma.org/what_is_fm/fm_definitions.cfm), 24.6.2006

## [IKB 2003]

IKB, Facilities Management - Ein Markt vor der Zäsur, IKB - Deutsche Industriebank, Düsseldorf 2003

## [IMG 2006]

IMG, RFID im After Sales und Service, IMG AG, Intellion, SAP (Schweiz AG), FIR Aachen, St. Gallen 2006

## [Intellisync 2004]

Intellisync, A CIO's Guide to Mobilizing Enterprise Applications - Best practices for developing a successful mobile architecture in the enter-prise, <http://www.intellisync.com/pages/Resources/White-Papers/>, 13.6.2006

## [Jeng et al. 2000]

Jeng, J., Huff, K., Hurwitz, B., Sinha, H., Robinson, B., Feblowitz, M., WHAM: supporting mobile workforce and applications in workflowenvironments, in: Anupam, J. (Hrsg.), Proceedings / Tenth International Workshop on Research Issues in Data Engineering, RIDE 2000, San Diego, California, IEEE Computer Society, 2000, S. 31-38

[Jones 2004a]

Jones, N., Allow for Mobile Application Development's Growing Pains, Gartner, 2004a

[Jones 2004b]

Jones, T. M., TCP/IP Application Layer Protocol for Embedded Systems, Laxmi, New Dehli 2004b

[Junseok/Aravamudham 2004]

Junseok, H., Aravamudham, P., Middleware services for P2P computing in wireless grid networks, in: IEEE Internet Computing, 8, 2004, Nr. 4, S. 40-46

[Kagermann/Österle 2006]

Kagermann, H., Österle, H., Geschäftsmodelle 2010 - Wie CEOs Unternehmen transformieren, Frankfurter Allgemeine Buch, Frankfurt 2006

[Karbach 2004]

Karbach, A., Gebäudeleittechnik und technisches Gebäudemanagement, in: Regelungstechnik, A.d.P.f. (Hrsg.), Digitale Gebäudeautomation, Springer, Berlin 2004, S. 315-371

[Keen et al. 2004]

Keen, M., Acharya, A., Bishop, S., Hopkins, A., Milinski, S., Nott, C., Robinson, R., Adams, J., Verschueren, P., Patterns: Implementing an SOA using an Enterprise Service Bus, IBM, 2004

[Kiepuszewski et al. 2003]

Kiepuszewski, B., Hofstede, A. H. M. t., van der Aalst, W. M. P., Fundamentals of control flow in workflows, in: Acta Informatica, 39, 2003, Nr. 3, S. 143-209

[Klauer 2006a]

Klauer, T., Mobile Computing im Bau- und Infrastrukturwesen, in: Kirste, T., König-Ries, B., Poussotchi, K., Turowski, K. (Hrsg.), Mobile Informationssysteme - Potentiale, Hindernisse, Einsatz, 1. Fachtagung Mobilität und Mobile Informationssysteme (MMS), Passau, Germany, 20.-22.2.2006, Gesellschaft für Informatik, 2006a, S. 115-126

[Klauer 2006b]

Klauer, T., Mobile Facility Management zur Inspektion und Instandhaltung von Ingenieurbauwerken, Internationales Kolloquium über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen (IKM), Weimar, Germany, 12.-14.7.2006, 2006b

[Knolmayer et al. 2000]

Knolmayer, G., Endl, R., Pfahrer, M., Modeling Processes and Workflows by Business Rules, in: Aalst, W., Desel, J., Oberweis, A. (Hrsg.), Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies, Springer, Berlin 2000, S. 16-29

[Köhler/Gruhn 2004a]

Köhler, A., Gruhn, V., Analysis of Mobile Business Processes for the Design of Mobile Information Systems, in: Bauknecht, K., Bichler, M., Pröll, B. (Hrsg.), E-Commerce and Web Technologies, Zaragoza, Spain, 31.08.2004, Springer, 2004a, S. 238-247

[Köhler/Gruhn 2004b]

Köhler, A., Gruhn, V., Lösungsansätze für verteilte mobile Geschäftsprozesse, in: Horster, P. (Hrsg.), Elektronische Geschäftsprozesse 2004, syssec, Klagenfurt 2004b, S. 243-255

[Köhler/Gruhn 2004c]

Köhler, A., Gruhn, V., Mobile Process Landscaping am Beispiel von Vertriebsprozessen in der Assekuranz, in: Pousttchi, K., Turowski, K. (Hrsg.), Mobile Economy - Transaktionen, Prozesse, Anwendungen und Dienste. Proceedings zum 4. Workshop Mobile Commerce, Augsburg, 03.02.2004, Gesellschaft für Informatik, 2004c, S. 12-24

[Kontio 2006a]

Kontio, M., Architectural manifesto: Building a mobile Web service (or not), <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/wi-arch30.html>, 4.12.2006

[Kontio 2006b]

Kontio, M., Architectural manifesto: The future of mobile Web services, <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/wi-arch29/>, 4.12.2006

[Kopp/Martin 2006]

Kopp, G., Martin, G., Marktübersicht der Gebäudemanagement-Komplettanbieter Deutschland 2006, Forum Verlag Herkert, Merching 2006

[Krafcig et al. 2004]

Krafcig, D., Banke, K., Slama, D., Enterprise SOA - Service-Oriented Architecture - Best Practices, Prentice Hall, Upper Saddle River 2004

[Krcmar 2003]

Krcmar, H., Informationsmanagement, 3. Aufl., Springer, Berlin 2003

[Krimmling 2005]

Krimmling, J., Facility Management : Strukturen und methodische Instrumente, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2005

[Kurbel/Jankowska 2006]

Kurbel, K., Jankowska, A. M., Evolution von Monolithen hin zu Frakta- len?, in: Karagiannis, D., Rieger, B. (Hrsg.), Herausforderungen in der Wirtschaftsinformatik: Festschrift für Hermann Krallmann, Springer, Berlin 2006, S. 183-207

[Lampe et al. 2005]

Lampe, M., Flörkemeier, C., Haller, S., Einführung in die RFID-Technologie, in: Fleisch, E., Mattern, F. (Hrsg.), Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis, Springer, Berlin 2005, S. 69-86

[Lee 1991]

Lee, A. S., Architecture as a Reference Discipline for MIS, in: Nissen, H.-E., Klein, H.K., Hirschheim, R. (Hrsg.), Information Systems Research: Contemporary Approaches & Emergent Traditions, North-Holland, Amsterdam etc. 1991, S. 573-592

[Lee/Jun 2005]

Lee, T., Jun, J., Contextual Perceived Usefulness? Toward an Understanding of Mobile Commerce Acceptance, Proceedings of the International Conference on Mobile Business (ICMB'05), Sydney, Australia, IEEE Computer Society, 2005

[Lee/Leung 1999]

Lee, Y.-W., Leung, K.-S., Operation-based Update Propagation in a Mobile File System, Proceedings of the USENIX Annual Technical Conference, Monterey, California, USA, USENIX Association, 1999

[Legner 2004]

Legner, C., Kompetenzzentrum Business Networking 3 - Prozess- und Systemarchitekturen für flexible Kundenbeziehungen, Working Paper, Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität St. Gallen, St. Gallen 2004

[Lehner 2003]

Lehner, F., Mobile und drahtlose Informationssysteme: Technologien, Anwendungen, Märkte, Springer, Berlin 2003

[Leopoldsberger/Thomas 2004]

Leopoldsberger, G., Thomas, M., Bewertung von Unternehmensimmobilien, in: Schulte, K.-W., Schäfers, W. (Hrsg.), Handbuch Corporate Real Estate Management, 2., akt. u. erw. Aufl., Müller, Köln 2004, S. 137-168

[Lerner/Frank 2004]

Lerner, T., Frank, V., Best Practices Mobile Business, 2. Aufl., BusinessVillage, Göttingen 2004

[Li/Yao 2003]

Li, Q., Yao, C., Real-Time Concepts for Embedded Systems, CMP Books, San Francisco 2003

[LincGroup 2004]

LincGroup, Mechanical Services Provider Extends Information Access to Mobile Workforce,  
[http://www.lincservice.com/clientdata/in\\_the\\_news/TLG\\_QuickTip\\_Case\\_Study.pdf](http://www.lincservice.com/clientdata/in_the_news/TLG_QuickTip_Case_Study.pdf), 29.6.2006

[Link/Schmidt 2001]

Link, J., Schmidt, S., Erfolgsplanung und -kontrolle im Mobile Commerce, in: Silberer, G., Wohlfahrt, J., Wilhelm, T. (Hrsg.), Mobile Commerce, Gabler Verlag, Wiesbaden 2001, S. 128-149

[Loser et al. 2004]

Loser, C., Legner, C., Giganis, D., Master Data Management for Collaborative Service Processes, in: Chen, J. (Hrsg.), International Conference on Service Systems and Service Management, forthcoming, 19.07.2004, Research Center for Contemporary Management, Tsinghua University, 2004

[Mallick 2003]

Mallick, M., Mobile and Wireless Design Essentials, John Wiley & Sons, Indianapolis 2003

## [Männel 1999]

Männel, W., Kennzahlen und Kennzahlensysteme für ein Benchmarking der Instandhaltung, in: Zeitschrift für Controlling Accounting & System-Anwendungen, Sonderheft, 1999, Nr. 1, S. 57-69

## [Mantel et al. 2004]

Mantel, S., Schissler, M., Zeller, T., Überbetriebliche Integration von Anwendungssystemen: Klassifikation von Integrationsproblemen und Lösungen, in: Bartmann, D., Mertens, P., Sinz, E.J. (Hrsg.), Überbetriebliche Integration von Anwendungssystemen: FORWIN-Tagung 2004, Shaker, Aachen 2004, S. 1-20

## [Mathew 2004]

Mathew, J., M-Commerce Services: Promises And Challenges, in: Communications of the AIS, 14, 2004, Nr. 1, S. Article 26

## [Mattern 2005]

Mattern, F., Die technische Basis für das Internet der Dinge, in: Fleisch, E., Mattern, F. (Hrsg.), Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis, Springer, Berlin 2005, S. 39-66

## [Matzler et al. 2006]

Matzler, K., Stahl, H. K., Hinterhuber, H. H., Die Customer-based View der Unternehmung, in: Hinterhuber, H.H., Matzler, K. (Hrsg.), Kundenorientierte Unternehmensführung, 5. Auflage, Gabler, Wiesbaden 2006, S. 3-32

## [May 2004]

May, M., IT im Facility Management erfolgreich einsetzen: Das CAFM-Handbuch, Springer, Berlin 2004

## [McGovern et al. 2006]

McGovern, J., Sims, O., Jain, A., Little, M., Enterprise Service Oriented Architectures - Concepts, Challenges, Recommendations, Springer, Berlin 2006

## [McGuinness/Harmelen 2004]

McGuinness, D. L., Harmelen, F. v., OWL Web Ontology Language - Overview, <http://www.w3.org/TR/owl-features/>, 27.12.2006

## [mecomodo 2005]

mecomodo, MECOMO präsentiert nextome Location Platform, [http://www.mecomodo.com/web/pr/archiv/017\\_nLP\\_050204.pdf](http://www.mecomodo.com/web/pr/archiv/017_nLP_050204.pdf), 22.12.2006

## [Mendling et al. 2005]

Mendling, J., Neumann, G., Nütgens, M., Towards Workflow Pattern Support of Event-Driven Process Chains (EPC), in: Nütgens, M., Mendling, J. (Hrsg.), XML4BPM 2005, Proceedings of the 2nd GI Workshop XML4BPM -- XML Interchange Formats for Business Process Management at 11th GI Conference BTW 2005, Karlsruhe Germany, 2005, S. 23-38

**[Mendling/Ziemann 2005]**

Mendling, J., Ziemann, J., Transformation of BPEL Processes to EPCs, in: Nüttgens, M., Rump, F.J. (Hrsg.), EPK 2005 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, Hamburg, Gesellschaft für Informatik e.V., 2005, S. 41-53

**[Mertens 2003]**

Mertens, P., Die Wirtschaftsinformatik auf dem Weg zur Unternehmensspitze - alte und neue Herausforderungen und Lösungsansätze, in: Uhr, W., Esswein, W., Schoop, E. (Hrsg.), Wirtschaftsinformatik 2003/Band I, Physica-Verlag, Heidelberg 2003, S. 49-74

**[Mertens et al. 1997]**

Mertens, P., Back, A., Becker, J., König, W., Krallmann, H., Rieger, B., Scheer, A.-W., Seibt, D., Stahlknecht, P., Strunz, H., Thome, R., Wedekind, H., Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 3. Auflage, Springer, Berlin 1997

**[Microsoft 2004]**

Microsoft, .NET Passport-Integration mit dem Microsoft Mobile Internet Toolkit, <http://www.microsoft.com/germany/msdn/library/net/mobile/NETPassportIntegrationMitDemMicrosoftMobileInternetToolkit.mspx>, 28.11.2006

**[Microsoft 2006]**

Microsoft, Microsoft MapPoint Web Service, <http://www.microsoft.com/mappoint/products/webservice/>, 27.11.2007

**[Möhlenbruch/Schmieder 2001]**

Möhlenbruch, D., Schmieder, U.-M., Gestaltungsmöglichkeiten und Entwicklungspotenziale des Mobile Marketing, in: HDM Praxis der Wirtschaftsinformatik, 2001, Nr. 220, S. 15-26

**[Moore 1965]**

Moore, G. E., Cramming More Components Onto Integrated Circuits, in: Electronics, 38, 1965, Nr. 8, S. 114-117

**[Müller 2005]**

Müller, J., Workflow-based Integration: Grundlagen, Technologien, Management, Springer, Berlin 2005

**[Mutschler/Specht 2004]**

Mutschler, B., Specht, G., Mobile Datenbanksysteme Architektur, Implementierung, Konzepte, Springer, Berlin 2004

**[Nävy 2006]**

Nävy, J., Facility Management, 4. Auflage, Springer, Berlin 2006

**[Neumann 2003]**

Neumann, S., Workflow-Anwendungen in technischen Dienstleistungen: eine Referenz-Architektur für die Koordination von Prozessen im Gebäude- und Anlagenmanagement, Logos Verlag, Berlin 2003

**[Newcomer/Lomow 2004]**

Newcomer, E., Lomow, G., Understanding SOA with Web Services, Addison-Wesley, Maryland 2004

[Newman et al. 2005]

Newman, M. H., Bushby, S. T., Applebaum, M. A., Leitfaden zur Aus- schreibung interoperabler Gebäudeautomation auf Basis von DIN EN ISO 16484-5 Systeme der Gebäudeautomation – Datenkommunikations- protokoll (BACnet), [http://www.bacnet.de/service/publikationen/VDI-GA-BIG-EU-BACnet-Leitfaden%20V2\\_5-05-07-22.pdf](http://www.bacnet.de/service/publikationen/VDI-GA-BIG-EU-BACnet-Leitfaden%20V2_5-05-07-22.pdf), 18.9.2006

[Nokia 2006a]

Nokia, Automated field data collection and real time reporting, [http://europe.nokia.com/NOKIA\\_BUSINESS\\_26/Europe/Products/Mobile\\_Software/Field\\_Force\\_Solutions/idg\\_nokiafieldforce\\_mgmtpaper.pdf](http://europe.nokia.com/NOKIA_BUSINESS_26/Europe/Products/Mobile_Software/Field_Force_Solutions/idg_nokiafieldforce_mgmtpaper.pdf), 14.8.2006

[Nokia 2006b]

Nokia, Nokia completes acquisition of Intellisync, <http://www.nokia.com/A4136001?newsid=1034184>, 28.11.2006

[OMA 2002]

OMA, SyncML Specifications, Version 1.1, [www.syncml.org](http://www.syncml.org), 12.6.2006

[ÖNORM 2000]

ÖNORM, ÖNORM A 7000: Facility Management - Grundkonzepte (Ausgabe 2000-12-01), 2000

[Opengroup 2002]

Opengroup, The Open Group Architecture Framework "Enterprise Edition" Version 8.1., <http://www.opengroup.org/architecture/togaf8-doc/arch/>, 10.9.2006

[Österle 1995]

Österle, H., Business Engineering: Prozess- und Systementwicklung, Band 1: Entwurfstechniken, 2. Auflage, Springer, Berlin 1995

[Österle 2004]

Österle, H., The Networked Enterprise, in: Kagermann, H. (Hrsg.), Real- time - A Tribute to Hasso Plattner, Wiley, Indianapolis 2004, S. 151-172

[Österle/Blessing 2003]

Österle, H., Blessing, D., Business Engineering Model, in: Österle, H., Winter, R. (Hrsg.), Business Engineering - Auf dem Weg zum Unter- nehmen des Informationszeitalters, Springer, Berlin 2003, S. 65-85

[Österle et al. 1992]

Österle, H., Brenner, W., Hilbers, K., Forschungsprogramm IM2000 - Umsetzung von Informationssystem-Architekturen, Hochschule St. Gallen, St. Gallen 1992

[Pfnür 2004]

Pfnür, A., Modernes Immobilienmanagement : Facility-Management und Corporate Real Estate Management, Springer, Berlin 2004

[Pierschke 2000a]

Pierschke, B., Der Markt für Facilities Management in Deutschland, in: Schulte, K.-W., Pierschke, B. (Hrsg.), Facilities Management, Müller, Köln 2000a, S. 41-52

[Pierschke 2000b]

Pierschke, B., Facilities Management, in: Schulte, K.-W. (Hrsg.), Immobilienökonomie, 2. überarbeitete Auflage, Oldenbourg, München 2000b, S. 275-315

[Pierschke 2000c]

Pierschke, B., Hierarchische Eingliederung und Organisation des Facilities Managements, in: Schulte, K.-W., Pierschke, B. (Hrsg.), Facilities Management, Müller, Köln 2000c, S. 401-422

[Pietsch 2003]

Pietsch, T., Bewertung von Informations- und Kommunikationssystemen : ein Vergleich betriebswirtschaftlicher Verfahren, 2. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2003

[Pom 2003]

Pom, FM Monitor : Der Schweizer Facility Management-Markt im Überblick, Pom + Consulting AG; ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich 2003

[Pom 2004]

Pom, FM Monitor : Der Schweizer Facility Management-Markt im Überblick, Pom + Consulting AG; ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich 2004

[Pom 2005]

Pom, FM Monitor : Baubegleitende FM-Planung mit aktuellen Immobilienkennzahlen, Pom + Consulting AG; ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich 2005

[Preuss/Schöne 2003]

Preuss, N., Schöne, L. B., Real Estate und Facility Management : aus Sicht der Consultingpraxis, Springer, Berlin 2003

[Puschmann 2004]

Puschmann, T., Prozessportale - Architektur zur Vernetzung mit Kunden und Lieferanten, Springer, Berlin 2004

[Quadt/Görze 2004]

Quadt, M., Görze, R., Geschäftsprozesse im Facility Management und ihre Abbildung in der IT, in: May, M. (Hrsg.), IT im Facility Management erfolgreich einsetzen: Das CAFM-Handbuch, Springer, Berlin 2004, S. 37-79

[Recker et al. 2005]

Recker, J., Indulska, M., Rosemann, M., Green, P., Do Process Modelling Techniques Get Better? A Comparative Ontological Analysis of BPMN, in: Campbell, B., Underwood, J., Bunker, D. (Hrsg.), Proceedings 16th Australasian Conference on Information Systems, Sydney, Australia, 2005

[Redlein 2004]

Redlein, A., Facility Management - Business Process Integration, Habilitationsschrift, Technische Universität Wien, Wien 2004

## [Reichmann 2001]

Reichmann, T., Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten: Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption, 6., überarb. und erw. Aufl., Vahlen, München 2001

## [Reinecke/Dittrich 2001]

Reinecke, S., Dittrich, S., Analyse und Kontrolle der Kundenbindung, in: Reinecke , S., Tomczak, T., Geis, G. (Hrsg.), Handbuch Marketing Controlling, Thexis, St. Gallen 2001, S. 258-291

## [Reinecke/Böhm 2004]

Reinecke, W., Böhm, G., Anwendungsfelder, in: May, M. (Hrsg.), IT im Facility Management erfolgreich einsetzen: Das CAFM-Handbuch, Springer, Berlin 2004, S. 19-35

## [Rondeau et al. 2006]

Rondeau, E. P., Brown, R. K., Lapidés, P. D., Facility Management, 2nd ed., John Wiley & Sons, Hoboken, N.J. 2006

## [Rosemann 1996]

Rosemann, M., Komplexitätsmanagement in Prozessmodellen: Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Informationsmodellierung, Gabler, Wiesbaden 1996

## [Ross 2003]

Ross, R. G., Principles of the Business Rule Approach, Addison-Wesley, Boston 2003

## [Roth 2002]

Roth, J., Mobile Computing: Grundlagen, Technik, Konzepte, dpunkt-Verlag, Heidelberg 2002

## [Sairamesh et al. 2004]

Sairamesh, J., Goh, S., Stanoi, I., Padmanabhan, S., Li, C. S., Disconnected Processes, Mechanisms and Architecture for Mobile E-Business, in: Mobile Networks and Applications, 9, 2004, Nr. 6, S. 651-662

## [salesforce.com 2006]

salesforce.com, Salesforce.com Introduces AppExchange Mobile, Delivering The Business Web and the Next Generation of Wireless Applications to the Mobile Workforce, <http://www.salesforce.com/newsevents/press-release.jsp?year=2006&month=April&id=060411>, 13.4.2006

## [SAP 2006]

SAP, SAP Mobile Infrastructure FAQ, <https://www.sdn.sap.com/irj/servlet/prt/portal/prtroot/docs/library/uuid/cc489997-0901-0010-b3a3-c27a7208e20a#q-8-3>, 26.10.2006

## [Scanaill et al. 2006]

Scanaill, C. N., Carew, S., Barralon, P., Noury, N., Lyons, D., Lyons, G. M., A Review of Approaches to Mobility Telemonitoring of the Elderly in Their Living Environment, in: Annals of Biomedical Engineering, 34, 2006, Nr. 4, S. 547-563

[Schacher/Grässle 2006]

Schacher, M., Grässle, P., Agile Unternehmen durch Business Rules : der Business Rules Ansatz, Springer, Berlin 2006

[Schalcher et al. 2005]

Schalcher, H.-R., Meier, D., Schärer, L., Forschungsprojekt uc@insel.ch - Schlussbericht, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich 2005

[Scheer 2001]

Scheer, A.-W., ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen, 4. Auflage, Springer, Berlin 2001

[Scheer 2002]

Scheer, A.-W., ARIS - vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem, Springer, Berlin 2002

[Scheer et al. 2001]

Scheer, A.-W., Feld, T., Göbl, M., Hoffmann, M., Das mobile Unternehmen, in: Silberer, G., Wohlfahrt, J., Wilhelm, T. (Hrsg.), Mobile Commerce. Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, Gabler Verlag, Wiesbaden 2001, S. 91-110

[Scheer/Werth 2006]

Scheer, A.-W., Werth, D., Geschäftsprozessmanagement für das Unternehmen von morgen, in: Karagiannis, D., Rieger, B. (Hrsg.), Herausforderungen in der Wirtschaftsinformatik: Festschrift für Hermann Krallmann, Springer, Berlin 2006, S. 49-63

[Schelp/Winter 2002]

Schelp, J., Winter, R., Enterprise Portals und Enterprise Application Integration, in: Meinhard, S., Popp, K. (Hrsg.), Enterprise-Portale & Enterprise Application Integration, dpunkt, Heidelberg 2002, S. 6-20

[Scherer/Grinewitschus 2006]

Scherer, K., Grinewitschus, V., Ambient Intelligence in Raum und Bau - Innovative Techikassistenz für Facility Management und Anwendung, Internationales Kolloquium über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen (IKM), Weimar, Germany, 12.-14.7.2006, 2006

[Schierholz 2007]

Schierholz, R., Mobile Kundeninteraktion - Fallstudien und Methodenvorschlag zur Gestaltung von mobilen Kundeninteraktionen bei Dienstleistungsunternehmen, Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen 2007

[Schlamann 2004]

Schlammann, H., Service Orientation: An Evolutionary Approach, in: Cutter IT Journal, 17, 2004, Nr. 5, S. 5-13

[Schwarz 2005]

Schwarz, G., Hoval AG: Mobile Asset Management für Service-Mitarbeitende, in: Wölflé, R., Schubert, P. (Hrsg.), Integrierte Geschäftsprozesse mit Business Software - Praxislösungen im Detail, Hanser, München 2005, S. 243-255

## [Schwinn 2006]

Schwinn, A., Entwurfsmusterbasierter Ansatz zur Systematisierung von Applikationsbeziehungen im Business Engineering, in: Schelp, J., Winter, R. (Hrsg.), Integrationsmanagement, Springer, Berlin 2006, S. 31-59

## [Securitas 2006]

Securitas, Revierbewachung, <http://www.securitas.ch/d/dienstleist/revier.asp>, 23.8.2006

## [Seibt 1990]

Seibt, D., Ausgewählte Probleme und Aufgaben der Wirtschaftsinformatik, in: Wirtschaftsinformatik, 32, 1990, Nr. 1, S. 7-19

## [Selman 2004]

Selman, D., JSR 94: JavaTM Rule Engine API, <http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=94>, 11.10.2006

## [Senger 2004]

Senger, E., Zum Stand der elektronischen Kooperation - Fallstudien, Muster und Handlungsoptionen, Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen 2004

## [Sokolov 2006]

Sokolov, D., Schweizerische Wimax-Lizenzen sind Ladenhüter, <http://www.heise.de/newsticker/meldung/74001>, 31.7.2006

## [Staub 2004]

Staub, P., Facility Management, in: Dubs, R., Euler, D., Rüegg-Stürm, J., Wyss, C.E. (Hrsg.), Einführung in die Managementlehre, Haupt, Bern 2004, S. 59-83

## [Staudt et al. 1999]

Staudt, E., Kriegesmann, B., Thomzik, M., Facility Management : der Kampf um Marktanteile beginnt, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frankfurt a.M. 1999

## [Stojanovic 2005]

Stojanovic, Z., A Method for Component-Based and Service-Oriented Software Systems Engineering, Dissertation, Delft University of Technology, 2005

## [Stormer et al. 2005]

Stormer, H., Meier, A., Lehner, F., Mobile Business - eine Übersicht, in: HMD, 2005, Nr. 244, S. 7-17

## [Stoy 2005]

Stoy, C., Benchmarks und Einflussfaktoren der Baunutzungskosten, vdf, Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich 2005

## [Strassner 2005]

Strassner, M., RFID im Supply Chain Management - Auswirkungen und Handlungsempfehlungen am Beispiel der Automobilindustrie, Gabler, Wiesbaden 2005

## [Taylor 2005]

Taylor, M., Integrated building systems: strengthening building security while decreasing operation costs, in: Journal of Facilities Management, 4, 2005, Nr. 1, S. 63-71

[Tellkamp 2005]

Tellkamp, C., The impact of Auto-ID technology on process performance – RFID in the FMCG supply chain, Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen 2005

[Teuteberg et al. 2003]

Teuteberg, F., Hilker, J., Kurberl, K., Anwendungsschwerpunkte im Mobile Enterprise Resource Planning, in: Pousttchi, K., Turowski, K. (Hrsg.), Bonn, 04.02.2003, Gesellschaft für Informatik, 2003, S. 13-26

[Thiesse 2005]

Thiesse, F., Die Wahrnehmung von RFID als Risiko für die informatio-nelle Selbstbestimmung, in: Fleisch, E., Mattern, F. (Hrsg.), Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis, Springer, Berlin 2005, S. 361-378

[Thiesse/Gross 2006]

Thiesse, F., Gross, S., Integration von RFID in die betriebliche IT-Landschaft, in: Wirtschaftsinformatik, 48, 2006, Nr. 3, S. 178-187

[Tourzan/Koga 2006]

Tourzan, J., Koga, Y., Liberty ID-WSF Web Services Framework Overview, Liberty Alliance, 2006

[Tuisku 2004]

Tuisku, M., Wireless Java-enabled MIDP devices as peers in a Grid infra-structure, in: Fernández Rivera, F., Bubak, M., Gómez Tato, A., Do-allo, R. (Hrsg.), Grid Computing: First European Across Grids Conference, Santiago de Compostela, Spain, February 13-14, Springer, 2004, S. 273-281

[Turowski et al. 2002]

Turowski, K., Ackermann, J., Brinkop, F., Conrad, S., Fettke, P., Frick, A., Glistau, E., Jeakel, H., Kotlar, O., Loos, P., Mrech, H., Ortner, E., Raape, U., Overhage, S., Sahm, S., Schmietendorf, A., Teschke, T., Ver-einheitlichte Spezifikation von Fachkomponenten, Arbeitskreis 5.10.3, Gesellschaft für Informatik, Augsburg 2002

[Turowski/Pousttchi 2003]

Turowski, K., Pousttchi, K., Mobile Commerce: Grundlagen und Techniken, Springer, Berlin 2003

[Unterreiner 2005]

Unterreiner, F. P., Die Teilmärkte des Immobilienmarktes, in: Bach, H., Ottman, M., Sailer, E., Unterreiner, F.P. (Hrsg.), Immobilienmarkt und Immobilienmanagement - Entscheidungsgrundlagen für die Immobilien-wirtschaft, Vahlen, München 2005, S. 217-276

[Violino 2005]

Violino, B., Tracking Assets from Prairie to Peak, <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1303/1/4/>, 16.8.2006

## [Vodafone 2006]

Vodafone, Vodafone UK announces first steps towards becoming a 'Total Communications Provider', [http://www.vodafone.com/article\\_with\\_thumbnail/0,3038,OPCO%253D40018%2526CATEGORY\\_ID%253D200%2526MT\\_ID%253Dpr%2526LANGUAGE\\_ID%253D0%2526CONTENT\\_ID%253D292074,00.html](http://www.vodafone.com/article_with_thumbnail/0,3038,OPCO%253D40018%2526CATEGORY_ID%253D200%2526MT_ID%253Dpr%2526LANGUAGE_ID%253D0%2526CONTENT_ID%253D292074,00.html),

## [Vogler 2003]

Vogler, P., Prozess- und Systemintegration: Umsetzung des organisatorischen Wandels in Prozessen und Informationssystemen, Habilitations-schrift, Habilitation, Universität St. Gallen, 2003

## [Von Halle 2002]

Von Halle, B., Business Rules Applied: Building Better Systems Using the Business Rules Approach, John Wiley & Sons, New York 2002

## [Voss 2000]

Voss, R., Instandhaltungsmanagement, in: Schulte, K.-W., Pierschke, B. (Hrsg.), Facilities Management, Müller, Köln 2000, S. 127-166

## [Wamser/Buschmann 2006]

Wamser, C., Buschmann, D., Erfolgsfaktoren des Mobile Business, Deutsche Gesellschaft für Management Forschung (DMGF), Rheinbach 2006

## [Wang et al. 2005]

Wang, Y., Kar, E. v. d., Meijer, G., Hünteler, M., Improving business processes with mobile workforce solutions, Proceedings of the International Conference on Mobile Business (ICMB'05), Sydney, Australia, IEEE Computer Society, 2005

## [Warnecke 1992]

Warnecke, H.-J., Handbuch Instandhaltung, 2. Auflage, TÜV Rheinland, Köln 1992

## [WfMC 1995]

WfMC, The Workflow Reference Model, <http://www.wfmc.org/standards/docs/tc003v11.pdf>, 14.6.2006

## [WfMC 1999]

WfMC, Terminology & Glossary, [http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-1011\\_term\\_glossary\\_v3.pdf](http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-1011_term_glossary_v3.pdf), 08.06.2006

## [Wiedmann et al. 2000]

Wiedmann, K.-P., Buckler, F., Buxel, H., Chancenpotenziale und Gestaltungsperspektiven des M-Commerce, in: der markt, 39, 2000, Nr. 153, S. 84-96

## [Wigand et al. 2005]

Wigand, R. T., Markus, M. L., Steinfield, C. W., Preface to the Focus theme Section: 'Vertical Industry Information Technology Standards an Standardization', in: Electronic Markets, 15, 2005, Nr. 4, S. 285-288

## [Wilhelm 2004]

Wilhelm, S., Treppe mit Netz und doppeltem Boden, in: Das ThyssenKrupp Magazin, 2004, Nr. 2, S. 70-79

[Wilhelmi et al. 2005]

Wilhelmi, C., Klesse, M., Wortmann, F., Service-orientierte Architektur - Der richtige Weg?, Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität St. Gallen, St. Gallen 2005

[Wilkes 2004]

Wilkes, L., Time to Board the Enterprise Service Bus?, in: CBDi Journal, 2004, Nr. Juli/August, S. 4-14

[Winter 2003]

Winter, R., Modelle, Techniken und Werkzeuge im Business Engineering, in: Österle, H., Winter, R. (Hrsg.), Business Engineering, 2. Auflage, Springer, Berlin etc. 2003, S. 87-118

[Winter 2004]

Winter, R., Architektur braucht Management, in: Wirtschaftsinformatik, 46, 2004, Nr. 4, S. 317-319

[Winter/Schelp 2005]

Winter, R., Schelp, J., Dienste-Orientierung im Business-Engineering Framework, in: HMD-Praxis der Wirtschaftsinformatik, 2005, Nr. 241, S. 45-54

[Woods 2003]

Woods, D., Packaged Composite Applications, O'Reilly, London 2003

[Yiu/Yau 2006]

Yiu, C. Y., Yau, Y., A learning model of intelligent home, in: Facilities, 24, 2006, Nr. 9/10, S. 365-375

[Yow/Moertiyoso 2005]

Yow, K. C., Moertiyoso, N. N., Java 2 Micro Edition for Wireless Enterprise Applications, in: Shi, N.S. (Hrsg.), Mobile Commerce Applications, Idea Group Publishing, Hershey 2005, S. 49-75

[Zobel 2001]

Zobel, J., Mobile Business und M-Commerce - Die Märkte der Zukunft erobern, Hanser, München 2001

[Zoeten 2004]

Zoeten, R. d., Vergleich von (IT-)Lösungen für Kleinreparaturen der laufenden Instandhaltung, [http://www.mareon.com/pdf/studie\\_fh\\_worms.pdf](http://www.mareon.com/pdf/studie_fh_worms.pdf), 29.11.2006

[Zur Muehlen 2004]

Zur Muehlen, M., Workflow-based Process Controlling. Foundation, Design, and Application of workflow-driven Process Information Systems., Logos, Berlin 2004

# Sachverzeichnis

## A

Abfallmanagement 99  
Agilität 4, 141, 203  
Aktivität 35, 167  
Aktuator 137  
Aktuatorik 10  
Anpassungstreiber 149  
Anwendungssystem 34, 148, 187  
Anwendungsszenarien 3, 17, 74,  
207  
Applikationsarchitektur 32  
Arbeitsvorrat 200  
Architekturmanagement 194  
Architekturmodell 32  
Asynchron 171  
Auftragsmanagement 107  
Ausbaustufen 4, 186  
Auslagerung 28  
Auto-ID Infrastructure 5, 140  
Automationsebene 137

## B

Backendsystem 134  
BACnet 10  
Balanced Scorecard 118, 120  
BarcodeScanner 88  
Basisfunktionen 13, 75  
Bebauungsplan 190  
Benutzer 25, 26, 69  
Bestandsdokumentation 101  
Betriebsführung technischer  
Anlagen 77  
Betriebskosten 1, 89, 119, 209  
Betriebsmodus 135  
Bewertungsraster 3, 117

Brandschutzzinspektion 41  
Business Engineering 31  
Business Process Execution  
Language 167  
Business Process Management 166  
Business Rule 166

## C

Choreography 166  
Client/Server 134  
Composite  
Application 3  
Service 166, 193

## D

Datenaktualität 135  
Datenaustauschbeziehungen 149  
Datenfluss 171  
Datensynchronisation Siehe  
Synchronisation  
Datenvolatilität 135  
Designprinzip 35, 151, 192  
Desktopintegration 35, 154, 198  
Dienstqualität 17, 135  
Dokumentenmanagement 84  
Domäne 34, 148, 150, 171, 177,  
187  
Domänenarchitektur 148

## E

Echtzeitsteuerung 2, 117  
Echtzeitunternehmen 131  
Eigentümer 25, 68  
Electronic Product Code 14  
E-Mail-Client 146, 199

- 
- Embedded
    - Device 10, 15, 109, 137, 144, 147
    - System 9, 81, 130
    - Wireless Device 11
  - Energiemanagement 93, 148
  - Energieversorgung 17
  - Enterprise-Service-Bus 142, 191, 198
  - Entkoppelung 177, 187, 196, 197
  - EPCglobal 11, 14
  - Ereignis 167
  - Ereignisgesteuerte Prozessketten 167, 178
  - Ereignisgesteuertes Prozessmanagement 106
  - Erstbehebungsquote 128
  - Exchanges 212
  
  - F
  - Facility Management 1, 19
    - Betreiber 25, 26, 29, 67, 116, 119, 130, 207, 212
    - Dienstleister 1, 25, 26, 28, 116, 119, 139
    - Markt 27, 139
  - Fat-Client 135
  - Feldbus 10
  - Feldebene 137
  - Flächenmanagement 72, 101
  - Flexibilität 190
  - Fraport AG 39, 125, 186
  - Frequenz 11
  
  - G
  - Gebäude
    - Automationssystem 10, 137, 140, 209
    - Komponente 24
    - Management 22
    - Modell 22, 148
    - Typ 68
  - GEFMA 19, 70, 89
  - Gerätetreiber 137
  - Geräteverwaltung 136
  - Geschäftsarchitektur 24
  - Geschäftskonzepte 2
  
  - Geschäftsobjekt 74
  - Geschäftsregel 166, 177, 195
  - Gewährleistungsmanagement 100
  
  - I
  - Identifikation 14
  - Immobilienmanagement 22
  - Industrie Allianz für Interoperabilität 23
  - Informationsfluss 171
  - Informationssysteme 31
  - Infrastrukturarchitektur 32
  - Instandhaltung 119, 154
    - geplante 78, 148, 168, 175
    - ungeplante 75
  - Integrationsansätze 133
  - Integrationsarchitektur 32
  - Interface 145
  - International Facility Management Association 19
  - Investitionsrechnung 118
  - Invoked Application 145
  
  - K
  - Kennzahl 119, 120
  - Kennzahlensystem 118, 119, 125
  - Kerngeschäftsentitäten 148
  - Kommunikation
    - drahtlose 10, 12, 134, 143
  - Komplexität 4, 141
  - Komposition 166
  - Kontrollfluss 171
  - Kooperationsstrategien 150
  - Koppelung
    - lose 3, 167
  - Kundenprozess 18, 67
  
  - L
  - Lebenszyklus 20, 149
  - Logistik 47
  - Lokalisierung 15, 76, 82, 83, 91, 92, 99, 106, 107, 126, 130
  - LonTalk 10

**M**

- Managementebene 138
- Materialwirtschaft 86, 149
- Medienbruch 44, 63, 126, 128
- Middleware 2, 134, 136, 138, 162, 199
- Mobile Asset Management 45, 199
- Mobile Business Process
  - Landscaping 118
- Mobile Computing 9
- Mobile Middleware 134, 161
- Mobile Tätigkeitsausführung 107
- Mobilgerätszugriff 14
- Mobiles Endgerät 10, 76, 82, 83, 88, 92, 93, 94, 102, 104, 107, 109, 134, 143
- Mobilfunk 12, 15

**N**

- Nachweispflicht 126
- Near Field Communication 13
- Netweaver 140
- Netze
  - lokale 15
  - persönliche 15
- Netzwerkfähigkeit 213
- Notifikation 16, 171
- Nutzen 46, 53, 61, 110, 116
  - Bewertung 3, 64, 119
  - Ebene Prozess 112
  - Ebene Strategie 110
- Nutzer 25, 69
- Nutzungsdaten 81
- Nutzwertanalyse 118

**O**

- Offline 98, 135, 136, 146, 154, 161
- Online 135, 146, 154, 161
- Open Mobile Alliance 161
- Orchestrierung 166
- Organisationsformen 26
- Outsourcing 211
- Outtasking 210

**P**

- Peer-to-Peer-Computing 144
- Personalkostenanteil 126
- Portal 35
- Potenzialbewertung 125
- Praxisbeispiele 3, 67, 75
- Predictive Analytics 82
- Primärschlüssel 151
- Prozess
  - architektur 67
  - flexibilität 2, 113
  - geschwindigkeit 2, 112
  - kosten 2, 113
  - landkarte 70
  - qualität 2, 113
  - regel 177
  - schnittstelle 126
- Push-Mechanismen 16, 83, 93

**Q**

- Qualitätssicherung 92
- Querschnittsfunktion 148

**R**

- Raumstrukturelement 24
- Rechenleistung 16, 135
- Reinigung 62, 89, 148
- Remote Function Call 198
- Request/Response 171
- Restriktionen 16
- RFID 9, 98, 100, 109
  - Lesegerät 89, 103, 130, 137
  - System 11, 137, 144, 147
  - Transponder Siehe Transponder
- Rolle 74

**S**

- Schliessmanagement 96, 148
- Schlüsselattribute 172
- Schnittstelle 141
- Sensor 1, 9, 15, 137, 209
  - netze 10
- Sensorik 10

- Service 32, 34, 143, 144, 150, 154, 156, 158, 161, 163, 173, 180, 191  
Composite 166, 193  
Einfache 195  
Interaktionsstil 171  
Kandidaten 4, 181, 192  
Serviceorientierte Architektur 31, 133, 141, 147, 186  
Sicherheit 17, 136  
Sicherheitsmanagement 96, 148  
Silent Processes 209  
Smarte Dinge 9, 15, 16, 76  
SOAP 143  
Sourcingstrategien 150  
Speicherkapazität 16, 135  
Spontaneitätsgrad 126  
Stammdaten 151, 189, 200  
Störfallmanagement 54, 75, 148, 149, 154, 167, 173  
Synchron 171  
Synchronisation 136, 161, 200  
Synchronisationstypen 161
- T
- Task 35, 154  
Taskflow 154, 198  
Thin-Client 134  
Transaktion 108  
Transformation 136, 137  
Transparenz 20, 29, 46, 56, 93, 111, 113, 114  
Transponder 11, 14, 76, 83, 88, 89, 91, 93, 100, 102, 103, 104, 107, 108, 130
- U
- Umgebungsdaten 15  
Umzugsmangement 103, 149
- Unified Modeling Language 154  
Universal Worklist 198  
Unternehmensarchitektur 31  
Ursache Wirkungs Beziehungen 123
- V
- Vertragsmanagement 85, 100
- W
- Wartungsintervall 81  
Web Ontology Language 179  
Web Service 143, 210  
Websphere 140  
Wertorientierung 30  
Wiederverwendung 4, 109, 193, 200  
Wireless LAN 12  
Wirtschaftlichkeitsanalyse 3, 129  
Wissensmanagement 85  
Workflow 166, 167  
    Client Applicaton 145  
    Enactment Service 145, 147  
    Engine 145  
    Integration 35, 145, 166, 193, 194  
    Management System 145, 198
- Z
- Zählerstand 94, 95, 130  
Zielarchitektur 64  
Zustands  
    -daten 15, 81, 126  
    -dokumentation 83, 107  
    -überwachung 106  
Zutrittskontrolle 98  
Zutrittskontrollsystem 91