

Mobile Erfassung von Instandhaltungsmeldungen in komplexen Organisationen im Zusammenhang mit SAP als ERP System

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Wirtschaftsinformatik

eingereicht von

Roland LADENGRUBER

Matrikelnummer 0427435

an der
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung
Betreuer: ao.Univ.-Prof. Dr. Kurt MATYAS

Wien, 10.05.2010

(Unterschrift Verfasser)

(Unterschrift Betreuer)

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich Roland LADENGRUBER wohnhaft in A-2130 Ebendorf, Johann - Strauß - Gasse 13, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit - einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen -, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

Wien, 10.05.2010

(Roland LADENGRUBER)

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all jenen recht herzlich bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt und begleitet haben. Besonderer Dank gilt meinen Eltern, welche mir ein Studium ermöglicht haben, immer hinter mir gestanden sind und mich unterstützt haben wo sie nur konnten. Großer Dank gilt auch meinen Großeltern und allen anderen Familienmitgliedern, die mich immer auf meinem Weg unterstützt haben.

Mein herzlicher Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Kurt MATYAS für die unkomplizierte und professionelle Betreuung meiner Arbeit. Außerdem bedanke ich mich bei all meinen Freunden und Kollegen im speziellen bei Franz ANGERER, Andreas FRIEDRICH, Klaus HAWEL, Christian JASCHA, Gregor POHL, Verena SEMELA, Stefanie WIDLER und Heidemarie WINDBACHER für ihre Unterstützung.

Abstract

At the beginning of this thesis some educational concepts are briefly outlined to show how to teach the complex processes and technologies presented in this thesis as efficient as possible. Another central goal of this thesis is the improvement of maintenance processes with mobile devices and modern IT systems. Therefore an own mobile solution to create SAP maintenance notifications directly from mobile devices has been developed in this thesis.

Some advantages of mobile maintenance solutions are for example the elimination and minimization of paper-based processes, better data quality, the prevention of data loss, as well as immediately available data for real time processing. All these advantages result in time and cost savings, as well as a general productivity increase for the entire company. Through the use of a mobile SAP maintenance notification process, the technicians of the maintenance and inspection department will be able to avoid adding data of technical objects manually to the SAP system. The benefits of mobile maintenance also make work easier. The digital recording of technical objects enables automatically generated reports for management and controlling departments.

This thesis includes a theoretical and a practical part. The theoretical part explains the issue of maintenance based on current literature. Further more the practical part of the mobile SAP notification process is described in detail. During the practical part an example process to create SAP maintenance notifications on mobile devices is being realized. Therefore a detailed analysis of all required pre-conditions to develop such a mobile process has been done in this thesis. One of the most important points is the availability of the corresponding IT systems (Java, SAP), as well as the availability of corresponding mobile devices. To realize such a process to create SAP notifications from a mobile device, interfaces between SAP and Java must be implemented. Some advantages of this self-developed solution to create SAP maintenance notifications over mobile devices are for example the ability to run the application on all mobile devices with internet access, the simple and flexible expandability, as well as improved accessibility through appropriate default settings and default values. At the last chapter of this thesis, a short outlook for solving the data input problem on mobile devices, especially with data matrix barcodes and the RFID technology, will be explained.

Kurzfassung

Zu Beginn dieser Diplomarbeit werden einige didaktische Konzepte kurz umrissen, um zu vermitteln, wie die im weiteren Verlauf der Arbeit vorgestellten komplexen Prozesse und Technologien bestmöglich gelehrt werden können. Ein weiteres zentrales Ziel der Arbeit ist die Verbesserung von Instandhaltungsprozessen dahingehend, dass mit Hilfe der IT unter Verwendung von mobilen Endgeräten, sowie einem ERP System und modernen Kommunikationstechnologien, die Instandhaltungsabwicklung in komplexen Organisationen verbessert werden kann.

Einige Vorteile der mobilen Instandhaltung sind beispielsweise die Eliminierung bzw. Minimierung papierbasierter Prozesse, bessere Datenqualität, die Vermeidung von Datenverlusten, sowie die zeitnahe Datenrückmeldung und Datenweiterverarbeitung. All diese Vorteile bewirken sowohl Zeit- und Kosteneinsparungen, als auch eine generelle Produktivitätssteigerung des gesamten Unternehmens. Durch den Einsatz der mobilen Erfassung von Instandhaltungsmeldungen, müssen nach der Wartung bzw. Inspektion die Daten eines Objektes nicht noch einmal manuell im ERP System erfasst werden. Einfach ausgedrückt entfällt das wiederholte Abschreiben von Papieraufzeichnungen. Die Vorteile der mobilen Instandhaltung erzielen außerdem Arbeitserleichterungen, sowie die elektronische Erfassung der instand zu haltenden Objekte, wodurch entsprechende Auswertungen (z.B. für das Management oder Controlling) automatisch erstellt werden können. Die Instandhaltungsprozesse werden außerdem EDV-technisch und somit eindeutig nachvollziehbar abgebildet.

Diese Arbeit enthält einen theoretischen und einen praktischen Teil. Im Theorieteil wird die Thematik der Instandhaltung basierend auf aktueller Literatur erläutert. Es wird außerdem der im praktischen Teil der Arbeit implementierte Prozess zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen detailliert beschrieben. Im praktischen Teil wird der im theoretischen Teil abgebildete Prozess realisiert. Dazu muss analysiert werden, welche Vorbereitungen bzw. Vorbedingungen zur Umsetzung des Prozesses gegeben sein müssen. Das bedeutet z.B. das Vorhanden sein von entsprechenden EDV-Systemen (Java, SAP), sowie einem entsprechenden mobilen Endgerät. Für den realisierten Prozess müssen im SAP System und auch auf der Java Webanwendung entsprechende Schnittstellen realisiert werden. Einige Vorteile der selbstentwickelten Lösung zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungs-

meldungen sind zum Beispiel die Lauffähigkeit der Applikation auf allen mobilen Geräten mit Internetzugang, die einfache und flexible Erweiterbarkeit, sowie eine verbesserte Eingabehilfe durch entsprechende Vorbelegungen und Vorschlagswerte. Abgerundet wird die Arbeit mit einem Zukunftsausblick zur Lösung der Eingabeproblematik auf mobilen Geräten mittels Data Matrix Barcodes und der RFID Technologie.

Inhaltsverzeichnis

1	Didaktische Konzepte	10
1.1	Integriertes Lernen (Blended Learning)	10
1.1.1	Modular object oriented dynamic learning environment (Moodle)	15
1.1.2	NetOp School	18
1.1.3	Micro Teaching	20
1.2	Portable Software (Stickware)	23
2	Einführung in die Instandhaltung	25
2.1	Einführung in die Grundlagen der betrieblichen Instandhaltung	25
2.2	Ziele der Instandhaltung	26
2.3	Begriffe der Instandhaltung	29
2.3.1	Inspektion	29
2.3.2	Wartung	31
2.3.3	Instandsetzung	33
2.3.4	Verbesserung	34
2.3.5	Abnutzungsvorrat	35
2.3.6	Ausfallrate	37
3	Instandhaltungsmanagement	39
3.1	Instandhaltungsstrategien	44
3.1.1	Reaktive Instandhaltung	46
3.1.2	Präventiv zeitgesteuerte periodische Instandhaltung	47
3.1.3	Präventiv zustandsorientierte Instandhaltung	49
3.1.4	Präventiv vorausschauende Instandhaltung	54
3.1.5	Auswahl der Instandhaltungsstrategie	56
4	EDV und IT in der Instandhaltung	60
4.1	Instandhaltungsplanungs- und -Steuerungssysteme (IPS)	62
4.2	Condition Monitoring Systeme (CMS)	63
4.3	Dokumentenmanagementsysteme (DMS)	64
4.4	Engineering und Product Data Management Systeme (EDMS / PDMS)	67

Inhaltsverzeichnis

4.5	Interaktive Ersatzteilkataloge	69
4.6	Wissensmanagementsysteme (WMS)	71
4.7	Enterprise Resource Planning Systeme (ERP)	72
4.8	Schnittstellen der Instandhaltungssoftware	77
4.9	Einführung eines Instandhaltungssoftwaresystems	78
5	SAP	80
5.1	Grundlagen des SAP Systems	80
5.1.1	Navigation in SAP	81
5.1.2	SAP Präsentations- und Datenbankschnittstelle	83
5.1.3	SAP Module	84
5.2	Grundlagen und Begriffe der SAP Instandhaltung (PM)	86
5.2.1	Technischer Platz	87
5.2.2	Equipment	90
5.2.3	Instandhaltungsmeldung	92
5.2.4	Instandhaltungsauftrag	96
5.2.5	Wartungsplan	97
5.3	Abbildung von Instandhaltungsstrategien in SAP	101
5.3.1	Planbare Instandhaltung mit SAP	101
5.3.2	Reaktive Instandhaltung mit SAP	103
5.3.3	Vorbeugende Instandhaltung mit SAP	104
5.3.4	Zustandsorientierte Instandhaltung mit SAP	106
6	Mobile Erfassung von Instandhaltungsmeldungen	108
6.1	Voraussetzungen für die Prozessrealisierung	113
6.1.1	Java	113
6.1.2	Apache Tomcat Webserver	113
6.1.3	SAP Java Connector (JCo)	114
6.1.4	SAP ECC 6.0 Programmiersprache ABAP	114
6.1.5	Mobiles Endgerät	115
6.2	Realisierung und Abwicklung des mobilen SAP Meldungserfassungsprozesses	116
6.2.1	Meldungserfassung auf dem mobilen Endgerät	116
6.2.2	Übertragung der Meldungsdaten an den Tomcat Webserver	119
6.2.3	Anlegen der Meldung im SAP System	123
6.3	Marktvergleich mit bestehenden Systemen	135
7	Zukunftsausblick	139
7.1	Data Matrix Barcode	139
7.2	RFID	144

Inhaltsverzeichnis

7.3 Vorschlagswerte am Benutzerprofil	145
8 Zusammenfassung	146
Literaturverzeichnis	150
Abbildungsverzeichnis	169

Kapitel 1

Didaktische Konzepte

Dieses Kapitel zeigt einige moderne Lernmethoden und fachdidaktische Konzepte, wie die in dieser Arbeit vorgestellten komplexen Prozesse, Technologien, Konzepte und Programmiersprachen besser gelehrt und verstanden werden können. Der Fokus liegt dabei nicht nur auf den klassischen Lernprinzipien wie Behaviorismus [Ski82b] [Ski82a] [Mil00], Kognitivismus [Ste09] [Reu08] und Konstruktivismus [Rei06] [Die00], sondern auf Konzepten des integrierten bzw. computerunterstützten Lernens [Jad08].

1.1 Integriertes Lernen (Blended Learning)

Hinter dem Begriff „Blended Learning“ (vermisches Lernen) versteckt sich ein Ansatz zur Lernorganisation, bei welchem die Vorteile von klassischen Hörsaalveranstaltungen mit den Vorteilen von modernen computerunterstützten Medien (E-Learning) kombiniert werden. Beim integrierten Lernen werden verschiedene Lernmethoden, Medien bzw. lerntheoretische Ausrichtungen miteinander kombiniert. Die Vorteile der verschiedenen Lernstrategien werden vereint, um die Nachteile der einzelnen Strategien zu reduzieren und das Lernen insgesamt zu vereinfachen. Das Konzept des „Blended Learning“ verbindet die Effektivität und Flexibilität von elektronischen Lernformen mit den sozialen Aspekten eines klassischen Klassenraumunterrichtes. Ziel dieser Lernform ist es, eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung zwischen traditionellem Lernen im Klassenzimmer mit modernen Formen von E-Learning herzustellen. Entscheidend ist dabei, dass das eine ohne das andere nicht funktioniert und daher die Phasen physischer Anwesenheit mit den Onlinephasen optimal aufeinander abgestimmt sein sollten. In Abbildung 1.1 sind mögliche Kombinationen von Lernmethoden, Medien sowie lerntheoretischen Ausrichtungen angeführt, welche beim „Blended Learning“ zur Anwendung kommen können [Wie06] [KM08] [Jad08].

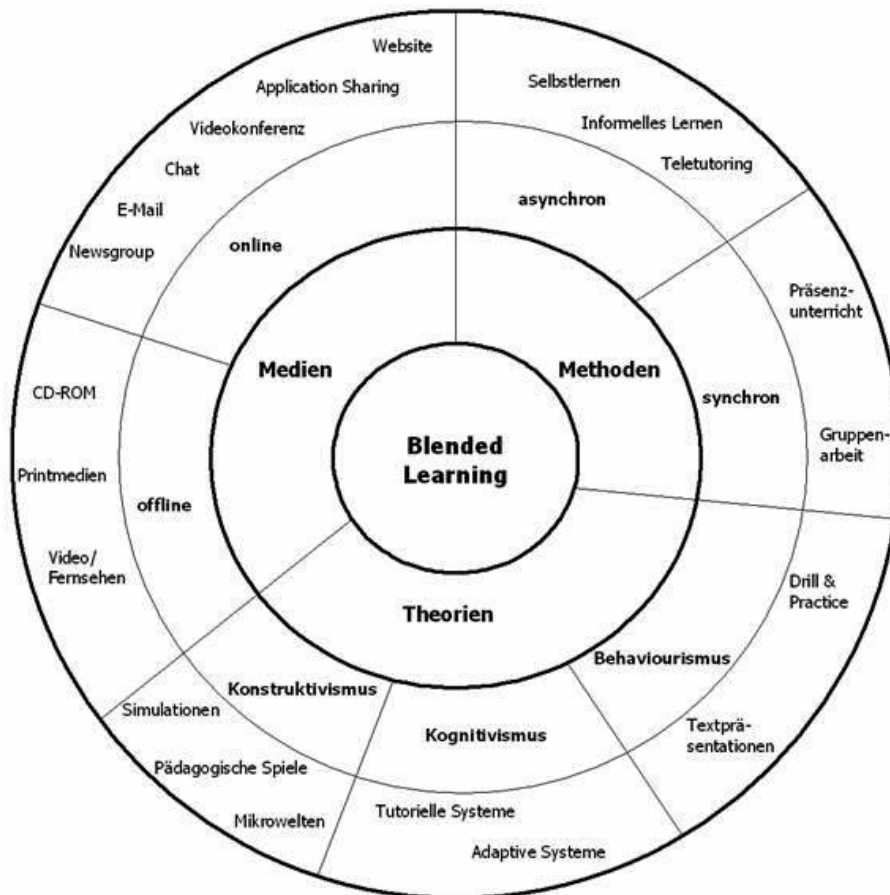


Abbildung 1.1: Blended Learning mögliche Kombinationen von Lernmethoden, Medien sowie lerntheoretischen Ausrichtungen [Wie06]

Ein möglicher Anwendungsfall um integrierte Lernmethoden einzusetzen wäre z.B. das Erlernen einer Programmiersprache. In dieser Arbeit wurden die beiden Programmiersprachen Java und SAP ABAP verwendet. Durch den Einsatz von „Blended Learning“ kann das Erlernen dieser Programmiersprachen erheblich vereinfacht werden. Der Ablauf, wie eine Lehrveranstaltung zum Erlernen einer Programmiersprache im Zusammenhang mit „Blended Learning“ Konzepten realisiert werden kann, ist im Aktivitätsdiagramm 1.2 dargestellt [KM08].

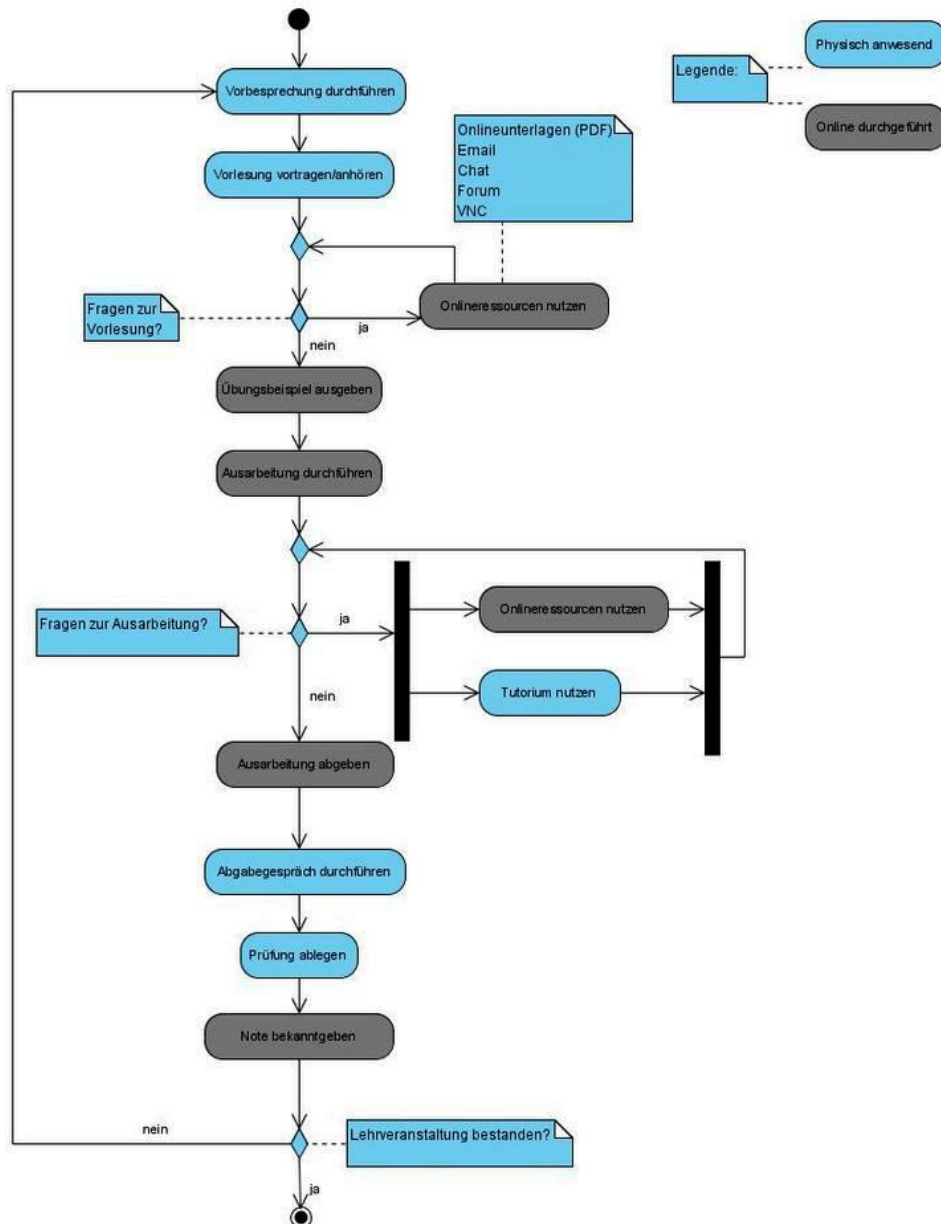


Abbildung 1.2: Aktivitätsdiagramm möglicher Ablauf einer Lehrveranstaltung zum Erlernen einer Programmiersprache im Zusammenhang mit Blended Learning Konzepten [Lad09]

Zu Beginn findet eine Vorbesprechung für den Kurs zum Erlernen einer Programmiersprache statt, wo alle relevanten Informationen (Benotung, Anwesenheit etc.) besprochen werden (vgl. Abb 1.2). Bei dieser Vorbesprechung müssen die Lehrveranstaltungsteilnehmer physisch anwesend sein. Bei der Einführung werden auch alle relevanten Informationen zum Onlineteil ausführlich erläutert. Dabei wird unter anderem ausgeführt, wie man zu den Onlinere Ressourcen gelangt, wo die Übungsbeispiele bzw. die Vorlesungsunterlagen zu finden sind, sowie der allgemeine Umgang mit der Lernsoftware und welche Möglichkeiten diese bietet [KM08] [Lad09].

Bei der Vorlesung wird ein bestimmtes Stoffgebiet in einem Klassenraum vorgetragen. Im Zusammenhang mit diesem Szenario (erlernen einer Programmiersprache) könnten dies z.B. Schleifen oder ähnliches sein. Es ist durchaus denkbar, dass die Vorlesung zusätzlich im Internet übertragen bzw. aufgezeichnet wird. Dies ist vor allem an Universitäten oder Bildungseinrichtungen für Erwachsene sinnvoll, da von jedem Rechner mit Internetzugang der Vortrag verfolgt bzw. nachgesehen werden kann.

Sollten im nachhinein Fragen zum Stoffgebiet auftauchen, gibt es die nachfolgend angeführten Möglichkeiten um entsprechend Hilfe zu erhalten:

- Onlineunterlagen der Vorlesung
- Online zur Verfügung gestellte Literatur um sich im Stoff zu vertiefen
- E-Mail Nachrichten mit Fragen an den Vortragenden bzw. andere Kollegen
- Chats für synchronen Nachrichtenaustausch und Soforthilfe
- Einträge im Forum mit Fragen an den Vortragenden bzw. andere Kollegen

Die hier angeführten Punkte sind keineswegs vollständig. Es gibt noch zahlreiche andere Möglichkeiten wie beispielsweise die Kombination zwischen einer Remoteadministrationssoftware wie VNC [Rea10] und einer Kommunikationssoftware wie Skype [Sky10]. Jeder Schulungsteilnehmer verfügt über einen eigenen Rechner und verbindet sich mit einer bestimmten Software wie z.B. VNC [Rea10] zum Computer des Vortragenden. Der Lehrende führt nun eine Aufgabenstellung auf seinem Rechner vor. Diese Vorführung kann von den Schulungsteilnehmern auf deren Rechner mitverfolgt werden. Wenn man dieses Beispiel etwas erweitert, könnte sich in Zukunft möglicherweise folgender Ablauf entwickeln. Die Schulungsteilnehmer sitzen nicht mehr gezwungenermaßen in einem physischen Klassenzimmer, sondern in einem virtuellen Klassenraum. Die Schulungsteilnehmer verbinden sich von zu Hause auf den Rechner des Vortragenden und stehen mit einer Kommunikationssoftware wie z.B. Skype [Sky10] mit diesem in Kontakt. Diese Technologie kann selbstverständlich auch von den Teilnehmern untereinander genutzt werden, um sich gegenseitig weiterzuhelfen. Wie in so einem Modell Prüfungen abgehandelt werden, soll hier nicht weiter ausgeführt werden. Es ist jedoch durchaus realistisch, dass bei Prüfungen physische Anwesenheit in einem Klassenraum erforderlich ist [KM08] [Lad09].

Die Vorteile einer derartigen Lösung sind beispielhaft nachfolgend angeführt:

- Keine Zusätzliche Hardware wie z.B. Beamer erforderlich um effiziente Präsentationen durchführen zu können
- Unterricht von jedem Rechner mit Internetzugang möglich

- Hilfestellung durch andere Teilnehmer bzw. den Vortragenden jederzeit möglich
- Kein Zeitverlust durch Pendeln zum Unterrichtsort

Mögliche Nachteile einer derart innovativen zukünftigen Lösung sind beispielsweise:

- Soziale Vereinsamung
- Das Arbeiten mit Computern kann oft sehr anstrengend sein
- Jene Teilnehmer welche sich mit Computern gut auskennen haben einen Vorteil gegenüber jenen welche weniger Ahnung davon haben
- Es werden eigene Hardware und Softwareressourcen benötigt um an einer Lehrveranstaltung teilnehmen zu können

Wie im Aktivitätsdiagramm 1.2 ersichtlich, findet die Ausgabe des Übungsbeispiels Online über die Lernplattform statt. Dies hat den großen Vorteil, dass alle relevanten Informationen sofort für jeden Verfügbar sind. Auch Verweise zu Literatur bzw. für die Lösung der Übung benötigte Ressourcen können dort bereitgestellt werden. Im Kontext dieses Szenarios ist es durchaus denkbar, dass eine Angabe bereitgestellt wird, wo ersichtlich ist, was programmiert werden muss und wie. Es können z.B. auch entsprechende Entwicklungsumgebungen zum Download angeboten werden. Im Zuge der Ausarbeitung treten selbstverständlich immer wieder Fragen auf. Bei diesem Szenario hat der Auszubildende wieder die Möglichkeit aus dem großen Pool der zur Verfügung gestellten Onlinehilfsmittel zu schöpfen, oder ein parallel dazu angebotenes Tutorium zu besuchen. Das Tutorium setzt allerdings körperliche Anwesenheit voraus. Die Abgabe erfolgt ebenfalls auf der Onlineplattform. Fertig programmierte Beispiele werden über eine Uploadfunktion abgegeben.

Das Abgabegespräch und die Prüfung sind nach derzeitigem Stand der Technik nur schwer online durchzuführen. Bei der Prüfung kann allerdings der Computer sehr wohl zum Einsatz kommen, beispielsweise zum Korrigieren von „Multiple Choice Fragen“, oder direkt bei der Prüfung, um Beispiele zu programmieren. Das Ergebnis des Kurses bzw. der Lehrveranstaltung wird ebenfalls online bekannt geben. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass immer mehr Unternehmen und Bildungsreinrichtungen „Blended Learning Konzepte“ einsetzen. In weiterer Folge werden einige Softwarelösungen mit Bezug zu den in dieser Arbeit behandelten Problemstellungen vorgestellt, welche in einem „Blended Learning Szenario“ eingesetzt werden können.

1.1.1 Modular object oriented dynamic learning environment (Moodle)

Das Moodlesystem [Dou10] ist eine modulare Open Source basierte objektorientierte Lernplattform, welche auf der Programmiersprache PHP [PHP10] und einem geeigneten Datenbanksystem wie z.B. MySQL [MyS09] basiert. Dieses extrem dynamische Kursmanagementsystem bietet dem Benutzer die Möglichkeit, kooperative Lehr- und Lernmethoden vereinfacht durchzuführen. Das Moodle Konzept hat mittlerweile einen sehr hohen Verbreitungsgrad und wird in zahlreichen Bildungseinrichtungen eingesetzt.

Der Grundsätzliche Aufbau eines Moodlesystems besteht aus online zur Verfügung gestellten virtuellen Kursräumen, welche von den Lernenden genutzt werden können. In diesen virtuellen Räumen werden entsprechende Arbeitsmaterialien und Lernaktivitäten bereitgestellt. Unter Arbeitsmaterialien werden in diesem Zusammenhang Texte, Links, und Dateien verstanden. Lernaktivitäten sind meist Foren, Tests, Aufgaben und Wikisysteme. Durch die Anordnung von Arbeitsmaterialien und Lernaktivitäten können verschiedenste didaktische Szenarien abgebildet werden. Benutzer eines Moodlesystems besitzen über die ihnen zugewiesenen Berechtigungsrollen innerhalb eines Kursraumes unterschiedliche Rechte wie z.B. Administrator, Vortragender oder Studierender. Standardmäßig enthält Moodle z.B. die Lernaktivität „Abstimmung“, womit eine Umfrage durchgeführt werden kann. Durch die Lernaktivität „Aufgabe“ kann beispielsweise vom Kursleiter eine Übung (z.B. Ausarbeitung eines Fachthemas) für die Kursteilnehmer vorgegeben werden. Sobald die Übung von den Kursteilnehmern ausgearbeitet ist, kann die Ausarbeitung im Moodlesystem hochgeladen und dadurch termingerecht abgegeben werden. Das Moodlesystem bietet außerdem zahlreiche Kommunikationsmodule wie z.B. Chats, Foren, Nachrichten- oder Wikisysteme. Letztere ermöglichen den Benutzern des Systems kollaborativ zu arbeiten. Es existiert außerdem ein Modul um Leistungsüberprüfungen bei den Kursteilnehmern durchführen zu können. Dazu bietet das System beispielsweise die Möglichkeit „Multiple Choice Tests“ durchzuführen. Zusätzlich zu den Standardmodulen gibt es noch eine Vielzahl an weiteren optionalen Zusatzmodulen, welche weitere Funktionalitäten für die Benutzer des Moodlesystems bereitstellen können [GDA09b] [Wei08] [GDA09a] [Dou10] [Ger07].

In Abbildung 1.3 ist ein beispielhafter Moodlekurs zur Erlernung der in dieser Arbeit verwendeten Programmiersprache Java dargestellt.

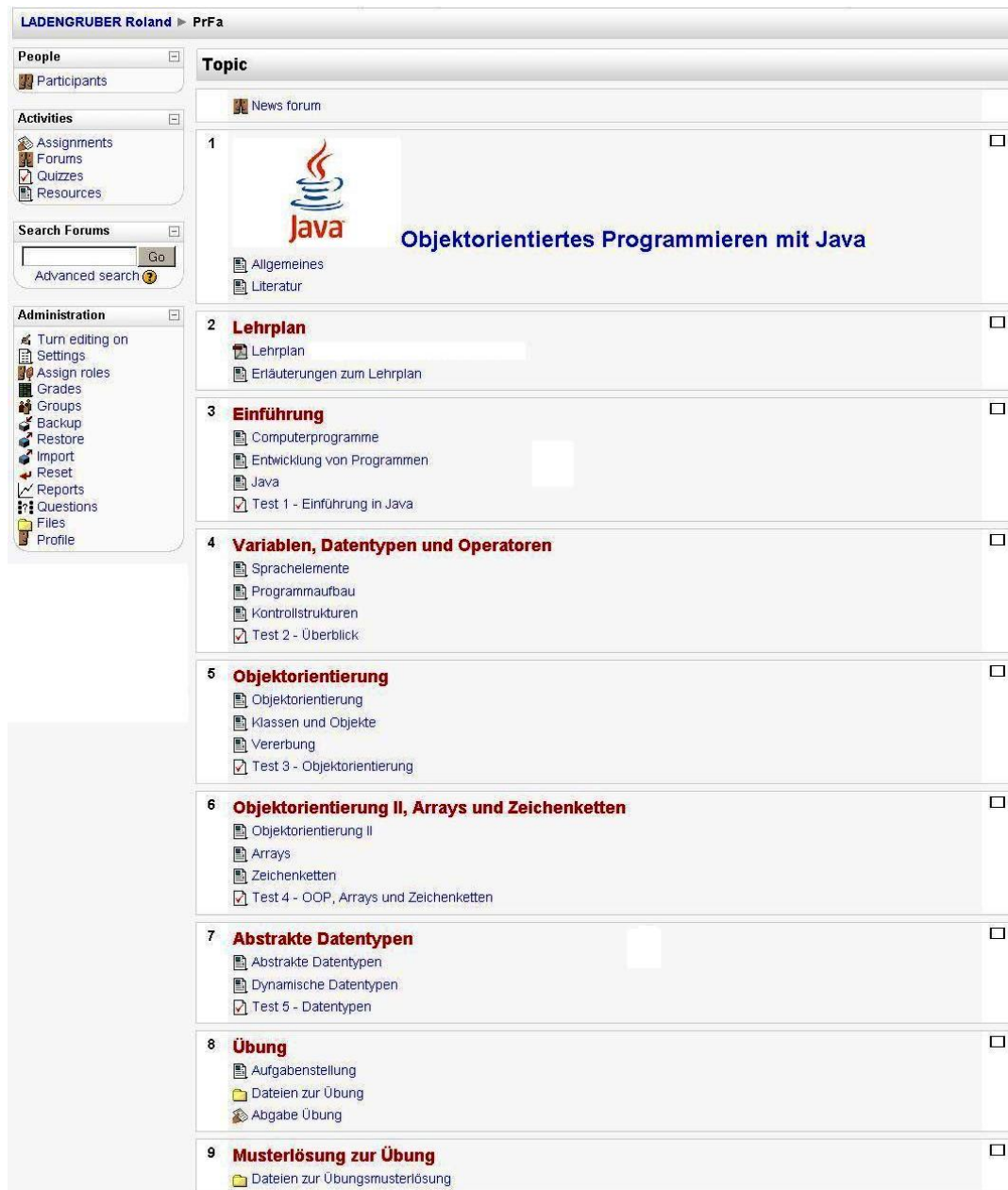


Abbildung 1.3: Beispielhafter Moodlekurs zur Erlernung der Programmiersprache Java [Lad09]

Der Moodlekurs in Abbildung 1.3 vereint sämtliche Dokumente, Folien und Unterlagen, welche den Kursteilnehmern vom Kursleiter zur Verfügung gestellt werden. Es ist durchaus denkbar, dass der Unterricht in einem herkömmlichen Klassenraum oder Hörsaal stattfindet und die vom Vortragenden präsentierten Foliensätze und Unterlagen in einem Moodlekurs den Teilnehmern zur Verfügung gestellt werden. In diesem Szenario (erlernen der Programmiersprache Java) handelt es sich also um eine Kombination aus klassischem Unterricht und modernen E-Learning Methoden mit Moodle. Wie in Abbildung 1.3 ersichtlich, bietet dieser Moodlekurs ein Forum, um die Kommunikation zwischen den Teilnehmern des Kurses zu

vereinfachen und Fragen an alle Teilnehmer bzw. den Kursleiter zu stellen. Durch ein Forum können bereits beantwortete Fragen von allen Kursmitgliedern eingesehen werden und so redundante Fragestellungen vermieden werden. Der beispielhaft eingerichtete Moodlekurs in Abbildung 1.3 ist so aufgebaut, dass es zu jedem Kapitel eine eigene Leistungsüberprüfung gibt. Diese Leistungsüberprüfung der Teilnehmer erfolgt z.B. anhand eines „Multiple Choice Tests“. Dieser Test wird vorzugsweise unter Aufsicht des Kursleiters in einem Computerraum der Bildungseinrichtung im Moodlesystem absolviert. Das System bietet die Möglichkeit, die Fragen innerhalb eines Tests durchzumischen, sodass ein Abschreiben von einem anderen Teilnehmer erschwert wird. In Abbildung 1.4 bzw. 1.5 sind mögliche Prüfungsfragen im Kontext der Java Programmierung in einem Moodlesystem dargestellt [GDA09b] [Wei08] [GDA09a] [Dou10] [Ger07].

Notieren Sie die Ausgabe des folgenden Programms!

```
int a = 10; int b = 20;  
/* a = a*345 + 2 % 456;  
a += b*2; */  
System.out.println(b);
```

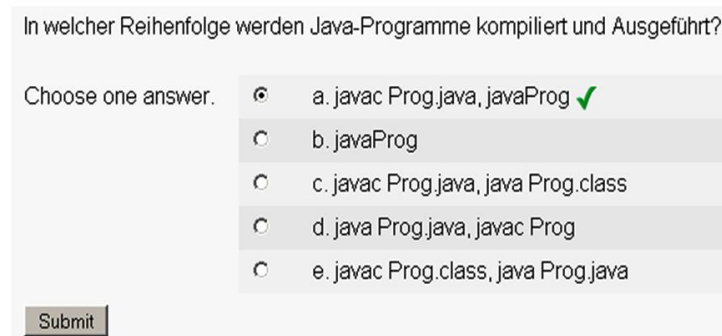
Choose one answer.

- ☐ a. 25
- ☐ b. 17
- ☒ c. 20 ✓
- ☐ d. 15
- ☐ e. 22

Correct

Marks for this submission: 1/1.

Abbildung 1.4: Beispielfrage eines „Multiple Choice Tests“ in einem Moodlesystem in Kontext der Java Programmierung [Lad09]



In welcher Reihenfolge werden Java-Programme kompiliert und Ausgeführt?

Choose one answer.

- ☒ a. javac Prog.java, javaProg ✓
- ☐ b. javaProg
- ☐ c. javac Prog.java, java Prog.class
- ☐ d. java Prog.java, javac Prog
- ☐ e. javac Prog.class, java Prog.java

Submit

Abbildung 1.5: Beispielfrage eines „Multiple Choice Tests“ in einem Moodlesystem in Kontext der Java Programmierung [Lad09]

Der Kurs in Abbildung 1.3 wird mit einer praktischen Übung abgeschlossen. Die Aufgabenstellung welche von den Kursteilnehmern gelöst werden soll, wird im Moodlesystem vom Kurstrainer bereitgestellt. Die ausgearbeiteten Lösungen können dann in das Moodlesystem hochgeladen und damit abgegeben werden. Durch die Vielzahl an Möglichkeiten hat sich der Einsatz von Moodlesystemen in zahlreichen Bildungseinrichtungen schon oft bewährt. Durch die rasche Weiterentwicklung des Moodlesystems wird dieses E-Learning bzw. Blended Learning Konzept in Zukunft sicher weiter an Bedeutung gewinnen. Auch die Inhalte dieser Arbeit könnten in einem Moodlekurs übersichtlich aufbereitet werden, um beispielsweise das Konzept der mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen leichter verständlich zu machen und besser lehren zu können [GDA09b] [Wei08] [GDA09a] [Dou10] [Ger07].

1.1.2 NetOp School

Die Software NetOp School [Sta10] bietet seinen Benutzern eine Vielzahl an Werkzeugen, welche es ermöglichen, Vorträge interaktiver, interessanter und einfacher zu gestalten. Aufgrund dieser Möglichkeiten können Lehrinhalte besser, schneller und einfacher vermittelt werden. Gerade im Zusammenhang mit den in dieser Arbeit vorgestellten Prozessen und Programmiersprachen ist ein derartiges System zur gleichzeitigen Schulung von mehreren Personen besonders geeignet. Der Bildschirminhalt des Vortragenden kann synchron auf alle Kursteilnehmerbildschirme projiziert werden. Im Gegensatz zu einem herkömmlichen Beamer, wo jene Kursteilnehmer welche im Hörsaal weiter hinten platziert sind meist benachteiligt sind, wird bei NetOp School der Bildschirminhalt des Vortragenden auf alle Bildschirme der Kursteilnehmer synchron übertragen, wodurch alle gleichgestellt sind. Es ist außerdem möglich, den Bildschirm eines Kursteilnehmers an alle Teilnehmer zu übertragen, um beispielsweise eine besonders gut gelungene Lösung einer Aufgabenstellung allen Teilnehmern zu präsentieren [Sta10] [GDA09a].

Ein denkbare Anwendungsszenario von NetOp School im Kontext dieser Arbeit wäre z.B. die verwendeten Programmiersprachen Java bzw. SAP ABAP in einem Klassenraumtraining zu lehren. Des Weiteren könnte der vorgestellte Prozess zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen aus Abbildung 6.1 bzw. 6.2 einem größeren Personenkreis in einem Vortrag mit Unterstützung von NetOp School besser vermittelt werden, als mit herkömmlichen Präsentationstechniken. Das NetOp School Markierungswerkzeug unterstützt den Vortragenden dabei, Elemente auf dem Bildschirm zu markieren bzw. hervorzuheben, wodurch ausführliche Erläuterungen und Erklärungen des Vortragenden entsprechend unterstützt werden können. Durch die NetOp School Fernsteuerung erhält der Kursleiter einerseits die Möglichkeit einzelnen Personen individuelle Hilfe zu geben und andererseits den gesamten Kurs zu dirigieren, um beispielsweise sicherzustellen, dass sich alle auf der gleichen Webseite befinden. NetOp School bietet die Möglichkeit Dateien (z.B. Unterrichtsmaterialien) auf alle Kursrechner zu verteilen, sowie die Möglichkeit Dateien von den Rechnern der Kursteilnehmer abzurufen. Eine besonders nützliche Funktion ist die Aufzeichnung. Dadurch können die gezeigten Inhalte in Form eines Videos aufgezeichnet werden. Eine Lehreinheit kann so elektronisch dokumentiert und bei Bedarf von den Kursteilnehmern jederzeit nochmals angesehen werden [Sta10] [GDA09a]. Im Kontext der Erwachsenenbildung ist die NetOp School Überwachungsfunktion sicherlich von sehr geringer Bedeutung. Der Vollständigkeit halber sei allerdings erwähnt, dass mit der Überwachungsfunktion sämtliche Bildschirme der Kursteilnehmer in Miniaturansicht auf dem Rechner des Kursleiters angezeigt werden können (vgl. Abb. 1.6).

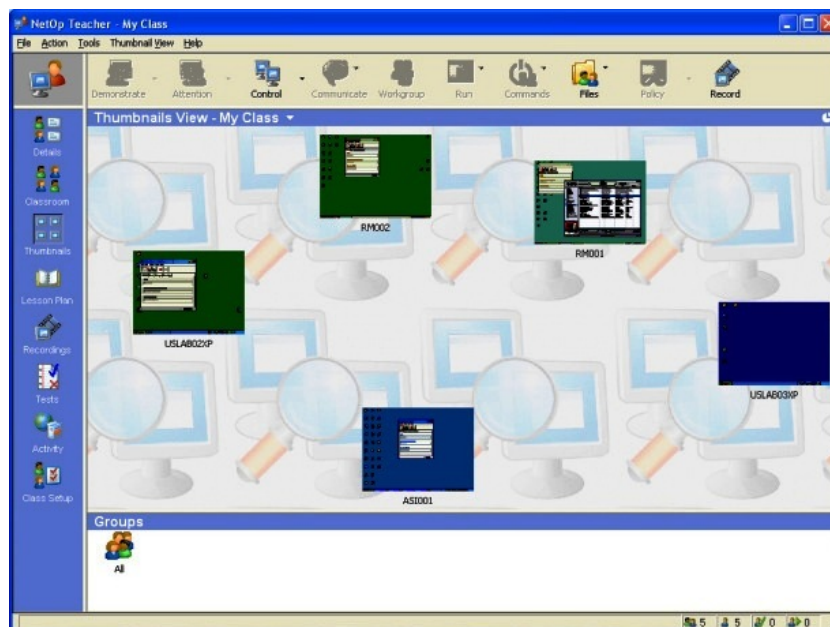


Abbildung 1.6: NetOp School Überwachungsfunktion zeigt sämtliche Bildschirme der Kursteilnehmer in Miniaturansicht auf dem Rechner des Kursleiters [Sta10]

Dadurch kann der Trainer sicherstellen, dass sich die Teilnehmer auch wirklich mit der gestellten Übungsaufgabe befassen und nicht mit etwas anderem. NetOp School bietet auch die Möglichkeit Arbeitsgruppen zu bilden, wobei pro Gruppe eine gewisse Anzahl an Personen zugeordnet werden, welche anschließend eine gemeinsame Aufgabenstellung ausarbeiten sollen. Durch diese Möglichkeit kann der Unterricht individueller und interessanter gestaltet bzw. besser auf die Teilnehmer abgestimmt werden. Die eben vorgestellten Funktionen von NetOp School können selbstverständlich nicht nur in einem Klassenraumtraining auf fix vorgegebenen Schulungsrechnern angewendet werden, sondern auf jedem beliebigen Rechner im Internet welcher NetOp School installiert hat. Der Vorteil dabei ist, dass Onlinekurse abgehalten werden können, wobei unterschiedlichste Teilnehmer, welche sich irgendwo auf der Welt im Internet befinden, daran teilnehmen können. In großen weltweit agierenden Unternehmen bietet diese Trainingsform enorme Zeit und Kostenvorteile (z.B. Reisezeit und Reisekosten zum Schulungsort). Die Kommunikation kann beispielsweise über einen klassischen Chat, Internettelephonie oder Videotelephonie erfolgen. Videotelephonie bietet natürlich den Vorteil, dass die Kommunikation angenehmer und persönlicher wird, da man sein gegenüber sehen kann und auch die Körpersprache sichtbar gemacht wird. Derartige Softwaresysteme werden bereits häufig eingesetzt und in Zukunft noch mehr an Bedeutung gewinnen. Ein ähnliches System wird z.B. bei SAP Kursen bereits eingesetzt. Einziger Nachteil dieser Technologie ist, dass man für einen auf NetOp School aufgebauten Vortrag zwingend einen (eigenen) Rechner mit einer installierten NetOp School Software benötigt [Sta10] [GDA09a].

1.1.3 Micro Teaching

Micro Teaching ist eine kurze Lehreinheit (ca. 5 bis 10min), wo vermehrt darauf geachtet wird, mit den Kursteilnehmern bzw. Zuhörern in Interaktion zu treten. Micro Teaching wird vor allem in kleinen Gruppen zur Erklärung von komplexen Sachverhalten eingesetzt. Wichtig ist hier vor allem, wie man überhaupt gezielt in eine Interaktion mit den Zuhörern treten kann, um den Teilnehmern ein bestimmtes Wissen nachhaltig zu vermitteln. Dies kann unter anderem z.B. durch ein von den Teilnehmern selbständig auszuarbeitendes Beispiel erfolgen. Im Mittelpunkt einer Micro Teaching Einheit steht die Fragestellung „Was möchte man, dass die Teilnehmer verstanden haben?“. Was ist der wichtigste Punkt bzw. die Kernaussage der Micro Teaching Session den die Teilnehmer auf lange Sicht mitnehmen sollen [Zil08].

Im Kontext dieser Arbeit könnte dies das grundlegende Verständnis der erläuterten Prozesse aus Abbildung 6.1 bzw. 6.2 sein. Es wäre auch denkbar, die programmiertechnischen Grundlagen der Java SAP Schnittstelle JCo in einer Micro Teaching Session zu behandeln. Es gibt

in dieser Arbeit sehr viele Themenkreise, welche über Micro Teaching vermittelt werden können, wie beispielsweise allgemeine Grundlagen der Programmierung z.B. „Was ist ein Datentyp?“. Zur Vorbereitung auf die Micro Teaching Einheit sollte vom Vortragenden ein kurzer theoretischer Teil (1 bis 2 Folien) mit den wichtigsten grundlegenden Punkten und ein kurzer praktischer Teil zur Kontrolle, ob das vermittelte Wissen von den Teilnehmern auch verstanden wurde, ausgearbeitet werden. In Abbildung 1.7 ist eine mögliche Mitarbeitskontrolle für die Micro Teaching Teilnehmer zum Thema „Was ist ein Datentyp?“ abgebildet [Zil08].

Mitarbeitskontrolle zum Thema Datentypen

Name:

Ordnen Sie die Datentypen den entsprechenden Werten zu.
Die Zuordnung kann durch Nummerieren oder durch verbinden mittels Linien erfolgen. Mehrfachzuordnungen sind möglich.

Datentyp
String
Integer
Boolean
Double

Werte
false
„01b“
„informatik“
0,2
3
25
20,4
true
590
„abc“

Viel Erfolg!

Abbildung 1.7: Mögliche Mitarbeitskontrolle für eine Micro Teaching Einheit zum Thema „Was ist ein Datentyp?“ [Lad09]

Diese Form der Wissensvermittlung ist ein sehr interessantes Konzept, welches durch seine Einfachheit großes Potential besitzt. Neues Wissen kann dadurch effizient vermittelt werden. Durch die Interaktion mit dem Vortragenden kann neues Wissen leichter aufgenommen werden. Typische Beispiele für Micro Teaching findet man häufig im Internet, in diversen Foren oder auf Webseiten, wo der Kernpunkt eines relativ komplexen Sachverhaltes anhand von einfachen Beispielen erläutert wird. Dies ist z.B. oft bei Programmierbeispielen der Fall, wo die wichtigsten Codezeilen (z.B. JCo Verbindung zu SAP aufbauen) in einem kleinen kurzen und einfachen Beispiel gezeigt werden.

Nachfolgend sind einige Punkte angeführt, welche aus Sicht des Vortragenden bei Präsen-

tionen und Micro Teaching Einheiten generell beachtet werden sollten:

- Ziel immer vor Augen haben den roten Faden beim Vortrag und Micro Teaching nicht verlieren
- Vorbereitung ist sehr wichtig
- Flexibilität ist wichtig um sich geänderten Umständen schnell anpassen zu können
- Wenn möglich anschauliche Beispiele bringen und ausprobieren
- Entspannte Atmosphäre in der Gruppe schaffen
- Unterschiedliche Dinge ausprobieren
- Es muss nicht immer Frontalunterricht sein
- Lernen aus Fehlern
- Einhaltung der Feedbackregeln
- Richtiges Entgegennehmen von Feedback
- Die richtige Formulierung von Feedback ist eine Herausforderung
- Interaktion mit dem Publikum (vor allem bei Micro Teaching)

Es ist gut verschiedene Dinge im Zusammenhang mit Unterrichtsmethoden auszuprobieren. Es muss nicht immer Frontalunterricht sein, denn oftmals kann man mit einem gut vorbereiteten Micro Teaching Vortrag mehr erreichen. Wichtig ist auch in welchem Kontext das ganze stattfindet und wo der Fokus liegt (Schulbildung, Erwachsenenbildung). Gute Vorbereitung ist entscheidend und sollte auf die Zielgruppe ausgerichtet sein. Prinzipiell sollten Lehrinhalte so einfach und verständlich wie möglich formuliert werden [Zil08].

1.2 Portable Software (Stickware)

Unter Stickware versteht man portable Software, welche ohne weitere Anpassungen auf verschiedenen Computern ausgeführt werden kann. Die portable Software wird dabei auf ein geeignetes Medium (z.B. USB Stick) kopiert bzw. installiert. Von diesem Medium kann die Software dann auf unterschiedlichen Computern mit einem kompatiblen Betriebssystem oder einer geeigneten Laufzeitumgebung ausgeführt werden. Der Nutzen von portabler Software ist, dass diese Software auf unterschiedlichen Rechnern verwendet werden kann, auf welchen allerdings nicht die gewohnte eigene Arbeitsumgebung vorhanden ist. Durch die Möglichkeit des flexiblen Einsatzes von Stickware, kann auf jedem kompatiblen PC die eigene Arbeitsumgebung rasch eingerichtet werden. Sämtliche benötigte Software wie z.B. Entwicklungsumgebungen können auf einem Fremdrechner verwendet werden, so wie man es vom eigenen Rechner gewohnt ist. Bestimmte Anwendungen sowie deren Einstellungen oder persönliche Daten stehen durch das einfach Einstecken eines USB Sticks mit portabler Software auch mobil auf Fremdrechnern zur Verfügung. Optimalerweise benötigt Stickware keine besonderen Installationsroutinen und kann meist direkt vom Trägermedium ausgeführt werden. Idealerweise hinterlässt Stickware keine Spuren auf dem Fremdsystem. Diese Spuren können beispielsweise Installationseinträge oder Benutzerdaten sein, welche nicht auf einem Fremdsystem zurückbleiben sollten. Die meisten Microsoft Windows [Mic09d] basierten Programme speichern ihre Konfigurationsdaten in der zentralen Windows Registrierungsdatenbank ab. Diese kann allerdings nicht zwischen verschiedenen Systemen kopiert werden, wodurch portable Software die Anforderung hat, ohne Einträge in der Registrierungsdatenbank auszukommen. Erschwerend kommt oftmals die verteilte Speicherung von Programmdateien in mehreren Systemverzeichnissen hinzu, wodurch sich die Anforderung an portable Software ergibt, sämtliche Daten auf dem portablen Speichermedium abzulegen [GDA09a].

Auf einem fremden Betriebssystem hat man häufig nicht die benötigten Berechtigungen um neue Software zu installieren bzw. zu starten. Stickware muss daher auch mit eingeschränkten Benutzerberechtigungen lauffähig sein. Dadurch ist auch sichergestellt, dass portable Software bei ordnungsgemäßer Konfiguration des Gastsystems keinen nennenswerten Schaden anrichten kann. Aufgrund dieser Kriterien eignen sich natürlich nicht alle Programme als portable Software. Programme wie z.B. Editoren eignen sich meist sehr gut für den portablen Einsatz. Neben den technischen Aspekten spielen in diesem Zusammenhang auch Softwarelizenzen und etwaige Kopierschutzmechanismen eine entscheidende Rolle. Häufig ist das Kopieren von Software vom Hersteller oder Lizenzgeber unerwünscht und wird in der Lizenzvereinbarung verboten. Ein weiterer wichtiger Punkt sind Sicherheitsvorschriften in Unternehmen. IT Verantwortliche sind für die Sicherheit der IT Systeme im Unternehmens-

netzwerk verantwortlich. Portable Software auf Wechseldatenträgern entzieht sich allerdings der Kontrolle durch die IT-Verantwortlichen und stellt ein zusätzliches Risiko (Viren, etc.) für ein Unternehmen dar. Im Kontext der Lehre sind portable Softwaresysteme durchaus sinnvoll, da Übungsbeispiele und relevante Software direkt am mobilen Datenträger gespeichert werden können, unabhängig davon auf welchem Rechner man sich befindet. Damit sind alle Daten zentral auf dem mobilen Datenträger gespeichert und der Benutzer hat immer alle benötigten Daten bei sich. Als Vortragender wäre z.B. denkbar, dass ein komplettes Moodlesystem (vgl. Abschnitt 1.1.1) auf einem USB Stick eingerichtet ist, welches auf jedem beliebigen Rechner aktiviert werden kann. So kann das Moodlesystem flexibel, einfach und rechnerunabhängig betrieben werden [GDA09a].

Kapitel 2

Einführung in die Instandhaltung

Dieses Kapitel bildet eine kurze Einführung in die Thematik der Instandhaltung und befasst sich mit der zunehmenden Bedeutung, sowie dem Wandel der Sichtweise auf die Instandhaltung. Es werden außerdem einige grundlegende Begriffe erläutert, welche für das Verständnis dieser Arbeit maßgeblich sind.

2.1 Einführung in die Grundlagen der betrieblichen Instandhaltung

Die ständige Weiterentwicklung von Produktionsprozessen vor allem in Hinblick auf vollautomatisierte Fertigung und Produktionsqualität bedingt ohne Zweifel die Sicherstellung von entsprechender Anlagenverfügbarkeit. Die Verfügbarkeit von Produktionsanlagen gewinnt speziell im Zeitalter globaler Märkte immer mehr an Bedeutung und ist für den nachhaltigen Erfolg von Unternehmen entscheidend.

Die Instandhaltung technischer Anlagen steht im direkten Zusammenhang mit der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens und leistet somit einen entscheidenden Beitrag zum Unternehmensergebnis. In der modernen Instandhaltung geht es bei weitem nicht nur um die Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit, sondern auch um Aspekte wie Anlagensicherheit, Qualität und Umweltschutz. Moderne Unternehmen betreiben ein umfassendes Anlagenmanagement, welches in sämtliche Prozesse während des gesamten Lebenszyklus einer technischen Anlage integriert ist.

Auch die Anforderungen an die Zusammenstellung von Instandhaltungsteams haben sich im Laufe der Zeit verändert. Durch immer komplexer werdende Anlagensysteme, verknüpft mit elektronischen Komponenten und Computersystemen, werden vermehrt Spezialisten aus den Bereichen Elektronik und Informationstechnologie für die Instandhaltung benötigt. In

vielen Fällen betreuen externe Experten und Berater gemeinsam mit den firmeneigenen Anlagentechnikern die instand zu haltenden technischen Objekte.

Durch diese globalen Entwicklungen wird der Instandhaltung auch in den Köpfen der Entscheidungsträger eine immer wichtigere Rolle zugeschrieben. Eine zielgerichtete und modern aufgestellte Instandhaltung kann zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil werden. Um einen derartigen Vorteil für die Instandhaltung und damit das gesamte Unternehmen zu erzielen, ist es notwendig, die benötigten Instandhaltungsprozesse durch moderne Kommunikations- und Informationstechnologien zu unterstützen [Lie08] [Ras00].

Wie bereits erwähnt, gewinnt die Instandhaltung aufgrund von strategischen Wettbewerbsvorteilen immer mehr an Bedeutung. Mögliche betriebswirtschaftliche Gründe für diesen steigenden Einfluss sind nach [Lie08] zum Beispiel die steigenden Anschaffungswerte für technische Anlagen, das starke Ansteigen von Schadensfolgekosten und die termingenaue Zusammenarbeit mit Lieferanten und Kunden. Auch aus volkswirtschaftlicher Sicht gibt es einige Faktoren die für den wachsenden Einfluss der Instandhaltung sprechen, wie beispielsweise verschärfte Umwelt- und Arbeitsschutzvorschriften, die Globalisierung der Produktmärkte oder der stetige Zuwachs von Erwerbstätigen im Instandhaltungsbereich [Bie08]. Interessant im Zusammenhang mit dieser Thematik sind natürlich auch technologische Einflussgrößen nach [Mat05], wie erhöhte Innovationsgeschwindigkeit, steigende Automatisierung und erhöhte Vernetzung von Anlagen.

2.2 Ziele der Instandhaltung

In den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten entwickelte sich im Bereich der Unternehmensinstandhaltung ein Trend, weg von einer Instandhaltung als reiner Kostenverursacher, hin zu einer Instandhaltung welche in der unternehmerischen Prioritätenliste der Zielsetzungen weiter oben angesiedelt ist und dem ständig wachsenden Wettbewerbsdruck bezüglich Qualität und Produktivität gewachsen ist [Lie08] [Bie08].

Auch wenn die Instandhaltung stetig an Einfluss im Unternehmen gewinnt, muss sie trotzdem ihren Beitrag zur Minimierung der betrieblichen Gesamtkosten leisten. Das bedeutet, dass durch geeignete Strategien ein Optimum zwischen Kosten der vorbeugenden Instandhaltung und Kosten von Maschinenausfällen gefunden werden muss [Mat05]. Selbstverständlich sollen hier auch jene Kostenfaktoren berücksichtigt werden, welche nicht direkt zuordenbar sind wie z.B. Termintreue, Risikominimierung oder die Erhaltung der Produktqualität [Mat01].

Bedingt durch die Globalisierung der Märkte arbeiten Kunden und Lieferanten immer enger miteinander zusammen. Dadurch wird die Abhängigkeit von einzelnen Produktionsstufen der

Fertigung immer größer. In den heutigen Fertigungsprozessen bildet sich dadurch meist eine Abhängigkeit der Anlagenverfügbarkeit von vorhergehenden Produktionsschritten bzw. Zwischenprodukten. Früher war es möglich, bei Störungen im Produktionsablauf entsprechende hausinterne Gegenmaßnahmen zu treffen. Bei den heute üblichen globalen Produktionsprozessen sind lokale bzw. interne Maßnahmen zur Behebung von Produktionsstörungen nicht denkbar. Dadurch sind die Vermeidung von Störungen sowie die Gewährleistung der Anlagenverfügbarkeit besonders wichtige Ziele der Instandhaltung [Lie08] [Bie08] [Ras00].

Ein anderes, wichtiges Ziel der modernen Instandhaltung ist die so genannte Instandsetzungsvermeidung. Hier geht es nach der deutschen Industrienorm DIN 31051 [Deu03] darum, die Behebung von Mängeln und Schäden, welche z.B. durch Abnutzung, Alterung und Witterungseinflüsse entstanden sind weitgehend zu vermeiden. Dies kann beispielsweise durch eine Änderung der Konstruktion einer Anlage erreicht werden. Eine andere Möglichkeit ist die Produktionsmitarbeiter derart zu integrieren, dass möglichst keine ungeplanten Ausfälle zustande kommen. Auch spezielle Rufbereitschaften zur Störungsbeseitigung können zur Erreichung dieses Ziels eingesetzt werden [Lie08] [Bie08].

Ein wichtiger Punkt der keinesfalls außer acht gelassen werden darf, ist die Tatsache, dass sich technische Anlagen und Maschinen in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt haben. Durch die Verschmelzung von Maschinenbau und Elektrotechnik wird es im Gegensatz zu früher immer schwieriger Wartungsarbeiten durchzuführen. Meist wird für die Instandhaltung speziell geschultes Personal benötigt, was sich natürlich auf die Instandhaltungskosten auswirkt. Konstrukteure von neuen Anlagen und Maschinen neigen nicht mehr zur Überdimensionierung, sondern entwickeln schlanke, leichtere und kompakte Anlagen, wodurch eine Vielzahl von Bauteilen wesentlich sensibler auf Defekte und Verschleiß reagieren [Lie08] [Bie08].

Durch die zunehmende Modularisierung von Maschinen und technischen Anlagen, geht die Instandhaltung immer mehr in Richtung Komponenteninstandhaltung. Dabei liegt der Fokus auf einzelnen Bauteilen bzw. Baugruppen einer Anlage die gewartet und instand gehalten werden müssen.

Als Hauptziele der Instandhaltung können ohne Zweifel die Zuverlässigkeits- und Sicherheitsmaximierung gemeinsam mit der Kostenminimierung bzw. Gewinnmaximierung gesehen werden. Unfälle im Zusammenhang mit Umwelt- und oder Personenschäden sowie unfreiwillige Stillstandszeiten müssen bestmöglich vermieden werden. Die Instandhaltung ist als integraler Bestandteil der Produktion zu sehen und muss auch im Bezug auf die Kostenminimierung in das bestehende Logistiksystem eingebunden werden [Mat05] [Mat01].

Mögliche Teilziele nach [Mat05], [Mat01], [Lie08] und [Bie08] sind nachfolgend angeführt:

Technisch- organisatorische Ziele:

- Verbesserung des technischen Zustandes der Betriebseinrichtungen
- Reduktion bzw. Vermeidung von Folgeschäden und Maschinenausfällen
- Reduzierung des Instandhaltungsumfanges
- Erhöhung und optimale Nutzung der Lebensdauer von Anlagen
- Vereinheitlichung der Aufbau- und Ablauforganisation
- Optimierung von Betriebsabläufen

Wirtschaftliche Ziele:

- Reduktion von Personal-, Material-, Ausfall- und Ausfallfolgekosten
- Verbesserung und Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit
- Weitererhaltung von Betriebseinrichtungen
- Vorausschauende Planung von Kosten

Weitere Ziele:

- Erhöhung der Arbeits- bzw. Betriebssicherheit
- Verringerung der Personalfuktuation
- Verbesserung der Qualität der Endprodukte
- Einhaltung von gesetzlichen Auflagen (z.B. Umweltauflagen)
- Einhaltung von Herstellervorschriften (z.B. zum Erhalt von Gewährleistungsansprüchen)

Die eben angeführten Ziele sind keineswegs als vollständig anzusehen. Abhängig von der Branche, Unternehmensgröße, Anlagenstruktur sowie anderen Einflussgrößen können weitere Ziele hinzukommen bzw. können die Ziele unterschiedlich priorisiert werden. Jedes Unternehmen sollte klare Instandhaltungszielsetzungen entwickeln und diese an alle Beteiligten (z.B. Kunden, Mitarbeiter) kommunizieren.

2.3 Begriffe der Instandhaltung

In diesem Abschnitt werden Grundbegriffe der Instandhaltung nach DIN 31051:2003-06 [Deu03] näher erläutert. Die bisherige Version der DIN Norm 31051 aus dem Jahre 1985 wurde aufgrund der 2001 veröffentlichten ÖNORM EN 13306 [Öst01], worin neue Begriffe für die Instandhaltung erarbeitet wurden, überarbeitet und im Juni 2003 neu veröffentlicht.

Der Begriff Instandhaltung wird nach der Norm DIN 31051 [Deu03] definiert als „Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes, sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes“. Wie in nachfolgender Abbildung 2.1 ersichtlich, wird die Instandhaltung nach DIN 31051:2003-06 in die vier Grundmaßnahmen Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung unterteilt.

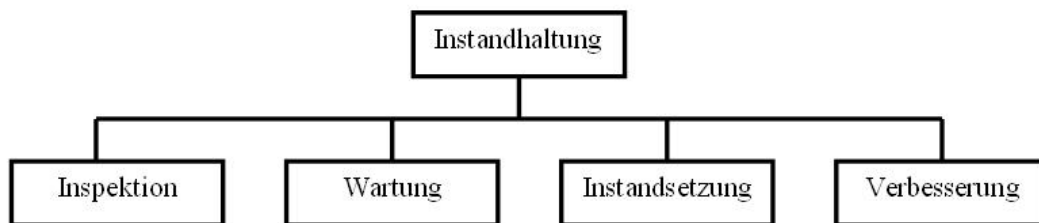


Abbildung 2.1: Die vier Grundmaßnahmen der Instandhaltung nach DIN 31051:2003-06 [Deu03]

In weiterer Folge werden Begriffe aus der Instandhaltung im Detail erläutert.

2.3.1 Inspektion

Die Inspektion dient zur Feststellung und Beurteilung des Zustandes einer technischen Anlage. Durch (periodische) Inspektionen ist es möglich, erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen zu veranlassen, um eine hohe Verfügbarkeit und Betriebssicherheit der Anlagen und Maschinen zu gewährleisten [Mat05] [Mat01] [SAP07c]. Nach der neuen Norm DIN 31051 ist Inspektion wie folgt definiert.

„Alle Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes eines technischen Objektes einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung“ [Deu03].

Die Inspektion umfasst beispielsweise Maßnahmen wie „Prüfen“, „Messen“, „Beobachten“ oder „Beurteilen“. Daraus resultierend werden entsprechende Konsequenzen wie z.B. Reparaturarbeiten abgeleitet. Zur Feststellung des Zustandes eines technischen Objektes sollte die Inspektion stets unter konstanten Betriebs- und Umweltbedingungen erfolgen. Damit

ein direkter Vergleich zwischen Ausgangs- und Ist-Zustand durchgeführt werden kann ist es sinnvoll, Maßstäbe und Toleranzen in denselben Dimensionen anzugeben wie im Ausgangszustand des zu inspizierenden technischen Objektes [Lie08] [Ras00].

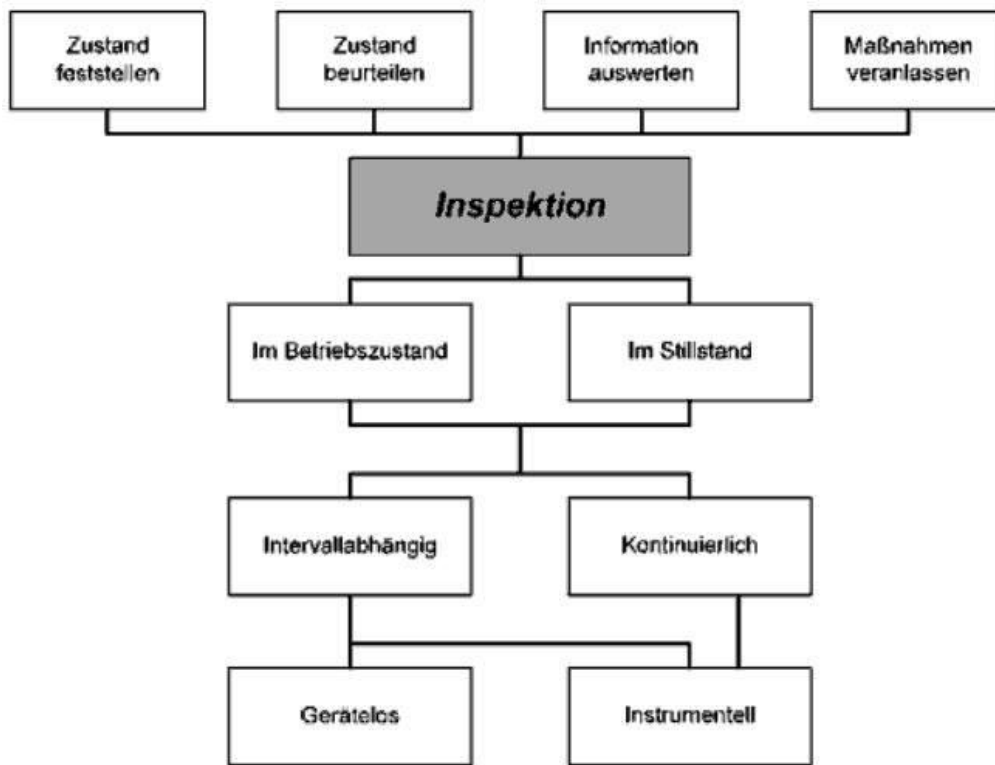


Abbildung 2.2: Teilmaßnahmen der Inspektion und verschiedene Durchführungsarten nach [War95]

Die Abbildung 2.2 nach [War95] zeigt welche Teilmaßnahmen in der Inspektion unterschieden werden können im Zusammenhang mit den verschiedenen Arten der Inspektionsdurchführung. Beispielsweise kann das Feststellen des Zustandes von technischen Einrichtungen im Betriebszustand oder während des Stillstandes einer technischen Anlage erfolgen. Für die Durchführung der Inspektion kann außerdem zwischen intervallabhängig und kontinuierlich sowie in weiterer Folge nach gerätelos und instrumentell unterschieden werden.

Die in Abbildung 2.2 dargestellten Arten der Inspektionsdurchführung (Im Betriebszustand, Im Stillstand, intervallabhängig, kontinuierlich, gerätelos, instrumentell), werden auf die entsprechenden Teilmaßnahmen der Inspektion (Zustand feststellen, Zustand beurteilen, Information auswerten, Maßnahmen veranlassen) je nach Art des zu inspizierenden technischen Objektes entsprechend angewendet.

Die Inspektion kann durch die Einführung von Diagnosesystemen unterstützt werden. Derartige Systeme machen z.B. durch eine permanente Onlineüberwachung Inspektionsarbeiten überflüssig. Heute eingesetzte computergesteuerte Fertigungseinrichtungen besitzen meist

ein integriertes Fehlerdiagnosesystem. Dadurch ist es möglich, dass Fehler rasch aufgezeigt und behoben werden können noch bevor der Fertigungsprozess dadurch beeinträchtigt wird. Nachfolgende Abbildung 2.3 nach [BD82] zeigt die mögliche Funktionsweise eines derartigen Überwachungs- und Diagnosesystems.

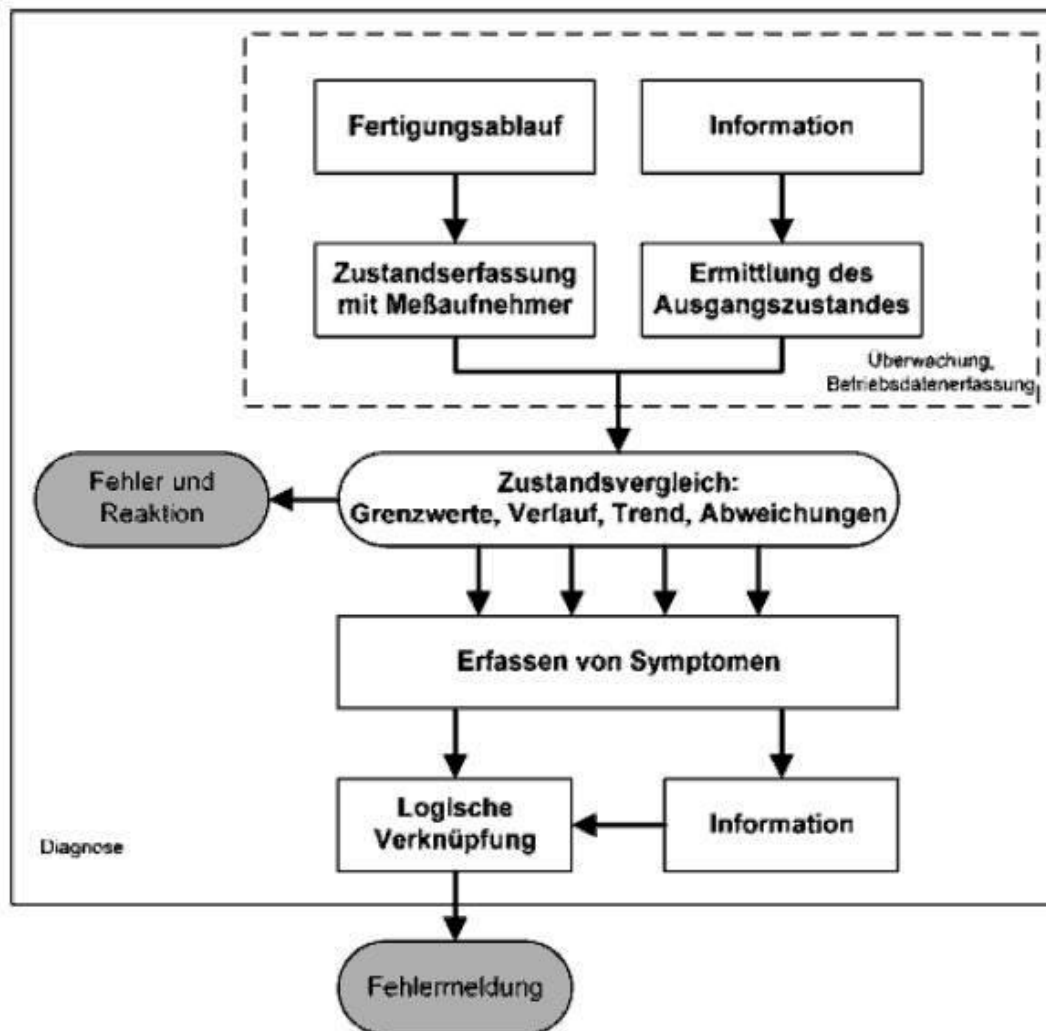


Abbildung 2.3: Funktionsweise eines Überwachungs- und Diagnosesystems nach [BD82]

2.3.2 Wartung

Unter Wartung werden nach DIN 31051 [Deu03] Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes, sowie Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus vom vorhandenen Abnutzungsvorrat verstanden. Die Wartung dient dazu eventuellen Störungen des Produktionsablaufs vorzubeugen. Beispielhafte Wartungsmaßnahmen sind „Schmieren“, „Reinigen“, „Nachstellen“, „Auswechseln“ oder „Justieren“ [Ras00] [Bie08].

Damit die geforderte Funktionalität und Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen dauerhaft erreicht werden kann, sind in regelmäßigen Intervallen - z.B. auf Basis von Herstellervorschriften oder Wartungsplänen - entsprechende Wartungsmaßnahmen durchzuführen [Lie08]. Die Abbildung 2.4 nach [War95] zeigt die wichtigsten Teilmaßnahmen der Wartung im Zusammenhang mit den verschiedenen Arten der Wartungsdurchführung.



Abbildung 2.4: Teilmaßnahmen der Wartung und verschiedene Durchführungsarten [War95]

Unter der Teilmaßnahme „Reinigen“ versteht man beispielsweise das Entfernen von Fremd- bzw. Hilfsstoffen. Beim Konservieren werden geeignete Schutzmaßnahmen gegen eventuelle Fremdeinflüsse getroffen. Durch die Teilmaßnahme „Nachstellen“ können technische Einrichtungen neu eingestellt bzw. für geänderte Bedingungen neu konfiguriert werden, wodurch ein mögliches Fehlverhalten verhindert werden kann. Der Wartungsvorgang „Schmieren“ bewirkt ein Zuführen von geeigneten Schmierstoffen zu Schmier- und Reibstellen. Unter „Ergänzen“ wird das Nach- bzw. Auffüllen von Hilfs- und Betriebsstoffen verstanden. Bei der Maßnahme „Auswechseln“ werden Hilfsstoffe und kleine Bauteile bzw. Baugruppen rasch ausgetauscht.

Die eben beschriebenen Teilmaßnahmen der Wartung stehen eng in Verbindung mit den ver-

schiedenen Möglichkeiten wie diese Tätigkeiten durchgeführt werden können zum Beispiel während des Betriebes oder beim Stillstand einer technischen Anlage.

2.3.3 Instandsetzung

Durch Instandsetzungsmaßnahmen werden nicht funktionsfähige technische Objekte sowohl bei planmäßigen als auch bei unplanmäßigen Stillständen ausgetauscht, damit die volle Funktionalität wieder gewährleistet ist. In der Norm DIN 31051 ist der Begriff Instandsetzung wie folgt definiert: „Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand, mit Ausnahme von Verbesserungen“ [Deu03]. Der Begriff Instandsetzung entspricht dem früher häufig verwendeten Ausdruck Reparatur und wird in die beiden Teilbereiche „Ausbessern“ (Instandsetzung durch Bearbeiten) und „Austauschen“ (Instandsetzung durch Ersetzen) unterteilt [Mat05]. Die nachfolgende Abbildung 2.5 nach [War95] zeigt die Gliederung der Instandsetzungsmaßnahmen nach Zeitpunkt und Planbarkeit.

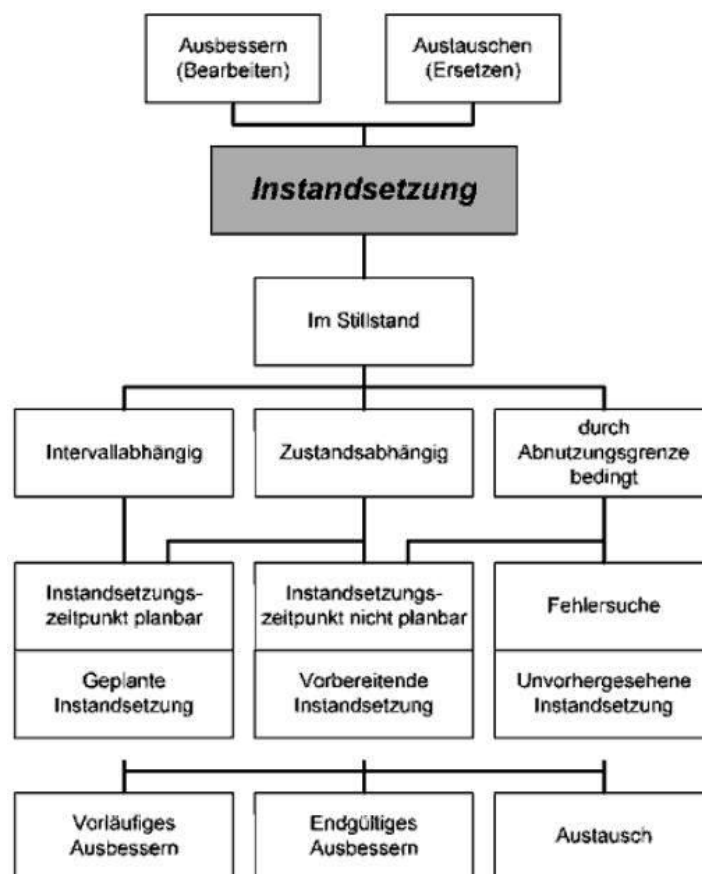


Abbildung 2.5: Teilmaßnahmen der Instandsetzung und verschiedene Durchführungsarten nach [War95]

Zu welchem Zeitpunkt entsprechende Instandsetzungsmaßnahmen eingeplant werden, kann

wie in [Deu80] beschrieben von unterschiedlichen Ereignissen abhängen. Ein mögliches Ereignis ist der bei einer durchgeführten Inspektion festgestellte Zustand eines technischen Objektes. Aufgrund dieses Zustandes wird der Zeitpunkt der Instandsetzung festgelegt. Eine andere Möglichkeit um Instandsetzungsmaßnahmen festzulegen sind z.B. messbare Parameter wie Zeit, Betriebsstunden oder Stückzahlen. Des Weiteren existieren Ansätze wie die geplante- bzw. ungeplante Instandsetzung. Bei der geplanten Instandsetzung werden die benötigten Instandsetzungsmaßnahmen nach Art, Umfang und Zeitpunkt vorausgeplant und durchgeführt, um die volle Betriebsfähigkeit eines technischen Objektes wiederherzustellen bzw. zu erhalten. Der optimale Zeitpunkt wann diese geplanten Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden beruht meist auf Erfahrungswerten oder Angaben des Herstellers. Im Gegensatz dazu steht die ungeplante Instandsetzung, wobei weder der Instandsetzungszeitpunkt noch die Art und der Umfang der Instandsetzungsmaßnahmen bekannt sind.

2.3.4 Verbesserung

Die Grundmaßnahme Verbesserung der Instandhaltung wird nach der neuen Norm DIN 31051 definiert als „Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements zur Steigerung der Funktionssicherheit eines technischen Objektes, ohne die von ihr geforderte Funktion zu ändern“ [Deu03]. Durch die ständige Verbesserung von Anlagen erhöht sich die Betriebs- und Funktionssicherheit von technischen Objekten. Als Verbesserungsmaßnahmen sind unter anderem die Beseitigung von Schwachstellen, die Verbesserung der Konstruktion von technischen Anlagen sowie die Optimierung von Geschäftsprozessen und die Beschleunigung des Informationsaustausches zu nennen [Lie08].

Eine Steigerung der Funktionssicherheit lässt sich beispielsweise durch das Beseitigen von Schwachstellen im Zusammenhang mit Fehleranalysen bzw. Fehlerdiagnosen realisieren [Mat05]. Die folgende Abbildung 2.6 nach [Deu03] zeigt den Ablauf wenn eine Verbesserungsmöglichkeit gefunden wird. Es wird geprüft, ob die Verbesserung sowohl technisch als auch wirtschaftlich möglich und sinnvoll ist.

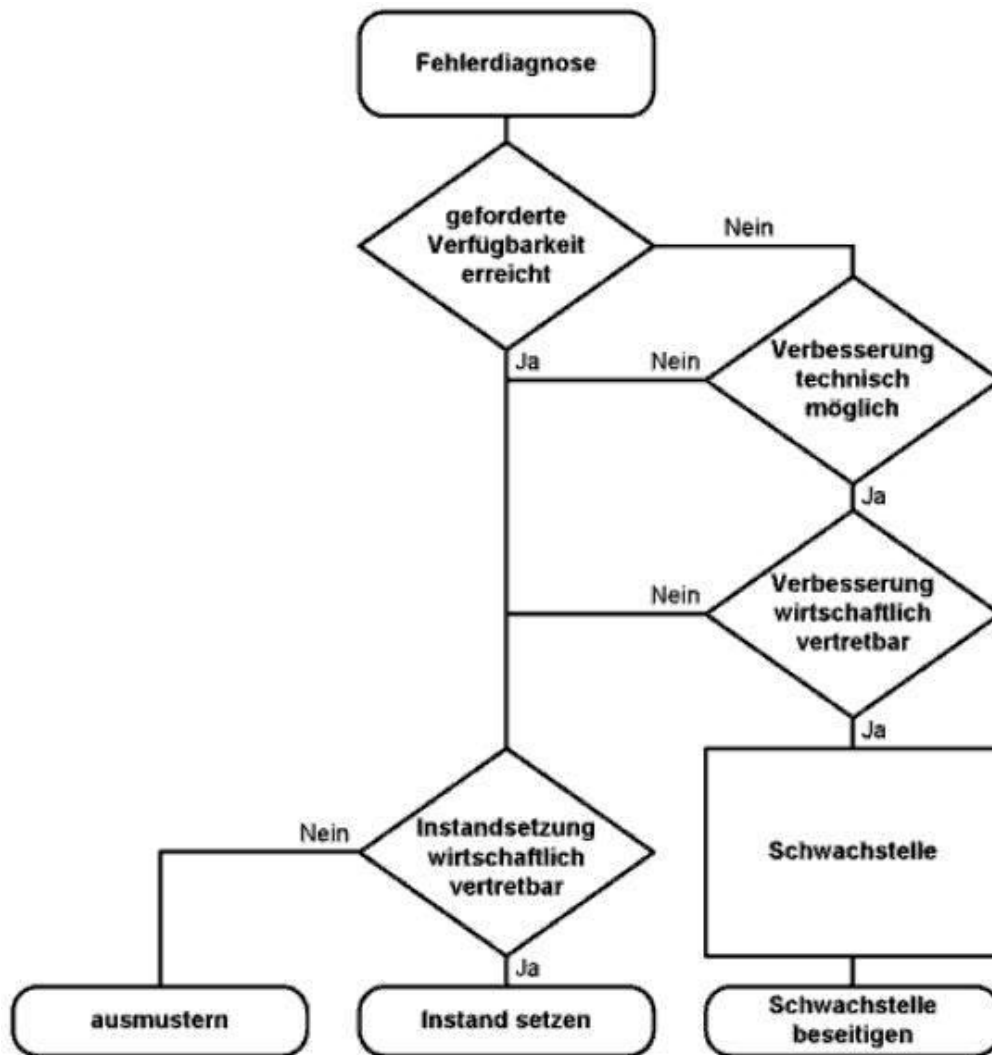


Abbildung 2.6: Ablauf Fehlerdiagnose bei Verbesserungen nach [Deu03]

2.3.5 Abnutzungsvorrat

Der Abnutzungsvorrat bezeichnet im Sinne der Instandhaltung jenen Vorrat, den ein technisches Objekt enthält, um die Funktionserfüllung dieses technischen Objektes unter festgelegten Bedingungen zu gewährleisten [Deu03]. Das folgende Beispiel welches in Abbildung 2.7 nach [War92] dargestellt ist, zeigt den Bauteil Lager, welcher in einer Baugruppe eingesetzt ist.

Bei der Produktion hat das Lager einen bestimmten Abnutzungsvorrat (z.B. Menge oder Dicke des zu verschleißenden Lagermaterials) erhalten. Im betrieblichen Einsatz geht dieser Abnutzungsvorrat nach und nach verloren, bis er aufgebraucht ist und das Lager ausfällt. Durch entsprechende Instandsetzungsmaßnahmen muss neuer Abnutzungsvorrat bereitgestellt werden (Teiletausch). Aufgabe der Inspektion ist es, zu bestimmen, welcher Punkt der

Kurve zu einem bestimmten Zeitpunkt vorliegt und herauszufinden, wie weit der vorgefundene Abnutzungsvorrat von dem erwarteten abweicht, sowie die Analyse der daraus resultierenden Konsequenzen für den Fertigungsprozess [Bie08] [Mat05].

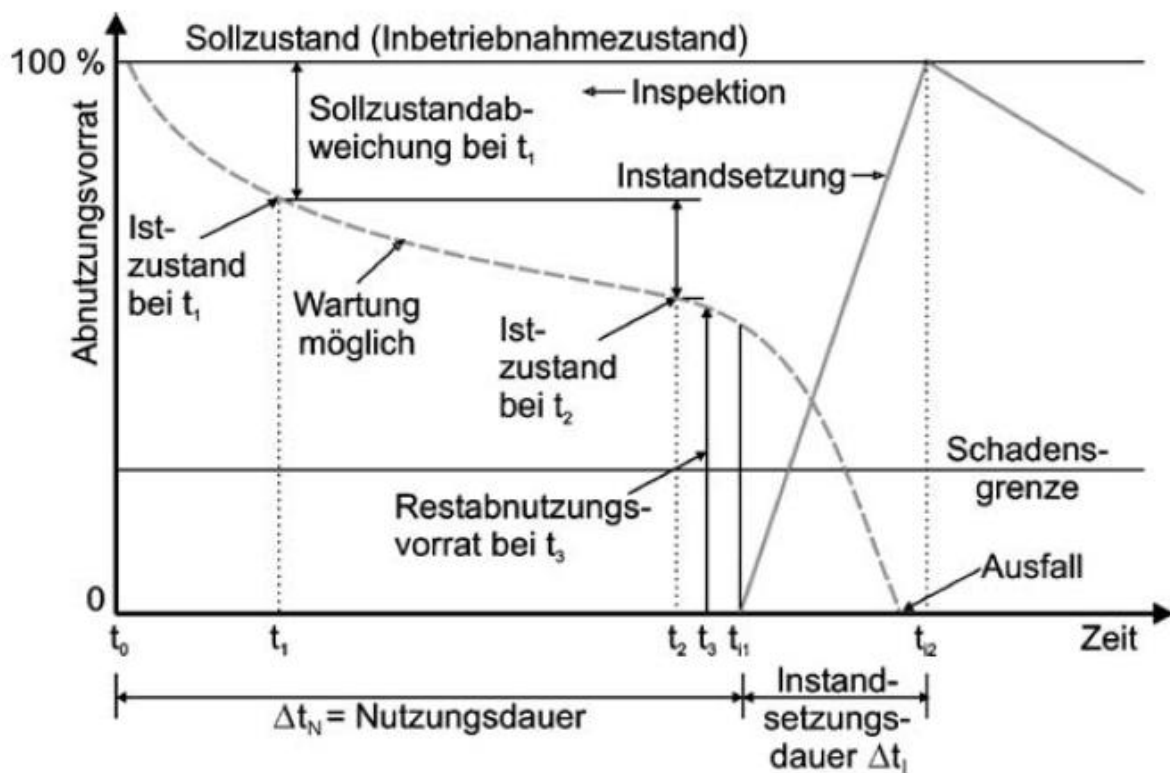


Abbildung 2.7: Abnahme des Abnutzungsvorrates eines Lagers (z.B. Kugellager) über die Zeit nach [War92]

Elektronische Bauteile weisen meist den in Abbildung 2.8 nach [ZVE96] dargestellten Kurvenverlauf auf, wobei es zu einem schlagartigen Abbau des Abnutzungsvorrates kommt. Anhand von Zustandsmessungen der Inspektion lässt sich zu keinem Zeitpunkt der Kurve erkennen, welcher Verschleißfortschritt erreicht wurde.

Aufgrund der starken Verschmelzung zwischen Maschinenbau und Elektrotechnik in modernen technischen Anlagen treten häufig Mischformen der beiden Abnutzungsvorratskurvenverläufe auf. Maßgeblich für den Verlauf des Abnutzungsvorrates sind auch diverse Einflussfaktoren wie z.B. Werkstoffeigenschaften, konstruktive Auslegung, Art und Dauer der Beanspruchung sowie Temperatur und klimatische Verhältnisse [Bie08].

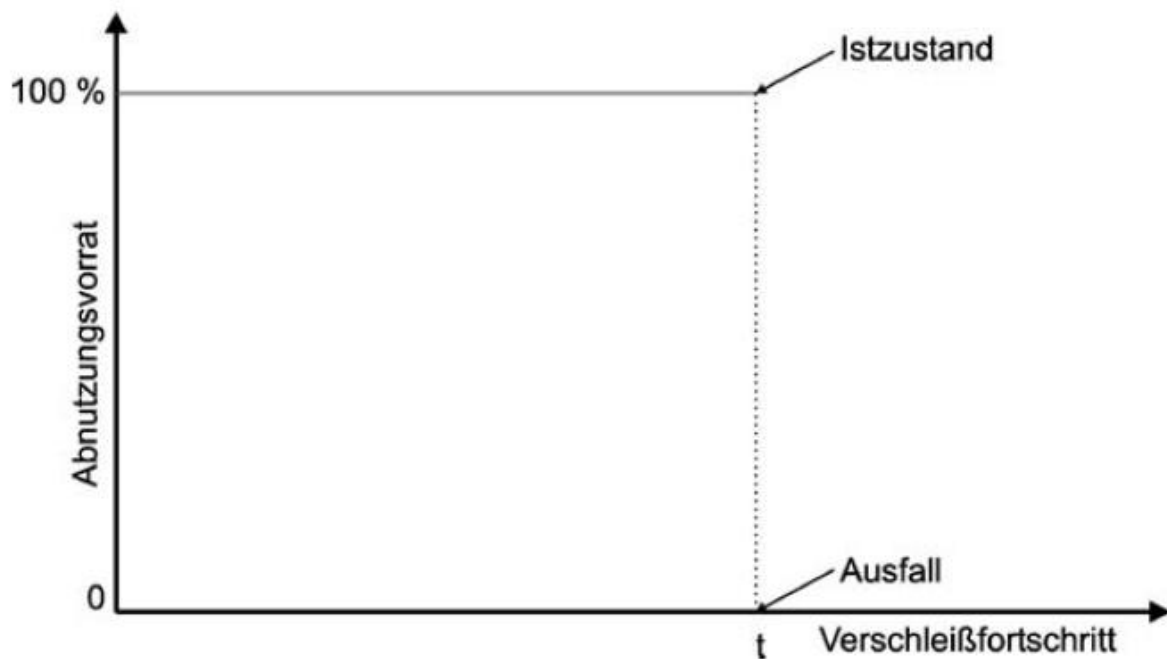


Abbildung 2.8: Abnahme des Abnutzungsvorrates eines elektronischen Bauteils über die Zeit nach [ZVE96]

2.3.6 Ausfallrate

Bei der Konstruktion von modernen technischen Anlagen wird der Sachverhalt der Abnutzung bereits bei der Anlagenkonstruktion berücksichtigt. Trotz aller Bemühungen ist der Faktor Abnutzung leider nicht gänzlich vermeidbar, wodurch es zu einer Funktionsbeeinträchtigung oder gar einem Ausfall einer technischen Anlage kommen kann. Um entsprechende Gegenmaßnahmen im Kontext der Instandhaltung einleiten zu können ist es notwendig, grundlegende Kenntnisse über das Ausfallverhalten von technischen Anlagen zu besitzen [Ras00].

Aufgrund der Vielzahl an Möglichkeiten die zu einem Ausfall von technischen Objekten führen können, gestaltet es sich relativ schwierig, eine vernünftige zeitliche Prognose eines möglichen Anlagenausfalls zu erstellen. Es wird zwischen fallender, konstanter und steigender Ausfallrate unterschieden. Durch den Verlauf der Ausfallrate ist es möglich, die charakteristischen Phasen der Lebensdauer eines technischen Objektes mit Hilfe der so genannten Badewannenkurve zu klassifizieren [Ras00] [Mat05].

Bei dem Klassifizierungsmodell Badewannenkurve (siehe Abbildung 2.9 nach [Ras00]) werden die drei Phasen Frühausfälle, Zufallsausfälle und Altersausfälle unterschieden.

Die Frühausfallsphase ist oft auch die Anlaufphase einer technischen Anlage. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn eine Anlage oder Maschine neu in Betrieb genommen wird und erst

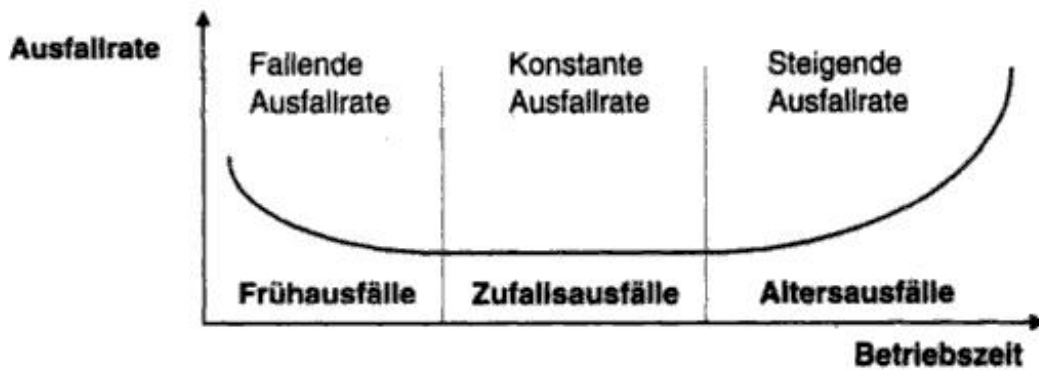


Abbildung 2.9: Ausfallverhalten von technischen Objekten nach [Ras00]

auf die benötigten Anforderungen eingestellt werden muss. Ausfälle in dieser Phase beruhen oft auf Fehlern in Konstruktion, Fertigung, Zusammenbau oder Konfiguration. Die Ausfälle treten zu Beginn häufiger auf und werden mit fortschreitender Betriebszeit immer seltener, wodurch auch die abfallende Ausfallrate der Badewannenkurve erklärt werden kann [Mat05] [Ras00] [Mat01].

Wenn sich das technische System in die normale Arbeitsperiode eingeschwungen hat, treten meist nur noch Zufallsausfälle auf. Derartige Ausfälle kommen oft durch das Zusammenwirken von mehreren ungünstigen Umständen, wie z.B. fehlerhafte Bedienung, lokale Überbeanspruchungen oder besondere Umgebungseinflüsse, zustande. Zufallsausfälle sind unabhängig vom Alter sowie von den technischen Abnutzungserscheinungen eines Bauteils und können nicht vorhergesehen werden.

Altersausfälle hingegen sind auf die reguläre Abnutzung eines technischen Objektes zurückzuführen. Die Abnutzungs- und Alterserscheinungen von Bauteilen schreiten mit der Zeit allmählich fort und führen beim Erreichen eines bestimmten Abnutzungsstadiums zu einem Ausfall. Es ist leicht einzusehen, dass eine vorbeugende Instandsetzung nur im Bereich der Altersausfälle sinnvoll ist, da nur in dieser Phase eine mögliche Ausfallursache identifiziert werden kann [Mat05] [Ras00] [Mat01].

Kapitel 3

Instandhaltungsmanagement

Die Aufgabe des Instandhaltungsmanagements ist die Gestaltung der Instandhaltungsprozesse im Zusammenhang mit den für die Instandhaltung definierten Zielen. Die Zielsetzung ist selbstverständlich auch auf die wirtschaftlichen Gesichtspunkte und somit auch auf die Effizienz der Instandhaltungsmaßnahmen ausgerichtet [Aur06] [Mat05].

Nach der Norm EN13306:2001 [Öst01] ist Instandhaltungsmanagement definiert als: „Alle Tätigkeiten der Führung, welche die Ziele, die Strategie und die Verantwortlichkeiten der Instandhaltung bestimmen und sie durch Mittel wie Instandhaltungsplanung, Steuerung und Überwachung und Verbesserung der Organisationsmethoden einschließlich wirtschaftlicher Gesichtspunkte verwirklichen.“

Die Führungsaufgaben des Instandhaltungsmanagements sind in nachfolgender Abbildung 3.1 nach [BDK92] in Form eines Regelkreises dargestellt.

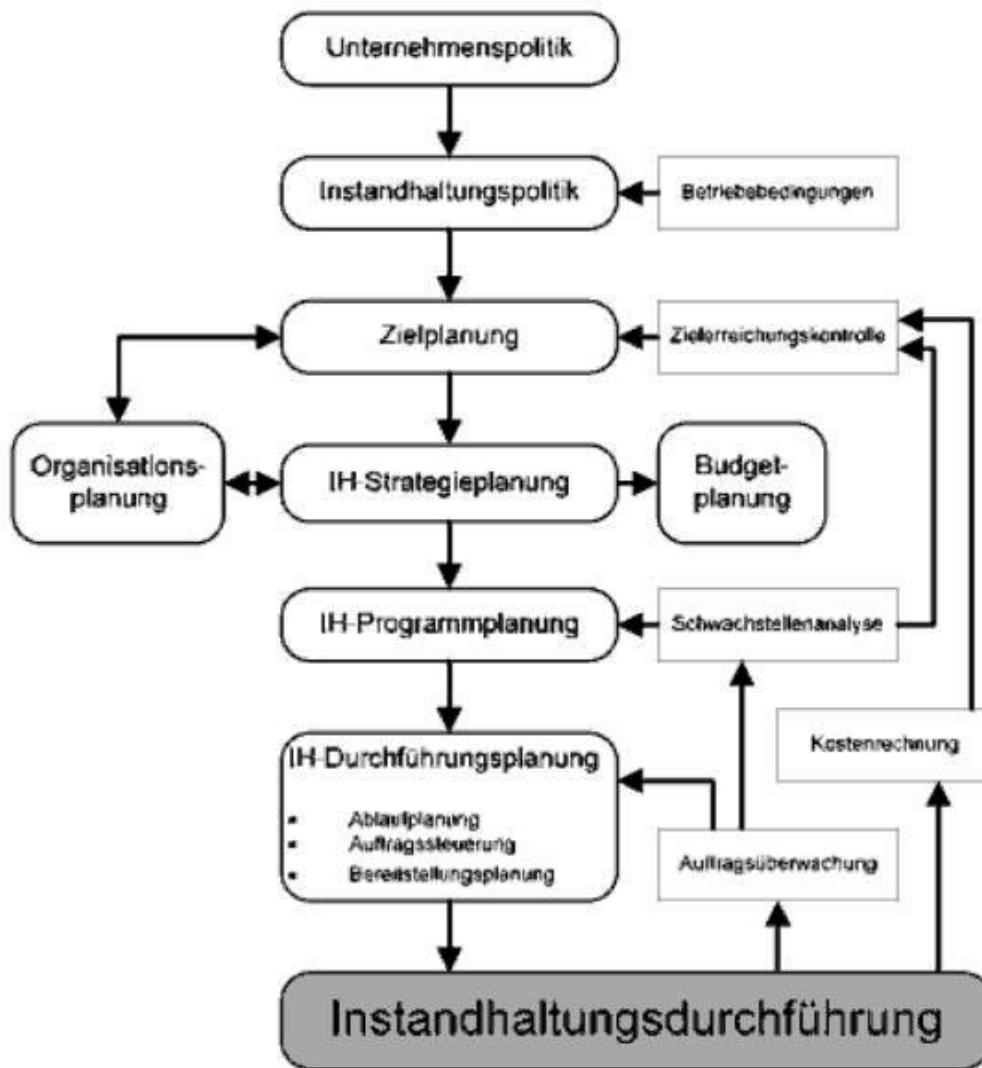


Abbildung 3.1: Regelkreis des Instandhaltungsmanagements nach [BDK92]

Im Kontext mit der Einführung eines IT Systems für die Instandhaltungsplanung und Instandhaltungssteuerung, kann dieser Regelkreis als Ausgangsbasis für die Funktionen dieses IT Systems herangezogen werden. Damit die komplexen Aufgabenstellungen welche an eine moderne Instandhaltung gestellt werden bestmöglich bewältigt werden können, müssen eine entsprechende Führungsstruktur sowie organisatorische Regelungen vereinbart werden. In der Literatur finden sich zahlreiche Möglichkeiten, wie die Aufbauorganisation einer Instandhaltungsabteilung gegliedert und strukturiert sein kann, um eine effiziente erfolgreiche Zusammenarbeit zu gewährleisten [Mat05].

Eine Möglichkeit stellt die so genannte Linienorganisation dar. Charakteristisch für diese Organisationsform ist die einheitliche Linie von der obersten Instanz bis zur untersten Stelle (vgl. Abb. 3.2 nach [Mül06]). Jeder nachfolgende Entscheidungsträger erhält seine Anweisungen ausschließlich von seiner übergeordneten Instanz. Das bedeutet, dass jeder Stelle

genau eine Instanz zugeordnet ist (vgl. [Pro92]). In einem derartigen System besteht Weisungsrecht und Folgepflicht ausschließlich zwischen unmittelbar aufeinander folgenden Hierarchiestufen.

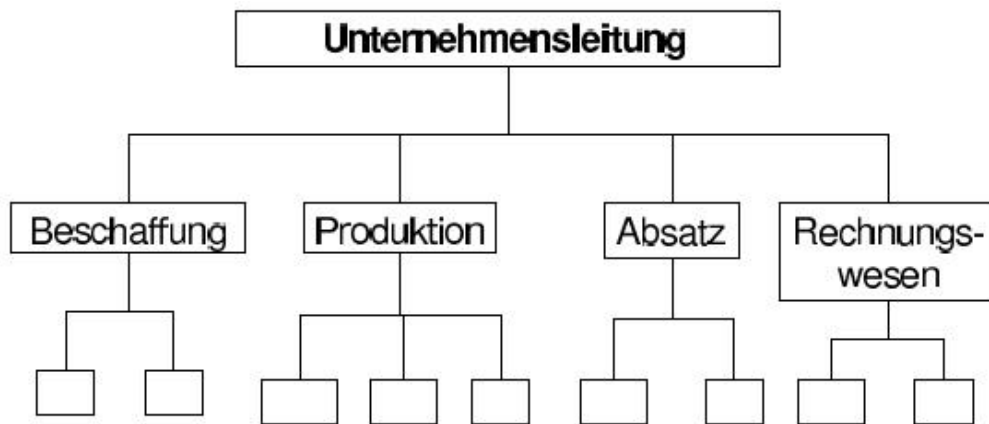


Abbildung 3.2: Beispiel Einlinienorganisation nach [Mül06]

Die Einlinienorganisation als Organisationsform im Instandhaltungsbereich zu wählen, hat aufgrund der einfachen und klaren Struktur unterschiedliche Vor- und Nachteile. Ein Vorteil liegt sicher in den eindeutig und klar abgegrenzten Verantwortungsbereichen, sowie den dadurch resultierenden Kontrollmöglichkeiten. Vorteilhaft ist außerdem die klare Zuordnung von Aufgaben und Kompetenzen, wodurch das Konfliktpotential des Personals reduziert und ein lückenloser Informationsfluss (Top-Down und Bottom-Up) erzielt werden kann. Als Nachteilig erweist sich beispielsweise oft die Gefahr der Überlastung von Zwischeninstanzen, die Länge der Instanzenwege und die daraus resultierende Schwerfälligkeit der Organisation.

Die Linienorganisation kommt häufig in neu gegründeten, Klein- und Mittelbetrieben, sowie in bürokratischen Organisationen oder Kommandostrukturen (z.B. Militär) zur Anwendung. Der Einsatz dieser Organisationsform empfiehlt sich, wenn klar definierte, relativ gleich bleibende bzw. sich wiederholende Aufgaben bewältigt werden müssen [Pro92] [Sch07] [BG08] [Mül06] [Onl09].

Eine andere Möglichkeit die Aufbauorganisation der Instandhaltung zu organisieren ist die Stablinienorganisation. Bei dieser Organisationsform stehen den Leitungsstellen so genannte Stäbe (Spezialisten, Assistenten, etc.) zur Entscheidungsvorbereitung zur Verfügung [Pro92]. Sinn der Stabsbildung ist es, Instanzen von Routinearbeiten zu entlasten, damit strategischen bzw. außerordentlichen Aufgaben ausreichend Kapazität der Entscheidungsträger zur Verfügung steht. In Abbildung 3.3 ist eine mögliche Grundstruktur eines Stabliniensystems dargestellt. Die Stabstellen selbst verfügen über keine Weisungskompetenz.

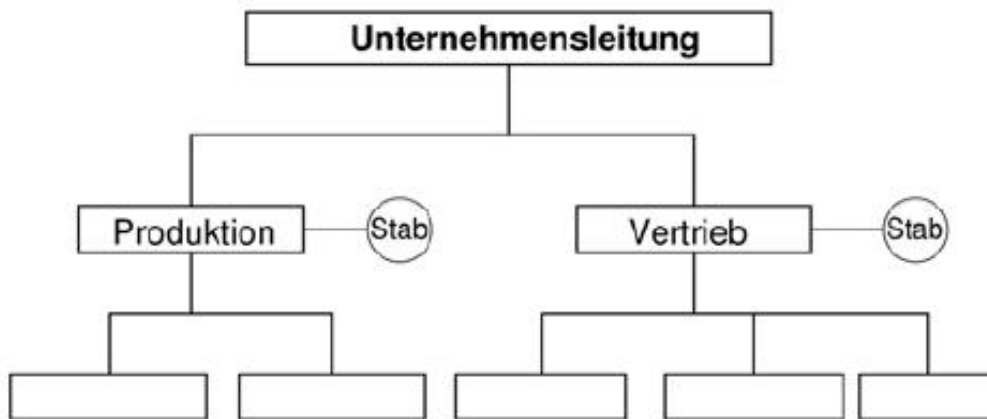


Abbildung 3.3: Grundstruktur eines Stabliniensystems nach [Mül06]

Die Vorteile dieser Organisationsform sind beispielsweise eine Verbesserung der Koordinationsfähigkeit gegenüber der Linienorganisation, die Erhöhung der Entscheidungsqualität aufgrund der in den Stäben durchgeführten Entscheidungsvorbereitung, sowie die Entlastung der Instanzen. Als nachteilig ist die Tatsache zu sehen, dass aufgrund des Informations- und Qualifikationsvorteils der Stäbe, diese einen erheblichen Einfluss auf die Entscheidungen der Instanzen ausüben, jedoch für die Folgen der getroffenen Entscheidungen nicht verantwortlich sind.

Ursprünglich stammt die Stablinienorganisation aus dem militärischen Bereich und wird heute in zahlreichen mittleren und großen Unternehmen sowie in staatlichen Organisationen (z. B. Militär oder Polizei) eingesetzt [Sch07] [BG08] [Mül06] [Onl09].

Bei einer Matrixorganisation wie in Abbildung 3.4 dargestellt, wird versucht, die Vorteile verschiedener Organisationsformen zu verschmelzen. Beispielsweise kann eine nach Funktionen vertikal gegliederte Organisation mit einer horizontalen objektorientierten Organisation durch die Matrixdarstellung vereint werden. Die funktionsorientierten Gesamtbereiche übernehmen meist die Koordination der einzelnen Unternehmensbereiche, sowie den Entwurf von Planungskonzepten und Entscheidungsgrundlagen für den Vorstand. Im Gegensatz zu anderen Organisationsformen wird bei der Matrixorganisation bewusst eine Kompetenzüberschreitung angestrebt [BG08] [Mül06] [Ras00].

Als Vorteile der Matrixorganisation sind die unkomplizierten und kurzen Kommunikationswege, das hohe Problemlösungspotential durch die Kompetenzüberschreitung der Vorgesetzten, die hohe Entscheidungsqualität durch Spezialisierung, sowie die Mitarbeitermotivation durch den direkten Kontakt zur Führungsspitze und die qualitative Entlastung der Leitungsspitzen zu nennen [Mat05] [Onl09].

Nachteilig sind das Fehlen strenger Kompetenzregelungen im Zusammenhang mit der Koordination und Entscheidungsfindung, sowie der durch die Verbindung einer vertikalen mit

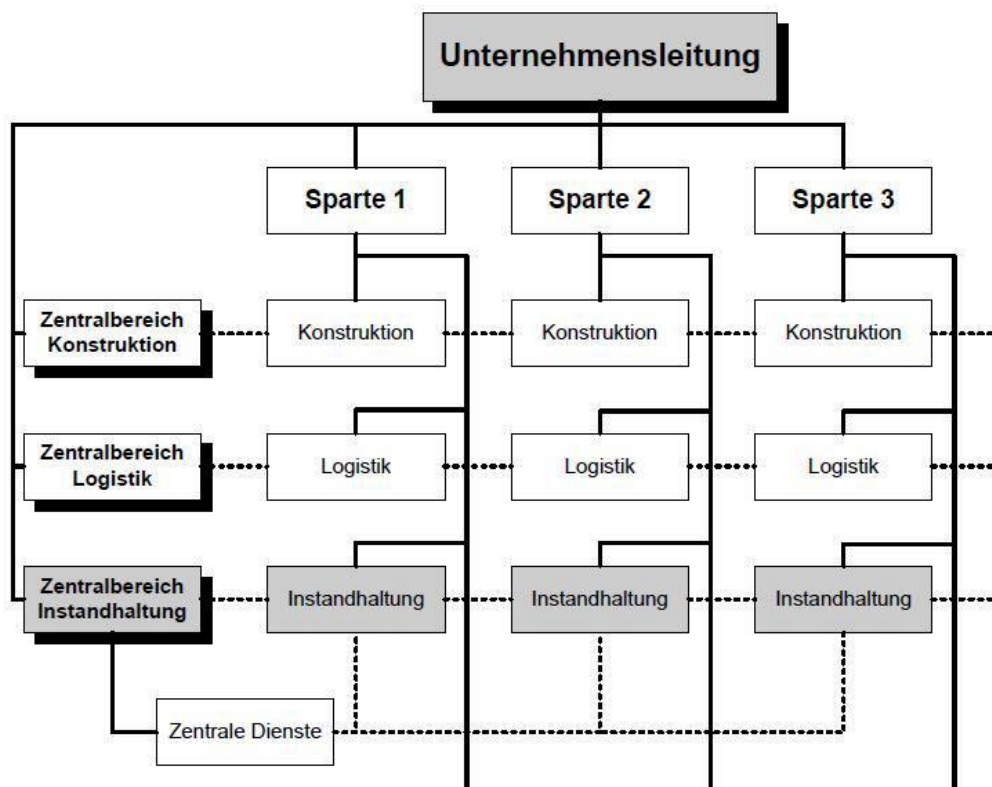


Abbildung 3.4: Vereinfachte Darstellung einer Matrixorganisation nach [Mat05]

einer horizontalen Struktur entstehende große Informations- und Kommunikationsbedarf anzuführen. Aufgrund der Komplexität einer Matrixorganisation findet diese hauptsächlich in großen und meist international tätigen Unternehmen Anwendung [Mat05] [BG08] [Onl09].

Selbstverständlich existieren noch einige andere Organisationsformen welche für den Instandhaltungsbereich von Relevanz sind, wie z.B. das Mehrliniensystem, oder die Spartenorganisation, welche in dieser Arbeit allerdings nicht näher erläutert werden. Die Organisationsstruktur ist zweifellos ein wichtiger Bestandteil um ein Unternehmen zu führen und aufzubauen. Man erhält deswegen aber keinen Überblick, durch welche Abläufe, Tätigkeiten und Aufgaben die tatsächliche Unternehmensleistung erbracht wird. Alleine durch das Organigramm ist nicht nachvollziehbar, welche Prozesse und Strategien die Leistungserbringung steuern, unterstützen, oder zur Verbesserung dieser beitragen. Um strategisch wichtige Entscheidungen richtig zu treffen ist es maßgeblich zu wissen, wie die einzelnen Abteilungen ineinander greifen um das gewünschte Endergebnis zu erhalten. Mithilfe eines prozessorientierten Instandhaltungsmanagements wird sichergestellt, dass durch kontinuierliche Verbesserung der Prozesse und Instandhaltungsstrategien die Qualität der erbrachten Leistung für den Kunden erhöht wird [Mat05] [Sch99].

3.1 Instandhaltungsstrategien

Im Zusammenhang mit der Thematik des Instandhaltungsmanagements sind Strategien von besonderer Relevanz. Instandhaltungsstrategien haben entscheidenden Einfluss auf den Erfolg des gesamten Unternehmens. Als Instandhaltungsstrategie wird jene Instandhaltungsmethode bezeichnet, welche angewendet wird, um die definierten Instandhaltungsziele zu erreichen [Öst01].

Unter Instandhaltungsstrategien versteht man also Regeln, welche definieren, zu welchen Zeitpunkten welche Aktionen bzw. Maßnahmen an welchen technischen Objekten durchgeführt werden sollen. Bei der Auswahl einer geeigneten Instandhaltungsstrategie sind Faktoren wie Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Verfügbarkeit zu berücksichtigen. Selbstverständlich müssen auch gesetzliche, technische und produktionsrelevante Aspekte bei einem Strategieauswahlverfahren beachtet werden. Durch entsprechendes mit einbeziehen der eben erwähnten Einflussfaktoren, kann die optimale Instandhaltungsstrategie ausgewählt werden und eine Kostenminimierung sowie eine Verfügbarkeitsmaximierung der Anlagen erreicht werden [Sch09a] [Mat05].

Durch die neuen Herausforderungen der Märkte und Technik, haben sich auch die Strategien in der Instandhaltung verändert. Der Trend zeigt immer mehr in Richtung präventive Instandhaltung, im Gegensatz zur klassischen reaktiven Instandhaltung, welche eine Reparatur eines technischen Objektes erst nach einem Ausfall vorsieht. Der Schwerpunkt einer präventiven Instandhaltungsstrategie liegt auf der vorausschauenden Wartung und Inspektion, was im Zusammenhang mit der zunehmenden Verkettung von Anlagen sehr sinnvoll ist, da z.B. durch den Ausfall eines einzelnen Bauteils eine gesamte Fertigungslinie zum Stillstand kommen kann. Es ist leicht einzusehen, dass ein derartiger Ausfall sehr hohe Stillstandskosten zur Folge hat. Eine präventive Instandhaltungsstrategie kann beispielsweise nach bestimmten Zeitintervallen, oder leistungsabhängig anhand bestimmter Zählerwerte, durchgeführt werden. Eine Unterscheidung zwischen Zeit- und oder Zählerwerten ist besonders im Kontext eines möglichen IT-Einsatzes interessant. Bei einer leistungsabhängigen Instandhaltung wird mehr administrativer Aufwand benötigt und dadurch auch höhere Anforderungen an ein IT System gestellt, als vergleichsweise bei einer zeitlich basierten Instandhaltungsstrategie, wo vereinfacht ausgedrückt ein im IT System integrierter Kalender ausreicht. Bei der zeitabhängigen Instandhaltung müssen lediglich die geplanten Wartungszyklen der einzelnen technischen Objekte im IT System spezifiziert werden. Das IT System errechnet dann automatisch die folgenden Wartungs- bzw. Inspektionstermine für das betreffende Objekt und stößt zum richtigen Zeitpunkt den damit verbundenen Instandhaltungsprozess an. Eine Voraussetzung für die leistungs- bzw. zählerbasierte Instandhaltung ist zunächst ein geeigneter Indikator für das betreffende Objekt, wie z.B. Kilometer, Betriebsstunden, produ-

zierte Stückzahlen, etc. Die Zählerstände müssen (im Optimalfall in Echtzeit) im IT System erfasst und ausgewertet werden. Die Erfassung dieser Zählerstände verursacht einen nicht unerheblichen administrativen und/oder technischen Aufwand. Nur auf Basis korrekter Daten, kann das IT System die folgenden Wartungs- bzw. Inspektionstermine für das betreffende Objekt korrekt berechnen und den damit verbundenen Instandhaltungsprozess anstoßen. Bei der zustandsorientierten Instandhaltung werden entsprechende Maßnahmen nur dann ausgeführt, wenn ein bestimmter Messpunkt eines technischen Objektes einen bestimmten Zustand erreicht hat. Dies setzt allerdings eine regelmäßige Inspektion der technischen Anlage voraus. Diese Inspektion kann entweder durch den Menschen, oder durch ein entsprechendes Überwachungssystem erfolgen, welches den Zustand der Anlage permanent überwacht und eine entsprechende Meldung im IT System der Instandhaltung auslöst, wenn z.B. ein bestimmter Wert eines Messpunktes über- oder unterschritten wird [Sch09a] [Mat05] [Lie08].

In der Praxis galt lange Zeit ein Verhältnis von 90:10 bei der Anzahl an reaktiven zu präventiven Instandhaltungsmaßnahmen. Der Trend zeigt, dass immer mehr Unternehmen geplante Instandhaltungsmaßnahmen durchführen und teilweise bereits ein Verhältnis von 50:50 zwischen reaktiven und präventiven Instandhaltungsaufträgen nachweisen können. Die Anwendung der richtigen Instandhaltungsstrategie entscheidet maßgeblich über die Zuverlässigkeit technischer Anlagen, sowie über die Instandhaltungskosten. Letztlich hängt es immer vom jeweiligen Unternehmen ab, welche Instandhaltungsstrategie zu wählen ist [Sch09a] [Mat05] [Lie08].

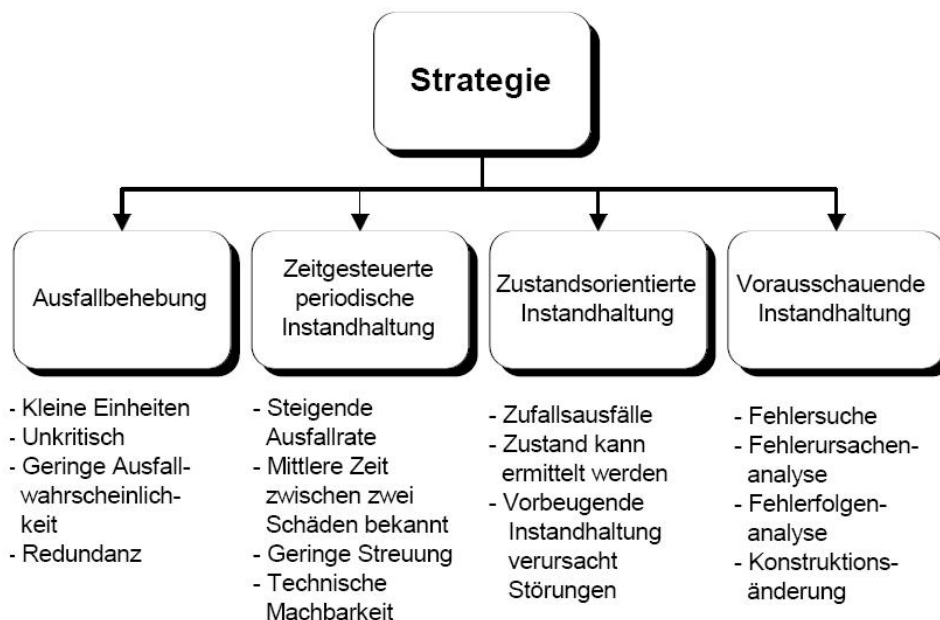


Abbildung 3.5: Instandhaltungsstrategien nach [Deu80] [Mat05]

Basierend auf Abbildung 3.5 werden nachfolgend einige Instandhaltungsstrategien näher

erläutert.

3.1.1 Reaktive Instandhaltung

Diese Form der Instandhaltung wird in der Literatur oft auch als störungsbedingte Instandsetzung, ausfallorientierte Instandhaltung oder Feuerwehrstrategie bezeichnet. Bei einer reaktiven Instandhaltung (in Abbildung 3.5 unter Ausfallbehebung dargestellt) werden Anlagen bzw. Maschinen bis zum Ausfall, oder dem Erreichen einer bestimmten Schadensgrenze betrieben und erst dann von der Instandhaltung gewartet. Auf zwischenzeitliche Wartungsarbeiten bzw. Inspektionen wird bewusst verzichtet. Dies kann unter Umständen zu einer Zerstörung des technischen Objektes führen, bringt allerdings den Vorteil, ein maximales Wartungsintervall zu erreichen. Ein Ausfall oder Stillstand erfolgt in den meisten Fällen unvermutet und ohne jeden Einfluss des Anlagenbetreibers, wodurch operative Planungen in der Produktion schwierig oder sogar unmöglich werden.

Bei einem derartigen Vorgehen kann man eigentlich nicht wirklich von einer Strategie sprechen, da bei einer Strategie ein längerfristig ausgerichtetes und geplantes Ziel realisiert werden soll. Eine reaktive Instandhaltungsstrategie fordert jedenfalls ein rasches Handeln der Instandhaltung, sowie die Fähigkeit im Fehlerfall den aktuellen Systemzustand eines technischen Objektes zu erfassen, um den Originalzustand rasch wiederherstellen zu können. Hier ist allerdings festzuhalten, dass eine derartige Instandhaltungsstrategie bei vielen Anlagen aufgrund des hohen Gefahrenpotentials nicht zulässig ist. Auf den ersten Blick erscheint die ausfallorientierte Instandhaltung als relativ kostengünstige Strategie, da keine Aufwände im Zusammenhang mit der Instandhaltungsplanung entstehen und nur jene Teile getauscht werden, welche tatsächlich defekt sind. Der vorhandene Abnutzungsvorrat des Bauteils wird voll ausgeschöpft, wodurch schließlich der Stillstand bzw. Ausfall dieses technischen Objektes resultiert. Näher betrachtet ist diese Vorgehensweise nicht unbedingt als die günstigste anzusehen, da in den ad hoc auftretenden Schadensfällen Instandhaltungsressourcen wie Personal, Ersatzteile, Werkzeuge, Ausrüstungen und Hilfsmittel innerhalb kürzester Zeit zur Verfügung stehen müssen. Aufgrund dieses großen und plötzlich auftretenden Zeitdrucks kann nicht sichergestellt werden, dass auch alle benötigten Ressourcen zur Verfügung stehen. Eine Möglichkeit wäre, sämtliche Ressourcen permanent verfügbar zu halten, was natürlich mit nicht unerheblichen Kosten verbunden ist.

Es ist außerdem zu beachten, dass durch auftretende Störungen immer Folgeschäden an anderen technischen Objekten entstehen können. Da bei dieser Wartungsstrategie sämtliche Ausfälle unvorhergesehen passieren, können eventuell auftretende Folgeschäden an verketteten Anlagen im Produktionsprozess nicht entsprechend berücksichtigt werden, was

zu zusätzlichen, nicht kalkulierbaren Folgen, Aufwand und Kosten führt. Die ungeplante reaktive Instandhaltungsstrategie zieht daher oftmals lange Ausfallzeiten bis hin zum kompletten Produktionsstillstand und sehr hohe Ausfallsfolgekosten im Vergleich zu anderen Instandhaltungsstrategien nach sich. Wie bereits erwähnt, sind die größten Nachteile dieser Vorgehensweise die mangelnde Planbarkeit von entsprechenden Instandhaltungsmaßnahmen, sowie die Unvorhersehbarkeit von Schadensfällen. Aufgrund dieser Zufälligkeiten ist es de facto unmöglich Angaben zur garantierten Anlagenverfügbarkeiten zu machen. Bei geplanten Instandhaltungsmaßnahmen (alle übrigen Instandhaltungsstrategien in Abbildung 3.5 beruhen auf geplanten Instandhaltungsaktionen) sind die zu erwartende Stillstandszeit, sowie die zu veranschlagenden Instandhaltungskosten wesentlich geringer, als vergleichsweise bei einer ausfallsorientierten Strategie. Das Konzept der schadens- bzw. ausfallsbedingten Instandsetzung ist in einem modernen Industriebetrieb nur dann sinnvoll, wenn die betreffenden Maschinen entweder redundant vorhanden, oder für den Produktionsprozess von untergeordneter Bedeutung sind. Dies trifft in der Regel für jene technischen Objekte zu, bei deren Ausfall keine Sicherheitsanforderungen berührt werden und Ausfälle zu keinen Produktionsunterbrechungen führen [Sch09a] [Mat02] [Dor01] [Str88].

3.1.2 Präventiv zeitgesteuerte periodische Instandhaltung

Bei dieser Instandhaltungsstrategie werden technische Objekte wie z.B. Baugruppen oder einzelne Bauteile nach dem Erreichen von definierten Nutzungsintervallen unabhängig von ihrem tatsächlichen Zustand periodisch instand gesetzt bzw. ausgetauscht (vgl. Abb. 3.5). Eine derartige Strategie kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn durch einen möglichen Ausfall Auswirkungen auf die Sicherheit und Umwelt zu befürchten sind, oder wenn die Lebensdauer der eingesetzten Komponenten relativ genau bekannt ist. Um die Instandhaltungskosten und Ausfallkosten (inklusive Folgekosten) auf einem möglichst niedrigen Niveau zu halten, empfiehlt es sich bei dieser Strategie, das periodisch vorbeugende Instandhaltungsintervall an den tatsächlichen Nutzungsvorrat der technischen Objekte anzupassen.

Um den Abnutzungsvorrat eines Bauteiles voll auszunutzen und gleichzeitig die Kosten minimal zu halten, wäre ein Austausch optimalerweise kurz vor dem Schadenseintritt durchzuführen. Ein vorzeitiger Austausch hätte den Nachteil, dass noch vorhandener Nutzungsvorrat des technischen Objektes ungenutzt bleibt, wogegen ein Austausch nach Ausfall den Nutzungsvorrat zwar voll ausgeschöpft hätte, dies jedoch ein sprunghaftes nicht kalkulierbares Ansteigen der Abnutzung anderer (möglicherweise nachfolgender) Bauteile zur Folge haben kann. Die Länge der Nutzungsintervalle kann zeit- oder ereignisbezogen festgelegt werden, z.B. nach Kalenderzeit, Betriebsstunden, Starts und Landungen, Stück oder gefahrenen Kilometern. In Abbildung 3.6 nach [Sch09a] ist die Regelgröße Zeit der präventiv periodischen

Instandhaltungsstrategie dargestellt.

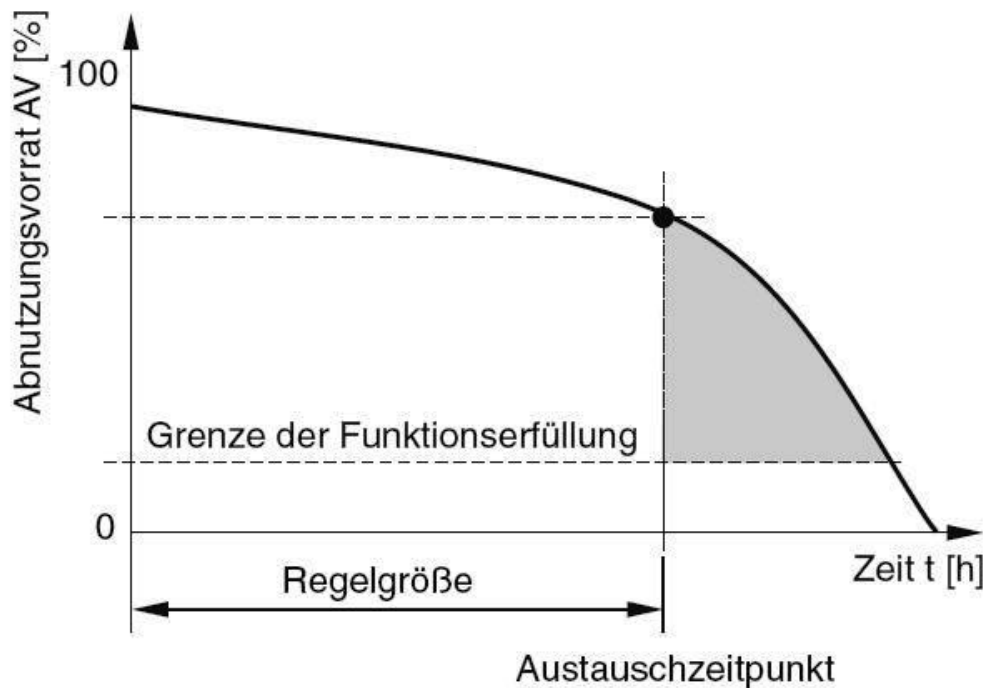


Abbildung 3.6: Regelgröße Zeit der präventiv periodischen Instandhaltungsstrategie [Sch09a]

Das Risiko eines Anlagenausfalls ist um einiges geringer als bei der zuvor erwähnten reaktiven Instandhaltungsstrategie. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sich die Instandhaltungsmaßnahmen relativ gut planen lassen und somit die erforderlichen Instandhaltungsressourcen rechtzeitig bereitgestellt werden können. Die Durchführung der Instandhaltung erfolgt in planmäßigen Zeitfenstern, wobei dies optimalerweise in der produktionsfreien Zeit stattfinden sollte. Durch den hohen Wiederholungsgrad und planbaren Abläufen ergeben sich stark optimierte Durchführungszeiten für die Instandhaltungstätigkeiten, woraus ein geringer Anlagenstillstand und die Bekanntgabe von Verfügbarkeitsgarantien für Anlagen resultieren. Nichts desto trotz muss an dieser Stelle auch auf den Zielkonflikt zwischen der reaktiven und der periodisch vorbeugenden präventiven Strategie hingewiesen werden. Durch den vorzeitigen Austausch des technischen Objektes wird noch vorhandener Abnutzungsvorrat der Komponente verschenkt und dadurch gleichzeitig der Verbrauch an Ersatzteilen und Materialien erhöht. Die verstärkte Anwendung dieser Strategie bewirkt somit eine Senkung der Ausfallkosten, aber gleichzeitig einen Anstieg der Vorbeugungskosten.

Sollte beispielsweise durch die intensivere Nutzung einer Anlage das Austauschintervall eines technischen Objektes früher erreicht werden und dies in der Strategieplanung nicht berücksichtigt worden sein, so können die Vorteile der zeitgesteuerten präventiv periodischen Instandhaltung nicht ausgenutzt werden. Dies ist deshalb der Fall, da es durch das frühe-

re Erreichen des Abnutzungsvorrates zu ungeplanten Ausfällen von technischen Objekten, mit allen damit im Zusammenhang stehenden Konsequenzen, kommen kann. In derartigen Fällen müssen schließlich jene Maßnahmen durchgeführt werden, welche normalerweise nur bei einer reaktiven Instandhaltungsstrategie schlagend werden. Erfahrungswerte zeigen allerdings, dass im Normalfall die Ausfallzeiten deutlich geringer ausfallen als bei der rein reaktiven Strategie. Eine der größten Herausforderungen bei der Umsetzung einer periodisch vorbeugenden Instandhaltungsstrategie ist sicherlich das unterschiedliche Ausfallverhalten und die unterschiedliche Lebensdauer der einzelnen technischen Objekte einer Anlage. Es erweist sich oftmals als schwierig die optimale Betriebszeit zwischen zwei vorbeugenden Instandsetzungen herauszufinden. Die Planung von Maßnahmen zur Vorbeugung von Schäden und Ausfällen ist aufgrund der folgenden vier Eigenschaften von Schäden nach [Gro94] äußerst komplex:

- Unterschiedliche mittlere Zeit zwischen zwei Schäden
- Unterschiedliche Streuung der Nutzungsdauer
- Schlechte Schadensdokumentation
- Unzureichende statistische Erfahrung

Um eine optimale Ausnutzung des Abnutzungsvorrates von technischen Objekten zu erreichen, müssen periodisch durchzuführende Instandhaltungsmaßnahmen mit unterschiedlichen Intervallen ausgeführt werden. Des Weiteren müssen die bereits vergangenen Schadensfälle gut dokumentiert sein, um beispielsweise mit mathematisch statistischen Verfahren entsprechende zukünftige Prognosen ableiten zu können. Wie bereits erwähnt, ist diese Instandhaltungsstrategie vor allem dann notwendig, wenn ein Ausfall eine mögliche Gefährdung für Mensch und Umwelt darstellt. Es gibt in den meisten Ländern gesetzliche Vorschriften, welche den Austausch bzw. die Wartung von bestimmten technischen Objekten vorschreiben. Eine genaue und wiederholte Analyse der Anlagenhistorie unterstützt die Planung für eine periodisch vorbeugende Instandhaltungsstrategie. Die Problematik der Ermittlung des optimalen und kostenminimalen Intervalls für vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen, kann durch die im nächsten Abschnitt beschriebene zustandsorientierte Instandhaltung gelöst werden [Sch09a] [Mat02] [Dor01] [Str88] [Gro94].

3.1.3 Präventiv zustandsorientierte Instandhaltung

Die zustandsorientierte Instandhaltung (vgl. Abb. 3.5) wird in der Literatur auch häufig als Inspektionsstrategie bezeichnet und orientiert die Instandhaltungsmaßnahmen möglichst genau am konkreten Abnutzungsgrad des Instandhaltungsobjekts. Diese Strategie zeichnet

sich vor allem durch sehr gute Ausnutzung des Abnutzungsvorrates, sowie durch geringe Ausfälle bzw. Ausfallzeiten und daraus resultierenden - entsprechend niedrigen - Instandhaltungskosten aus. Der entscheidende Unterschied im Vergleich zu anderen Strategien liegt in der unterschiedlichen Steuergröße, welche als Indikator für die Auslösung von Instandhaltungsmaßnahmen maßgeblich ist. Während bei der im vorherigen Abschnitt erwähnten periodisch vorbeugenden Instandhaltung die Steuergröße letztlich die Zeit darstellt, ist bei der präventiv zustandsorientierten Instandhaltung die Steuergröße der Zustand eines technischen Objektes, welcher z.B. über den Abnutzungsvorrat beschrieben werden kann. In Abbildung 3.7 nach [Sch09a] ist beispielhaft die Regelgröße Abnutzungsvorrat der zustandsabhängigen Instandhaltung dargestellt. In der Grafik 3.7 ist ersichtlich, dass ein Austausch bzw. eine Wartung einer Komponente bei der zustandsorientierten Instandhaltung erst kurz vor Erreichen der Funktionserfüllungsgrenze des Bauteils durchgeführt wird [Sch09a] [Mat02] [Dor01] [Koc04] [RMM09] [Neu02] [Mat05].

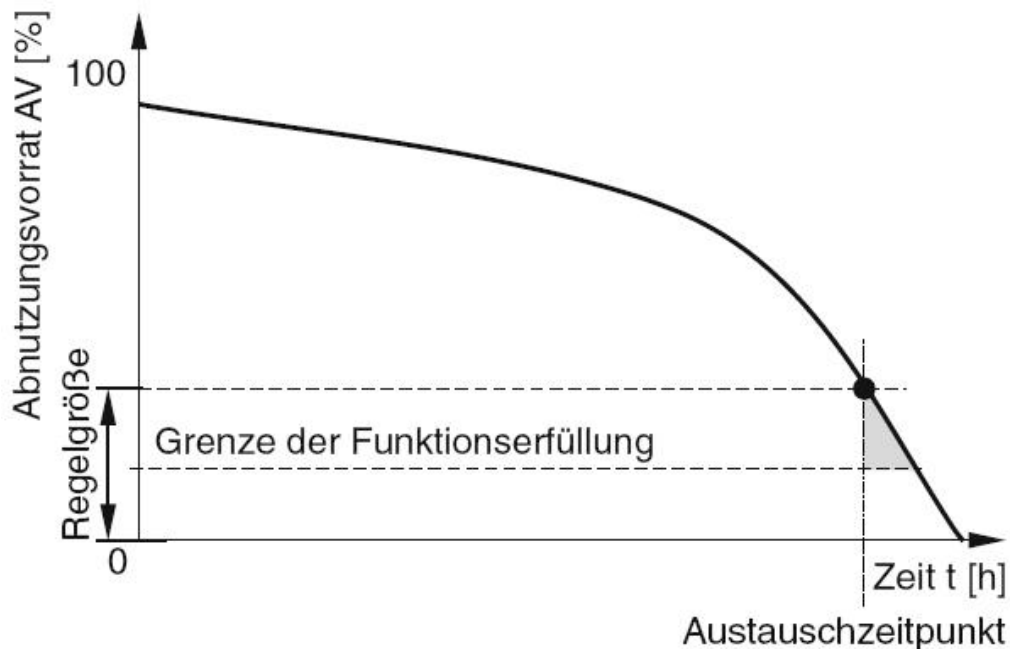


Abbildung 3.7: Regelgröße Abnutzungsvorrat der zustandsabhängigen Instandhaltung [Sch09a]

Mit der zustandsabhängigen Instandhaltungsstrategie wird es daher möglich, entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen genau zu dem Zeitpunkt durchzuführen, wenn es der Abnutzungsvorrat des technischen Objektes erfordert. Um diese optimalen Wartungsintervalle durchführen zu können, müssen selbstverständlich möglichst aktuelle Zustandsinformationen über die technische Anlage bereitstehen. Durch geeignete Überwachungs- und Diagnosesysteme ist es möglich, rechtzeitig über Abweichungen der geforderten Leistungsfähigkeit der Anlage informiert zu werden und geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten. Die Interval-

le für die Instandhaltung werden dabei auf die aktuellen Veränderungen im Abnutzungsvorrat angepasst [Sch09a] [Mat02] [RMM09].

Im Normalfall treten vor den eigentlichen Störfällen bei technischen Anlagen gewisse Vorwarnungen wie z.B. kurzfristiges Fehlverhalten oder erhöhter Verbrauch von Betriebsmitteln auf. Diese Vorwarnungen werden in der Literatur als so genannte potentielle Störungen bezeichnet. Das Intervall zwischen dem Erkennen und dem Eintritt einer Störung, kann von wenigen Millisekunden bis zu mehreren Monaten oder sogar Jahren reichen. Je länger diese Zeitspanne ist, desto besser kann man sich auf einen eventuellen Ausfall vorbereiten und rechtzeitig geeignete Instandhaltungsmaßnahmen einleiten. Zustandsbedingte Maßnahmen werden durchgeführt, um einerseits festzustellen, wann potentielle Funktionsstörungen auftreten und andererseits, um entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten, bevor aus einer potentiellen Störung eine tatsächliche Störung wird [Sch09a] [Mat02] [RMM09] [Neu02].

Das Hauptziel der zustandsorientierten Instandhaltung besteht darin, entsprechend effizient und früh mögliche Ausfälle und Probleme bei technischen Objekten vorhersagen zu können. Ein weiteres Ziel ist die Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen möglichst exakt an den konkreten Abnutzungsvorrat des Instandhaltungsobjektes anzupassen, wodurch die Instandhaltungsintervalle auf ein Optimum gestreckt und Kosten reduziert werden. Die Ermittlung des konkreten Abnutzungsvorrates kann auf unterschiedliche Art und Weise durchgeführt werden. In der Literatur wird die Anlagenüberwachung bzw. Anlagendiagnose oft auch als „Technische Diagnostik“ bezeichnet. Die kontinuierliche Zustandsüberwachung im Sinne einer präventiv zustandsorientierten Instandhaltung ist mittlerweile unter dem Namen „Condition Monitoring“ allgemein bekannt. Nachfolgend werden einige Methoden zur kontinuierlichen Zustandsüberwachung von technischen Objekten kurz umrissen [Sch09a] [Dor01] [Mat05] [Koc04].

Methoden zur kontinuierlichen Zustandsüberwachung

Die einfachste Form der kontinuierlichen Zustandsüberwachung von technischen Objekten ist durch den Menschen. Bei dieser Überwachungsform werden (durch entsprechend geschultes Personal) regelmäßige Inspektionen durchgeführt und alle relevanten Anlagenparameter protokolliert. Eine derartige Inspektion wird beispielsweise durch eine akustische Kontrolle mittels des menschlichen Gehörs durchgeführt. Durch die Fähigkeit des Menschen Geräuschemuster wieder zu erkennen, ist es möglich, Veränderungen im Klang eines Maschinengeräusches vom typischen normalen Maschinenklang zu unterscheiden. Zur Beurteilung und Überwachung von Prozessen und Anlagen werden außer der akustischen Prüfung auch noch andere Faktoren wie z.B. mechanische, thermische oder elektrische Messgrößen miteinbezogen [Mat05] [Dor01] [Koc04] [RMM09] [Neu02].

Eine andere Möglichkeit der kontinuierlichen Zustandsüberwachung ist die Prüfung mittels Sensoren. Bei dieser technischen Unterstützung durch so genannte „Condition Monitoring Systeme“ (CMS) reduziert sich der manuelle menschliche Inspektionsaufwand erheblich, da die Überwachung selbstständig zyklisch oder kontinuierlich durchgeführt wird. Eines der Hauptziele ist mit möglichst wenigen Sensoren so viele Komponenten wie möglich zu überwachen, wodurch die Investitionskosten des CMS gering bleiben und der Einbau von zusätzlichen Fehlerquellen in die Anlage vermieden wird. Gerade bei hoch automatisierten und stark verketteten Fertigungseinrichtungen bietet sich die kontinuierliche Zustandsüberwachung über Sensoren an. Bei technischen Objekten mit hohem Komplexitätsgrad und der Gefahr eines Ausfalls des Gesamtsystems, werden die einzelnen Bauelemente permanent auf Abweichungen vom Sollzustand überprüft. Durch diese permanente kontinuierliche Zustandsüberwachung mittels CMS können mögliche Ausfälle, sowie daraus resultierende Störungen und Folgeausfälle von verketteten Anlagen, rechtzeitig erkannt und abgewendet werden [Mat05] [Sch09a].

Die erfassten Daten der Zustandsüberwachung werden analysiert, dokumentiert und in geeigneter Form wieder ausgegeben, was sowohl zur Überwachung bestimmter Prozessparameter, als auch zur Steuerung von Prozessen dienen kann. Man unterscheidet bei der Datenerfassung bzw. Überwachung von technischen Objekten zwischen der Online- und Offline-Überwachung. Bei der offline Methode werden die Diagnosedaten mit einem Datensammler zuerst erfasst und anschließend ausgewertet. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass bei der offline Methode die Zeitspanne zwischen den Messungen und der tatsächlichen Auswertung, wo die Daten letztendlich dem Instandhaltungsteam zur Verfügung stehen, sinnvoll gewählt werden muss, um einen bestmöglichen Nutzen daraus zu ziehen. Bei der Onlineüberwachung werden die entsprechenden Sensoren direkt an den zu überwachenden Bauteilen installiert und die Messdaten z.B. an ein zentrales Instandhaltungssystem (möglichst in Echtzeit) übertragen. Die Auswertung und Analyse der Sensorenmesswerte ist nahezu in Echtzeit verfügbar, wodurch geeignete Instandhaltungsmaßnahmen und Prozessentscheidungen getroffen werden können [Mat05] [Sch09a].

Folgende Kategorien von Effekten können nach [Mou96] durch Condition Monitoring Systeme überwacht werden. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Punkte würde im Zusammenhang mit dieser Arbeit zu weit führen und ist in [Mou96] nachzulesen:

- Dynamische Effekte
- Temperatureffekte
- Chemische Effekte
- Physikalische Effekte

- Elektronische Effekte
- Partikeleffekte

Besonders moderne Instandhaltungsmethoden im Kontext einer kontinuierlichen Zustandsüberwachung sind die Ferndiagnose bzw. Ferninstandhaltung, sowie die damit eng im Zusammenhang stehende Videodiagnose. Daten von technischen Objekten werden dabei in Echtzeit über ein Netzwerk oder das Internet übertragen, wodurch eine kontinuierliche Zustandsüberwachung und Instandhaltung erheblich vereinfacht wird. Ein derartiges System hat den Vorteil, dass aufgrund der Fernwartung zahlreiche Einsätze vor Ort vermieden werden können. Dies bringt den Vorteil einer Zeit- und Kostenersparnis, sowie die Reduktion von Stillstandszeiten. Sollte ein Problem einer Anlage nicht über die Instandhaltungsfernwartung (z.B. via Internet) gelöst werden können, so hat dieses System den Vorteil, dass der Servicetechniker bereits über einen detaillierten Schadensbericht verfügt und sich gezielt auf das Problem vorbereiten kann [WW98]. Über diese Technologie können Maschinen und Anlagen außerdem ohne großen Aufwand mit der neuesten Software versorgt werden. Es ist auch möglich geänderte oder verbesserte Prozessabläufe ohne nennenswerten Aufwand auf die technische Anlage zu übertragen. Prozessoptimierung bei komplexen Fertigungsvorgängen über große Entfernungen ist mit dieser Technologie somit kein Problem mehr. Die Videodiagnose ist als zusätzliches Hilfsmittel in der Fernwartung zu sehen. Durch die Übertragung von Bildern oder Videos in Echtzeit (Livestreams) ist es einem Service Techniker möglich, sich ein noch genaueres Bild eines Problems zu machen, wodurch eine Lösung rascher gefunden werden kann. Durch den Wegfall von unproduktiven Reisezeiten bei gleichzeitig geringeren Investitionen amortisiert sich ein derartiges zukunftsorientiertes System sehr rasch [Sch09a] [Mat05] [Mat01] [RMM09] [Neu02].

Einführung eines Condition Monitoring Systems

Selbstverständlich müssen einige Punkte bei der Einführung eines Systems zur kontinuierlichen Zustandsüberwachung beachtet werden. Es muss unter anderem sichergestellt werden, dass für die gestellte Überwachungsaufgabe sowohl unter technischen als auch ökonomischen Gesichtspunkten das richtige System eingesetzt wird. Mit Hilfe von computergestützten Überwachungssystemen ist es heute möglich, auch jene Maschinen zustandsorientiert zu warten, bei denen dies früher nicht möglich war. Wie bereits erwähnt, ergibt sich daraus der Vorteil, dass Bauteile deren Abnutzungsvorrat noch nicht erreicht ist auch nicht ausgetauscht werden und dadurch Kosten gespart werden können [Sch09a] [Mat05] [Mat01] [RMM09] [Neu02].

Einige Argumente für die zustandsorientierte Instandhaltung sind neben den bereits erwähnten sicherlich folgende:

- Senkung der Betriebskosten durch die Kontrolle der Maschinenleistung
- Senkung der Anlagenkosten durch Gewährleistung der Verfügbarkeit
- Verringerung der Instandsetzungskosten durch die Vermeidung von Ausfällen
- Minimierung von Ausfallkosten
- Reduktion des Risikos bei vorbeugenden Maßnahmen zusätzliche Defekte zu verursachen
- Verringerung der Aufwände in der Instandhaltung

Eine sinnvolle Anwendung einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie ist dann gegeben, wenn der Abnutzungsvorrat messbar ist und diese Messung auch technisch realisiert werden kann. Selbstverständlich muss die messtechnische Erfassung zustandsabhängiger Parameter auch wirtschaftlich vertretbar sein. Durch regelmäßige Inspektionen ist es möglich, Schäden rechtzeitig zu erkennen und einen möglichen Schadenseintritt sehr genau zu prognostizieren. Zustandserhaltende Maßnahmen tragen dazu bei Anlagenausfälle weitgehend zu vermeiden, wodurch eine Erhöhung der Anlagenzuverlässigkeit erreicht wird. Dem Instandhaltungsteam bleibt dadurch ausreichend Zeit, die Störung zu einem geeigneten Zeitpunkt durch gut vorbereitete Instandsetzungsmaßnahmen schnell und günstig durchzuführen. Durch den modularen Aufbau von Condition Monitoring Systemen können diese flexibel erweitert werden und sich dadurch an den aktuellen technischen Standard anpassen. Eine zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie bringt in jedem Fall eine erhebliche Verringerung der Instandhaltungsaufwände [Sch09a] [Mat02] [Dor01] [Koc04] [RMM09] [Neu02] [Mat05].

3.1.4 Präventiv vorausschauende Instandhaltung

Eine weitere Instandhaltungsstrategie ist die präventiv vorausschauende Instandhaltung (vgl. Abb. 3.5). Dabei wird versucht, potenzielle (verdeckte) Störungen vorzeitig zu erkennen und deren Weiterentwicklung gezielt präventiv zu verhindern. Bei verdeckten Störungen ist es nicht möglich, die Konzepte der zuvor vorgestellten zustandsorientierten Instandhaltung anzuwenden. Dies ist deshalb der Fall, da verdeckte Störungen durch eine Zustandsüberwachung nicht erkannt werden können. Verdeckte Störungen werden meist nicht gleich bemerkt und haben somit keinen sofort merkbaren Einfluss auf den Funktionsbetrieb eines

technischen Objektes. Durch diese Störungen können allerdings schleichend schwerwiegende Folgen entstehen, welche bis zu einem kompletten (unerwarteten) Anlagenausfall führen können. Eines der Ziele der vorausschauenden Instandhaltung ist es, (verdeckte) Störungen bereits vor dem Auftreten entsprechend zu verhindern. Beim Einsatz einer derartigen Strategie muss gründlich überlegt werden, ob die vorausschauenden Instandhaltungsmaßnahmen einerseits technisch realisiert werden können und andererseits ob diese Maßnahmen auch ökonomisch vertretbar sind [Mat02] [Sch09a] [Mou96].

Bei der Anwendung einer präventiv vorausschauenden Instandhaltung ist die Definition von Funktionen und möglichen Funktionsstörungen der technischen Anlagen von entscheidender Bedeutung. Die primären Funktionen (Hauptfunktionen bzw. Hauptaufgaben) eines technischen Objektes leiten sich meist aus den Beweggründen für die Investition in dieses (neue) Objekt ab. Derartige primäre Funktionen sind in der Regel von mehreren Eingangsgrößen wie beispielsweise Geschwindigkeitserhöhungen, Kapazitätserweiterungen oder geeigneten Qualitätskriterien abhängig. Aus den unterschiedlichen Funktionsbeschreibungen könnten im Extremfall unterschiedliche Instandhaltungsstrategien resultieren. Da sich die Auswirkungen von Instandhaltungsmaßnahmen nur langsam zeigen, ist eine Änderung der Instandhaltungsstrategie in diesem Zusammenhang nur bei der Fertigung über längere Zeiträume sinnvoll. Ist die Zeitspanne zwischen den einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen größer als der Produktionszeitraum, erfolgt meist eine so genannte Worst Case Strategieausrichtung, wobei die einzelnen Funktionsbeschreibungen zusammengefasst werden. Von der Instandhaltung wird in diesem Fall sichergestellt, dass die jeweils maximalen Leistungsausprägungen einer technischen Anlage erfüllt werden [Mat02] [Sch09a] [Mat05].

Nach [Mou96] existieren neben den bereits erwähnten primären Funktionen noch weitere Kriterien wie z.B. die sekundären Funktionen von technischen Objekten. Hierbei werden Aspekte wie Sicherheit, Umweltschutz, Logistik und Beeinflussbarkeit berücksichtigt. Unter Sicherheit versteht man im Kontext dieser Thematik z.B. die Betriebssicherheit, Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie das Vorhandensein und die Wirksamkeit von Schutzeinrichtungen. Die Umweltschutzfunktion beinhaltet Aufgaben zur Einhaltung von Umweltnormen, sowie die Realisierung von Zielen zum nachhaltigen Wirtschaften. Unter den logistischen Teil fallen vor allem Funktionen wie Transport, Pufferung und Lagerung von Materialien. Der Faktor Beeinflussbarkeit befasst sich mit den Möglichkeiten, die Leistung eines technischen Objektes entsprechend den Anforderungen zu regulieren. Die Absicherung dieser sekundären Funktionen ist ebenfalls eine Aufgabe der Instandhaltung. Eine Störung der sekundären Funktionen kann mindestens ebenso schwerwiegende Folgen haben, wie eine Störung der Primärfunktionen [Sch09a].

Es existiert noch eine weitere Funktionsgruppe, welche in der Literatur auch oft als „überflüssige Funktionen“ bezeichnet wird. Hierbei handelt es sich um Komponenten, Baugruppen,

Bauteile oder zusätzliche Funktionen, die für die erwünschte Funktionserfüllung irrelevant sind. Obwohl diese Bauteile nicht unmittelbar an der Funktionserfüllung eines technischen Objektes beteiligt sind, haben sie dennoch Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Gesamtanlage und damit auf die Erfüllung der primären und sekundären Funktionen. Nach [Mou96] enthalten komplexe Anlagensysteme zwischen 5 und 20 Prozent überflüssige Bauteile im Sinne der Funktionserfüllung. Diese Tatsache erfordert natürlich auch entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen zur Ausfallvermeidung von überflüssigen Funktionen, wozu Instandhaltungskosten benötigt und zusätzliche Kosten verursacht werden [Sch09a] [RMM09].

Wie bereits erläutert, sind bei der Anwendung einer präventiv vorausschauenden Instandhaltung neben der Funktionsdefinition auch die möglichen Funktionsstörungen relevant. Durch eine genaue Klassifizierung von Funktionsstörungen mittels Schadensbildern ist es möglich, Schwerpunkte der Störungen im Produktionsprozess zu ermitteln und auszuwerten. Nachfolgend ist nach [Mat02] und [Sch09a] eine Unterteilung der Schadensbilder aufgelistet:

- Sicherheitsrelevante Funktionsstörungen wie z.B. die Gefahr von Personenschäden
- Umweltrelevante Folgen wie z.B. die Überschreitung von Emissionsgrenzwerten
- Betriebsrelevante Störungen wie z.B. Stillstand einer Produktionsanlage
- Betriebsunabhängige Schadensbilder verursachen lediglich Instandsetzungskosten

Nach der Definition von anlagenspezifischen Funktionen und möglichen Funktionsstörungen werden bei der präventiv vorausschauenden Instandhaltung entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen geprüft, um potentielle Störungen bereits im Vorfeld verhindern zu können [Mou96] [Mat02]. Um dieses Ziel zu realisieren, ist es oft hilfreich, ausgehend von den in Abbildung 3.5 dargestellten vier Grundstrategien der Instandhaltung, zahlreiche Substrategien und Taktiken abzuleiten [Con06]. In [Con06] wird beispielsweise eine Zerlegung der Strategien in geeignete Taktiken vorgenommen. Eine feinere Untergliederung von Strategien kann bei der operativen Vorbereitung, Durchführung und Abrechnung von Instandhaltungsmaßnahmen hilfreich sein. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass eine zu feine Granulierung der Instandhaltungsstrategien und den damit verknüpften Maßnahmen (speziell für frühe Phasen der Instandhaltungsplanung) nicht immer hilfreich ist [Har07] [WSS07].

3.1.5 Auswahl der Instandhaltungsstrategie

Die Auswahl der optimalen Instandhaltungsstrategie ist für die Erreichung der definierten Ziele von entscheidender Bedeutung. Eines der Hauptziele einer optimalen Instandhaltungsstrategie ist die Einhaltung der geforderten Zuverlässigkeit bei minimalen Kosten unter Berücksichtigung von sicherheits- und umweltrelevanten Kriterien [Mat02] [Mat05]. John Mou-

bray hat in [Mou96] das Instandhaltungskonzept RCM (Reliability Centered Maintenance) entwickelt, welches eine optimale Zusammenstellung von Ausfallbehebung, vorbeugender, zustands und vorausschauender Instandhaltung beinhaltet. Dieser, von Moubray [Mou96] entwickelte Prozess ermittelt jene Instandhaltungsarbeiten, die nötig sind, um die Maschinenfunktionsfähigkeit zu optimieren. Beispielsweise werden technische Objekte, deren Ausfall keine Gefahr für Sicherheit und Umwelt darstellt, sowie durch eine mögliche Störung keine anderen technischen Objekte gefährdet, nicht vorbeugend instand gehalten. In diesem Fall erweist es sich meist als ökonomischer, nur die anfallenden Instandsetzungskosten zu investieren. Ganz anders ist das Vorgehen bei komplex verketteten, sicherheits- und umweltrelevanten technischen Objekten, bei deren Ausfall ganze Anlagenteile oder sogar der komplette Produktionsprozess zum Stillstand kommt. Hier empfiehlt es sich, eine vorbeugende und oder zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie anzuwenden [Sch09a].

Wie in [Mat05] [Mat02] und [Mou96] beschrieben, wird unter den Gesichtspunkten

- Gesamtkostenminimierung
- Zuverlässigkeitsmaximierung
- Sicherheitsmaximierung
- So viel Instandhaltung wie nötig
- So wenig Instandhaltung wie möglich

eine Analyse der einzelnen technischen Anlagen, basierend auf den nachfolgend angeführten sieben Grundfragen durchgeführt, wodurch es möglich ist, individuelle Instandhaltungsstrategien für jedes einzelne technische Objekt abzuleiten:

1. Welche Funktionen und damit verbundenen Leistungsnormen erfüllt die Anlage unter Berücksichtigung der momentanen Betriebsbedingungen?
2. In welcher Weise kann die Anlage bei der Erfüllung ihrer Funktion gestört werden?
3. Welche Ursachen hat die Funktionsstörung?
4. Welche Folgen hat die Störung?
5. Wie wirkt sich die Störung aus?
6. Welche vorbeugenden Maßnahmen zur Störungsvermeidung können getroffen werden?
7. Was muss unternommen werden, wenn keine annehmbare vorbeugende Lösung gefunden werden kann?

Aufgrund der Tatsache, dass technische Objekte meist einem bestimmten Verschleiß während ihrer Aufgabenerfüllung unterliegen, muss eine neue Anlage theoretisch mehr leisten können als eigentlich gefordert wird. Eine Störung tritt dann auf, wenn die Maschine die geforderte Leistungsfähigkeit nicht mehr erfüllen kann und wird durch die Instandhaltung wieder auf das geforderte Leistungsniveau gebracht. Bevor jedoch geeignete Mechanismen zur Fehlerbehebung erarbeitet werden können, muss gründlich analysiert werden, welche Fehler bzw. Störungen überhaupt auftreten können. Die zuvor erwähnten sieben Grundfragen bilden die Basis dafür. Die Kernfragen eines umfassenden Instandhaltungskonzeptes sind die Fragen nach der Störungsart (In welcher Weise kann die Anlage bei der Erfüllung ihrer Funktion gestört werden?) und der Störungsursache (Wodurch kann eine Störung ausgelöst werden?) [Mat05] [Mat02] [Mou96] [RMM09] [Sch09a].

Als nächstes werden die Störungsfolgen untersucht, um eine Grundlage zu schaffen, wie intensiv nach möglichen Störungsursachen gesucht werden muss. Wenn mögliche Störungsfolgen von technischen Objekten schwerwiegende Auswirkungen haben können, so ist leicht einzusehen, dass hier intensivere Analysen durchgeführt werden müssen als bei vergleichsweise harmlosen Störungsfolgen. Durch die Aufzeichnung von Ursachen und Folgen einer Funktionsstörung kann jede Fehlfunktion entsprechend eingestuft werden. Diese Einstufung bildet die Entscheidungsgrundlage, welche Instandhaltungsaktivitäten erforderlich sind. Sollte sich herausstellen, dass keine der zur Auswahl stehenden vorbeugenden Lösungen technisch machbar und rentabel ist, muss auf Standardmaßnahmen wie z.B. geplante Fehler-suchmaßnahmen, keine geplante Instandhaltung oder eine Konstruktionsänderung zurückgegriffen werden [Mat05] [Mat02] [Mou96] [Neu02] [Sch09a].

Je nach Ausfallscharakteristik und potenziellen Störungsfolgen werden die vier in Abbildung 3.5 dargestellten Grundstrategien der Instandhaltung individuell auf die jeweiligen technischen Objekte angewendet. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass es durchaus Fälle gibt, wo keine der vier Grundstrategien angewendet werden kann. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die Ausfallkosten sehr hoch sind oder keine Möglichkeit zur Zustandsüberwachung existiert. In derartigen Fällen können die Installation einer redundanten Parallelanlage oder konstruktive Änderungen Abhilfe schaffen [Mat05] [Mat02] [Mou96] [Con06] [Har07] [Sch09a].

In Abbildung 3.8 ist eine mögliche Vorgehensweise zur Unterstützung der Instandhaltungsstrategieauswahl dargestellt. Die Strategieauswahl erfolgt im Normalfall auf Anlagenebene. Bei komplexen und kritischen technischen Systemen kann es aber durchaus Sinn machen, Instandhaltungsstrategien auf Komponentenebene zu vergeben. Die Entscheidung für die eine und gegen die andere Strategie ist immer von der konkreten Situation der technischen Anlage und der Instandhaltungspolitik im Unternehmen abhängig. Daraus folgt, dass es keine allgemeingültige Instandhaltungsstrategie geben kann, sondern immer eine möglichst

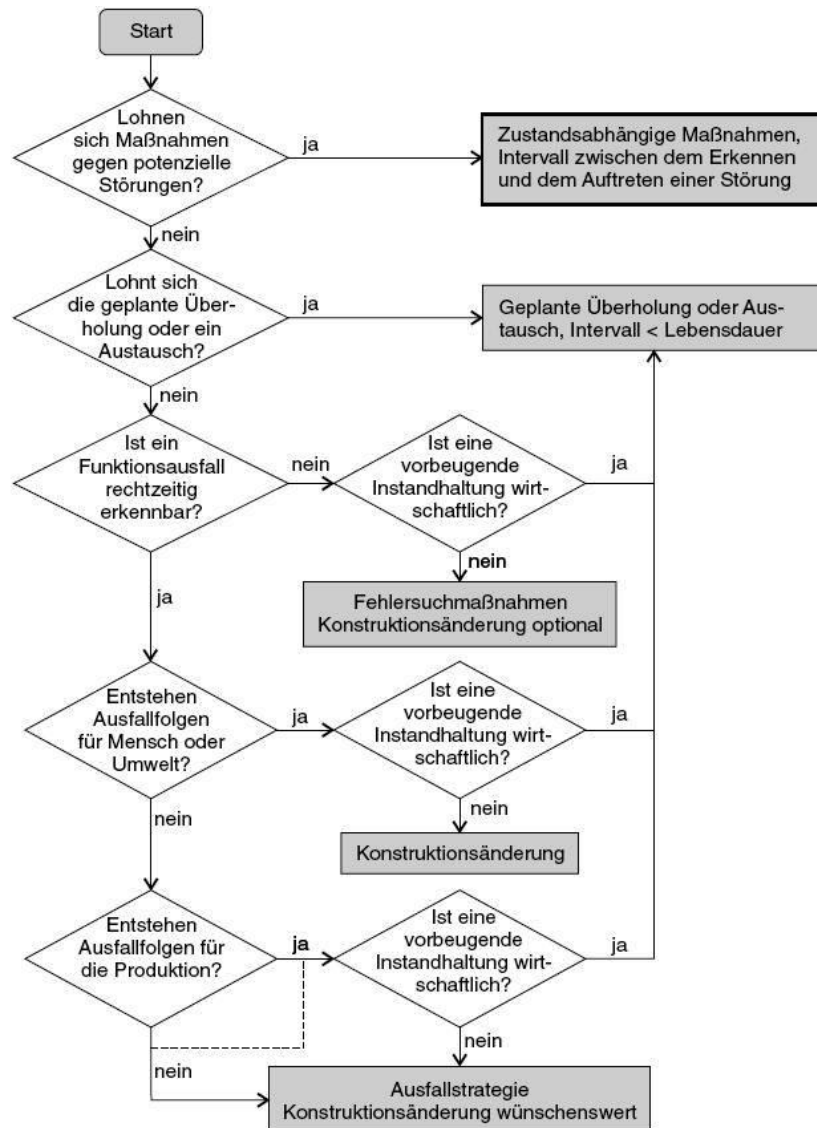


Abbildung 3.8: Vorgehensweise zur Auswahl von Instandhaltungsmaßnahmen für eine vorausschauende Instandhaltung nach [Mou96] [Sch09a]

optimale unternehmensspezifische Strategiezusammenstellung. In Zeiten immer härter werdender Konkurrenz und wachsendem Kostendruck, kann eine Produktivitätserhöhung bei gleichzeitigem effizientem Einsatz von Instandhaltungsressourcen ein entscheidender Wettbewerbsvorteil sein [Mat05] [Mat02] [Mou96] [Con06] [Har07] [Sch09a].

Kapitel 4

EDV und IT in der Instandhaltung

Wie auch in anderen Unternehmensbereichen ist aufgrund der Vielfalt und der zunehmenden Komplexität der Anforderungen ein geeignetes EDV System in der Instandhaltung nicht mehr wegzudenken. Die Aufgaben, die im Rahmen eines zeitgemäßen Instandhaltungsmanagements zu bewältigen sind, machen den Einsatz von moderner elektronischer Datenverarbeitung zwingend notwendig. Nur dadurch ist es möglich, die zahlreichen differierenden Instandhaltungsaufträge sowie die damit verbundenen Datenmengen wirtschaftlich zu bewältigen [Ras00] [RMM09] [Män90].

Systeme der elektronischen Datenverarbeitung im Zusammenhang mit Informationstechnologien bilden in der Instandhaltung ein geeignetes Hilfsmittel zur Effizienzsteigerung von Instandhaltungsplanung, Instandhaltungssteuerung und Instandhaltungscontrolling. Die Planung von entsprechenden Instandhaltungsmaßnahmen sowie eine rationellere Auftragsabwicklung und die Möglichkeit relativ einfache, aussagekräftige Auswertungen und Analysen durchführen zu können, machen IT Systeme in einem modernen Instandhaltungsmanagement nahezu unentbehrlich. Wie wichtig Computersysteme in der Instandhaltung sind, wird insbesondere dann deutlich, wenn man bedenkt, dass bereits in relativ kleinen Betrieben die Anzahl der instand zu haltenden technischen Objekte eine Größenordnung von tausend und mehr erreichen kann [Ras00] [RMM09] [Män90] [Beh94].

Je nach Betriebs- und Anlagengröße kann es relativ rasch zu einem Instandhaltungsauftragsvolumen von mehreren tausend Aufträgen pro Jahr kommen. Dabei zeigt sich, dass die Veranlassung, Durchführung und Kontrolle dieser Instandhaltungsaufträge ohne ein entsprechendes EDV System nicht mehr vernünftig und wirtschaftlich zu bewältigen ist [Ras00] [RMM09] [Beh94].

Der Einsatz von EDV - Systemen unterstützt vor allem Instandhaltungsaufgaben wie die Verbesserung der Planung von vorbeugenden Instandhaltungsarbeiten, sowie die damit im Zusammenhang stehende Minimierung von Anlagenstörungen. Ein weiteres Einsatzgebiet der

IT ist die Beschleunigung und Vereinfachung der Auftragsdisposition mit Hilfe von Materialstücklisten und Standardarbeitsplänen. Computersysteme bringen außerdem Vorteile bei der Schwachstellenanalyse und damit Entscheidungsgrundlagen für geeignete Instandhaltungsstrategien, beispielsweise durch exaktere Auftragsrückmeldungen. Die Möglichkeit aussagekräftige Berichte und Auswertungen durchzuführen, macht ein effizientes Instandhaltungsmanagement und Instandhaltungscontrolling überhaupt erst möglich. Selbstverständlich sind die eben angeführten Punkte nicht als vollständig anzusehen. Es gibt noch zahlreiche andere Anwendungsgebiete der EDV in der Instandhaltung, welche auch durch den Einsatz neuer Technologien ständig erweitert und verbessert werden [Ras00] [RMM09] [Mat05] [Blo93] [Gru95].

Die eben angeführten Verbesserungen der Instandhaltung mit Hilfe von Computersystemen können nur dann bestmöglich realisiert werden, wenn im Unternehmen vor einer eventuellen Softwareeinführung eine umfassende Ist-Analyse durchgeführt wird. Diese Analyse umfasst z.B. die Betrachtung der Geschäftsprozesse welche im EDV System abgebildet werden sollen, die Stärken und Schwächen der bestehenden Prozesse, sowie die mögliche Realisierung von gewünschten Verbesserungen. Mögliche Probleme in der Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens können so rechtzeitig identifiziert und unabhängig von der Einführung eines Instandhaltungs- IT -Systems korrigiert werden. Des Öfteren wird fälschlicherweise angenommen, dass durch die Einführung eines Computersystems die vorhandenen Probleme und Schwachstellen von alleine gelöst werden. Nach oder während der Einführung des EDV Systems treten diese Probleme und Schwachstellen allerdings erbarungslos hervor und können einen computergesteuerten Ablauf sogar unmöglich machen. Durch eine aufwändige und vorzeitig durchgeführte Analyse können Risiken und Kosten bei der Planung und Einführung eines rechnergestützten Instandhaltungssystems minimiert werden [Ras00] [RMM09] [Mat05] [Blo93] [Gru95] [Sch09a].

In der Literatur finden sich zahlreiche Begriffe für einen EDV bzw. IT Einsatz in der Instandhaltung. Ausgehend von eher allgemein gehaltenen Begriffen wie „Software Lösungen für die Instandhaltung“ oder „Instandhaltungssoftware“, existieren auch Begriffe, welche das eigentliche Aufgabengebiet der Software spezifizieren wie z.B. „Arbeitsplanungs- und Steuerungssysteme für die Instandhaltung“. Diese zahlreichen und teils unterschiedlichen Bezeichnungen für EDV Lösungen in der Instandhaltung resultieren hauptsächlich aus der Vergrößerung, Steigerung und Erweiterung der Einsatzgebiete von rechnergestützten Instandhaltungslösungen [Ras00] [RMM09] [Mat05] [Blo93] [Gru95] [Sch09a].

Im Bereich der Instandhaltung werden verschiedenste Daten, Informationen und Dokumente verarbeitet. Derzeit werden für die Verwaltung dieser Daten, Informationen und Dokumente unterschiedlichste Systeme mit verschiedensten Aufgabenbereichen und Funktionalitäten

eingesetzt. Derartige Systeme können entsprechend ihrer Aufgabenbereiche und Funktionalitäten klassifiziert werden [Ras00] [RMM09] [Mat05] [Blo93] [Gru95] [Sch09a].

4.1 Instandhaltungsplanungs- und -Steuerungssysteme (IPS)

Zu Beginn der neunziger Jahre, zählten die so genannten Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssysteme (IPS) zu den umfassendsten Softwaresystemen für den Instandhaltungsbereich. Diese Systeme decken neben den klassischen Aufgaben der Planung und Steuerung von Instandhaltungsaufträgen noch weitere umfassendere Funktionen ab. Eine dieser Funktionen ist die Objektverwaltung, wo alle technischen Objekte für welche Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden können, entsprechend administriert werden. In diesem Funktionsbereich werden außerdem Informationen wie z.B. der Ort wo sich das technische Objekt befindet abgespeichert. Für die einzelnen technischen Objekte kann eine Instandhaltungsauftragshistorie angelegt werden, welche später, beispielsweise für bestimmte Analysen, herangezogen und ausgewertet werden kann [Sch09a] [Wei05] [Mat05] [BDK92].

IPS - Systeme bieten außerdem die Möglichkeit der Auftragsplanung und Auftragssteuerung. Bei der Auftragsplanung werden zustands-, störungs- und intervallbasierte Instandhaltungsmaßnahmen entsprechend geplant und vorbereitet. Dabei werden meist auch die benötigten Arbeitsschritte und Arbeitsmittel, sowie das erforderliche Personal evaluiert. Die Auftragssteuerung knüpft unmittelbar an die Auftragsplanung an und beginnt mit dem Auslösen einer Instandhaltungsmaßnahme. Hier bietet sich auch die Möglichkeit der automatischen Planung von Wartung und Inspektion. Die Auftragssteuerung endet mit der Rückmeldung der ausgelösten Instandhaltungsmaßnahme. Dadurch ist es möglich, einen guten Überblick über alle aktuell laufenden Instandhaltungsaufträge zu erhalten. Die Budget- und Kostenkontrolle bildet ebenfalls eine wichtige Funktion von IPS - Systemen. Mit dieser Funktionalität kann auf relativ komfortable Weise eine effiziente Kostenplanung, -steuerung und -kontrolle realisiert werden. Weitere Aufgaben sind beispielsweise die Erstellung von Budgets und deren Verfolgung, die Abrechnung von Instandhaltungsaufträgen, oder die Analyse des Instandhaltungsbudgets nach bestimmten Kriterien wie z.B. Kostenstellen und Leistungsarten [Sch09a] [Mat05].

Eine weitere Funktionalität von Instandhaltungsplanungs- und -Steuerungssystemen bildet das Ersatzteilmanagement. Mit Hilfe dieser Softwarekomponente ist es möglich, Lagerbestände, Wareneingänge, Lagerentnahmen, usw. rasch und kostengünstig zu überwachen.

Um auch zukünftig die richtigen Entscheidungen im Kontext der Instandhaltung zu treffen, bieten IPS - Systeme die Möglichkeit, Auswertungen, Analysen und Berichte durchzuführen, welche als Basis für die Bildung von Kennzahlen oder zur Verfolgung von Trends herangezogen werden können. Durch dieses breite Funktionsspektrum der IPS - Systeme wird eine Optimierung des gesamten Aufgabenbereichs der Instandhaltung erst ermöglicht. Ein Nachteil dieser Systeme ist allerdings, dass das gewonnene Erfahrungswissen nicht verwaltet bzw. gespeichert werden kann und verloren geht [RMM09] [WSS07] [MS09] [Sch09a].

Nachfolgend sind einige Vertreter von IPS Softwaresystemen angeführt, ohne näher im Detail auf diese Lösungen einzugehen:

- SAP PM [SAP09d]
- IBM Maximo [IBM09c]
- API PRO [API09]

4.2 Condition Monitoring Systeme (CMS)

Im Abschnitt 3.1.3 präventiv zustandsorientierte Instandhaltung wurde die Einführung eines Condition Monitoring Systems (CMS) bereits behandelt. In diesem Kapitel liegt der Fokus auf den verschiedenen Softwaresystemen, welche für eine kontinuierliche Zustandsüberwachung verwendet werden können. Das Ziel von derartigen Systemen ist den Anlagenzustand (möglichst in Echtzeit) zu erfassen und weiterzuleiten, um mögliche Störfälle frühzeitig erkennen zu können. Damit dieses Ziel bestmöglich erreicht werden kann, bieten die meisten Condition Monitoring EDV-Systeme die nachfolgend aufgelisteten Funktionen an [Sch09a] [RMM09] [Mat05]:

- Erfassung von Messwerten
- Speicherung und Verdichtung von Messwerten
- Onlineüberwachung von Anlagenparametern
- Auswertung von Messdaten
- Erfassung und Verarbeitung von Zusatzinformationen

Derartige Systeme zur kontinuierlichen Zustandsüberwachung sammeln heute vor allem Daten von Drehmomentmessungen, Schwingungsüberwachungen, Stromaufnahmemeasurements, Druckluftverbrauchsmessungen, etc. und bilden damit eine der Hauptinformationsquellen der

Instandhaltung. Durch diese Daten können entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen und Instandhaltungsstrategien veranlasst werden [Sch09a] [RMM09] [Mat05].

Nachfolgend sind einige Anbieter von Condition Monitoring Systemen angeführt, ohne näher im Detail auf diese Softwarelösungen einzugehen. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die meisten Anbieter Komplettlösungen anbieten, was bedeutet, dass neben der Hardware zur Messdatenerfassung auch die entsprechenden Softwarepakete zum Auslesen der Daten bereitgestellt werden [Sch09a] [RMM09] [Mat05]:

- Bently Nevada [Gen09]
- Bosch Rexroth [Bos09]
- iba [iba09]
- National Instruments [Nat09]
- Rockwell Automation [Roc09]

4.3 Dokumentenmanagementsysteme (DMS)

Unter Dokumentenmanagement versteht man meist die EDV und datenbankgestützte Verwaltung von elektronischen Dokumenten. Oftmals handelt es sich dabei um papierbasierte Dokumente, welche digitalisiert werden und in einem Dokumentenmanagementsystem abgelegt werden. Derartige Systeme besitzen entsprechende Konzepte und Methoden, um eine große Anzahl an abgelegten Dokumenten effizient verwalten zu können. Zu den wesentlichen Eigenschaften von Dokumentenmanagementsystemen zählen auch die Dokumentenversionierung sowie eine datenbankgestützte Metadatenverwaltung zur Erleichterung der Dokumentensuche. Im Gegensatz zu einem normalen Dateisystem, wo nur über wenige Attribute wie Dateiname, Dateiendung, Änderungs- oder Erstelldatum gesucht werden kann, hat der Anwender im Dokumentenmanagementsystem weit mehr Suchmöglichkeiten. So ist es in einem DMS problemlos möglich, nach der Version des Dokuments, der Kundennummer oder der Auftragsnummer zu suchen. Eine weitere mächtige Suchmöglichkeit bietet das Konzept der Indizierung. Dadurch können Dokumente sowie deren Inhalte eindeutig identifiziert werden und massenweise Volltextsuchanfragen rasch bewältigt werden. Der Umfang und die Funktionalität von Dokumentenmanagementsystemen sind in der Norm ISO 10166 [Int09b] definiert, welche in der Praxis allerdings keine entscheidende Bedeutung erlangte [GSMK04] [GSSZ02] [HTZ07] [Sch09a].

Um Dokumente in das Dokumentenmanagementsystem einzupflegen, werden die Dokumente durch entsprechende Importfunktionen physisch im DMS abgelegt. Dokumente, welche

noch nicht elektronisch erfasst sind, müssen erst entsprechend aufbereitet werden. Die Digitalisierung der Dokumente erfolgt mit Hilfe von Rechnergestützten Scannstationen und ist meist mit Technologien wie OCR (Optical Character Recognition) zur automatischen Texterkennung verknüpft. OCR Technologien haben sich in den letzten Jahren enorm verbessert und weisen je nach Qualität des eingescannten Dokuments kaum noch Texterkennungsfehler auf [MNY99] [Sch09a].

Nachfolgend sind einige OCR Softwaresysteme aufgelistet:

- OCRopus [Bre09]
- GOCR [Sch09b]
- CuneiForm [Cog09]
- Tesseract [Smi09]
- ABBYY FineReader [ABB09]
- OmniPage [Nua09]
- Readiris [Ima09]

Der Archivierungsmechanismus von Dokumentenmanagementsystemen dient dazu, die Langzeitsicherung der Dokumente und den dazugehörigen Metadaten zu gewährleisten. Durch diese Sicherungsmechanismen wird es ermöglicht, Daten aus dem DMS jederzeit einsehen, reproduzieren oder ausdrucken zu können. Der Einsatz von Datenbanken optimiert die Verarbeitung von großen Datenmengen bzw. die Verwaltung einer großen Anzahl archivierter Dokumente. Durch intelligente Datenbankabfragen ist es trotz sehr großer Datenmengen rasch möglich, gezielt auf einzelne Dokumente oder Dokumentgruppen zuzugreifen [Sch09a] [Lim01] [BHR05] [WBAH05].

Dokumentenmanagementsysteme werden in modernen Unternehmen sowie auch im Kontext der Instandhaltung immer häufiger als Informationsbasis herangezogen. Durch die (unternehmensweite) Bereitstellung von Dokumenten, werden viele Geschäftsprozesse überhaupt erst ermöglicht. Selbstverständlich muss ein DMS auch entsprechend administriert werden. Über einen eigenen Administrationsbereich können Benutzereinstellungen, Zugriffsberechtigungen, statistische Analysen sowie Daten- und Dokumentensicherung durchgeführt werden. Nach [Str08] bestehen Dokumentenmanagementsysteme üblicherweise aus einer grafischen Benutzeroberfläche, einer Administrationskomponente, einer Ein- und Ausgabekomponente, einer Ablagedatenbank und einer Metadatenbank. Die eben erwähnten Komponenten dienen zur Umsetzung der Basisfunktionen eines DMS. Der Administrationskomponente kommt allerdings besondere Bedeutung zu, da diese Komponente spezielle

Funktionen für die Administration des Gesamtsystems zur Verfügung stellt. In der Eingabekomponente eines DMS befinden sich Funktionen wie der Import von Dokumenten oder die Indizierung. Die Verwaltung und Dokumentenarchivierung wird in der Ablage- und Metadatenkomponente realisiert. Suchanfragen sowie die Reproduktion und Anzeige von Daten wird in der Ausgabekomponente eines DMS umgesetzt [Str08] [GSMK04] [Sch09a].

Der Zugriff auf ein Dokumentenmanagementsystem kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Die gängigen Systeme bieten eigene Clients, basierend auf der Client - Server Technologie für den Zugriff an. Die meisten Systeme stellen auch einen Zugriff über den Webbrowser zur Verfügung, wodurch die Flexibilität und das Einsatzgebiet des Dokumentenmanagementsystems erheblich erweitert wird. Die Benutzeranfragen an das DMS werden über ein Computernetzwerk zum DMS Server übertragen und dort verarbeitet. Die Antwort, also das gewünschte Dokument, wird an den Rechner des Benutzers übertragen und dort im Client bzw. Webbrowser angezeigt. Der entscheidende Vorteil Dokumente leichter zu finden und langfristig gesichert zu haben wird nicht alleine aufgrund des digitalen Dokumentenmanagementsystems erreicht. Besonders wichtig in diesem Zusammenhang ist die Pflege von Klassifizierungssystemen, Dokumentenklassen und Schlagworten, mit welchen Dokumente beim Einpflegen ins DMS versehen werden. Dadurch verbessert sich das bei einer Suchabfrage geforderte rasche Suchergebnis nachhaltig. Der große Mehrwert eines Dokumentenmanagementsystems entsteht vor allem dann, wenn die im DMS abgelegten Daten nach langer Zeit (z.B. aufgrund gesetzlicher Gegebenheiten) wieder gefunden und aufgerufen werden sollen. Neben all diesen Vorteilen muss darauf geachtet werden, dass der Aufwand für die Ablage eines Dokuments im DMS durch die Vielzahl an möglichen Funktionen des Dokumentenmanagementsystems nicht zu groß wird. Die Kosten eines solchen Systems sind aufgrund der Fixkosten für Softwarelizenzen, Betrieb- und Wartungskosten, sowie den Schulungskosten für die Anwender oft nicht unerheblich [Sch09a] [Lim01] [BHR05] [WBAH05].

Häufig gestaltet es sich schwierig, die unternehmensweite Verwendung von Dokumentenmanagementsystemen bei allen Benutzern durchzusetzen. Dies gilt sowohl für die Anwendung bei elektronischen Workflows als auch für die etwas umständlichere Archivierung von Dokumenten. Zudem ist heute die Belastung der Mitarbeiter durch Rationalisierungsmaßnahmen derart groß, dass Mehraufwände für administrative Tätigkeiten oft nicht konsequent durchgehalten werden können. Deshalb ist es eine wichtige Voraussetzung, dass das Unternehmensmanagement voll hinter der unternehmensweiten Verwendung eines Dokumentenmanagementsystems steht [Sch09a] [ZGB05].

Bekannte Vertreter von Dokumentenmanagementsystemen sind nachfolgend aufgelistet:

- Open Text Document Management [Ope09b]

- Easy Enterprise [Eas09]
- FileNet [IBM09a]

In einer modernen Instandhaltung werden vielfältigste Dokumente erzeugt und benötigt, wo der Einsatz von derartigen Dokumentenmanagementsystemen sicher sinnvoll ist. So werden beispielsweise Informationen über Wartungen mit Hilfe von Wartungsprotokollen dokumentiert. Bei Instandhaltungsmaßnahmen werden Dokumente, wie Wartungspläne oder Montageanleitungen benötigt. Ein Dokumentenmanagementsystem kann in der Instandhaltung dazu genutzt werden, um die dort anfallenden bzw. benötigten Informationen effizient zu verwalten. Dokumentenmanagementsysteme werden zunehmend in Enterprise Resource Planning Systeme integriert, wodurch nach und nach eine zentrale Datenhaltung erreicht wird [GSMK04] [GSSZ02] [HTZ07] [Kam99] [Lim01] [BHR05] [WBAH05] [ZGB05] [Sch09a].

4.4 Engineering und Product Data Management Systeme (EDMS / PDMS)

Unter Engineering Data Management (EDM) versteht man die ganzheitliche, strukturierte und konsistente Verwaltung sämtlicher Daten und Abläufe, welche bei der Entwicklung von neuen oder bei der Änderung vorhandener Produkte anfallen. Beim Product Data Management (PDM) geht es darum, Produktdaten und Präsentationsdaten, sowie die dazugehörigen Dokumente als Ergebnis der Produktentwicklung zu speichern und zu verwalten [SH04] [Sch09a] [Wes05] [VWBZ07] [Ker03] [ES04] [Sch06].

Mit Engineering und Product Data Management Systemen können also nicht nur Dokumente verwaltet werden. Diese Systeme dienen während der Produktentwicklung als Netzwerk bzw. als tragende Plattform, um die während der Produktentwicklung benötigten digitalen Systeme über geeignete Schnittstellen zu einem Gesamtsystem zu vereinen. Derartige zu vereinende Systeme sind beispielsweise Konstruktionsprogramme (Computer Aided Design - CAD Systeme), Officeanwendungen, Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme oder CNC Systeme (Computerized Numerical Control). Produktrelevante Informationen und Unternehmensdaten werden definiert, generiert, bearbeitet, kontrolliert, verteilt, gespeichert und abgelegt. Mögliche Daten und Dokumente welche durch EDM bzw. PDM - Systeme verwaltet und koordiniert werden, sind z.B. Stücklisten, CAD - Modelle, Zeichnungen, Projekt- und Arbeitspläne, Programme, sowie beliebige digitale Dokumente. EDM / PDM - Systeme verfolgen Zielsetzungen wie das effiziente Weitergeben, Verwalten und Wiederfinden sämtlicher Daten, sowie die Integration von unterschiedlichen IT - Systemen. Weitere Ziele sind Inhalte,

Abhängigkeiten und Strukturen der Produkt beschreibenden Daten zu übernehmen, transparent zu machen und Abläufe zu optimieren. Zur Erreichung dieser Zielsetzungen benötigen EDM / PDM - Systeme die in [Ver02] beschriebenen und nachfolgend kurz erläuterten Grundfunktionalitäten [SH04] [Sch09a] [Wes05] [VWBZ07] [Ker03] [ES04] [Sch06].

Hinter der Funktionalität Produktdaten- und Dokumentenmanagement befindet sich die allgemeine Verwaltung von Daten und Dokumenten. Ein Beispiel dafür wären Konstruktionsmodelle oder Zeichnungen, inklusive der Verknüpfung zu jenen Systemen, wo diese Modelle erzeugt wurden. In diesem Zusammenhang werden auch sämtliche Metadaten und Dateiversionen verwaltet. Engineering und Product Data Management Systeme bieten außerdem die Möglichkeit Produktstrukturen zu erstellen und Stücklisten zu generieren. Des Weiteren können zeitliche Änderungen von Produktstrukturen mittels verschiedenen Konfigurationen und Produktvarianten verwaltet werden. Um das Suchen und Finden von (Produkt-)Informationen für den Benutzer so angenehm wie möglich zu machen, haben EDM / PDM - Systeme entsprechend effiziente Mechanismen integriert, um dies zu realisieren. Durch ein integriertes Prozess- und Workflowmanagement lassen sich Abläufe wie beispielsweise Freigabe- und Änderungsprozesse leicht abbilden und Statusinformationen über Arbeitsfortschritte bereitstellen. Eine zentrale Funktion derartiger Systeme stellt das Benutzermanagement dar. Hier können Zugriffsberechtigungen vergeben und Benutzergruppen eingerichtet werden. Dies ist wichtig, um Datenmissbrauch präventiv verhindern zu können [SH04] [Sch09a] [Wes05] [VWBZ07] [Ker03] [ES04] [Sch06].

EDM / PDM - Systeme bieten noch zahlreiche weitere Funktionen wie z.B. eine Anbindung an das E-Mail System des Unternehmens, Vorschau- oder Markierungsfunktionen in Dokumenten, sowie Datensicherungs- bzw. Archivierungsfunktionen. Mittels einer Administrationsoberfläche können Engineering und Product Data Management Systeme relativ bequem verwaltet und an die Unternehmensstruktur angepasst werden. Heutige EDM / PDM - Systeme bieten eigene Clients basierend auf der Client - Server Technologie für den Zugriff auf das System an. Einige Systeme stellen auch einen Zugriff via Webbrowser zur Verfügung, wodurch die Flexibilität und das Einsatzgebiet derartiger Systeme erheblich erweitert wird. Die Grundlage für den Server bildet im Regelfall ein leistungsfähiges Datenbanksystem. Wenn Daten durch einen Benutzer geändert werden, muss selbstverständlich vom System gewährleistet werden, dass dieser Benutzer exklusiv die Änderungen durchführt und nicht parallel ein zweiter Benutzer ebenfalls Änderungen am selben Datensatz durchführen kann. Aktuelle EDM / PDM - Systeme können meist nur Produktentwicklungsprozesse abbilden. Im Kontext der Instandhaltung sind allerdings die nachfolgenden Produktlebenszyklen interessant, welche von Engineering und Product Data Management Systemen leider nur selten bis gar nicht unterstützt werden. Eine Erweiterung der EDM / PDM - Systeme auf Betriebsprozessebene wäre also ein möglicher Weg, um derartige Systeme auch in der Instandhaltung einsetzen

zu können [SH04] [Sch09a] [Wes05] [VWBZ07] [Ker03] [ES04] [Sch06].

Aktuelle Vertreter von EDM / PDM - Systemen sind beispielsweise folgende:

- Windchill PDMLink [Par09]
- Teamcenter Express [Sie09]
- CIM Database Turnkey PDM [CON09]

4.5 Interaktive Ersatzteilkataloge

Interaktive Ersatzteilkataloge werden oft auch als elektronische Ersatzteilkataloge bezeichnet. Darunter versteht man Ersatzteilkataloge, welche in elektronischer bzw. digitaler Form über Datenträger und Kommunikationsnetzwerke verbreitet und zur Verfügung gestellt werden. Mit derartigen Systemen werden Daten, Informationen und Dokumente für Ersatzteile elektronisch mit Hilfe von entsprechenden EDV Systemen verwaltet und bereitgestellt. Sämtliche in diesen Katalogen enthaltenen Informationen können jederzeit automatisiert auf Papier ausgedruckt werden [Ver06]. Diese interaktiven Kataloge enthalten alle für die Ersatzteilidentifikation und -bestellung relevanten Daten. Grafische Darstellungen wie z.B. Bilder oder 3D Modelle sind derart verknüpft, dass beispielsweise beim Anklicken eines bestimmten Teils in der Grafik, sofort die dazugehörigen Stücklisteninformationen vom System angezeigt werden. Die Konsistenz zwischen der grafischen Darstellung und den hinterlegten Stücklisten muss sichergestellt sein, um diese Navigationsmöglichkeiten durchführen zu können. Mittels verschiedener Suchfunktionen und Navigationsmöglichkeiten (Strukturbaum, interaktive grafische Darstellungen, etc.) gestaltet es sich relativ einfach, die benötigten Baugruppen und Einzelteile rasch zu identifizieren. Zu den Ersatzteilen werden vom System auch Herstellerspezifische Informationen wie Adresse, Produktinformationen, Typenbezeichnungen, Identifikationsnummern oder aktuelle Preise aus dem Internet mitgeführt. Dadurch ist es möglich, dass Ersatzteile eindeutig identifiziert und klassifiziert werden können, wodurch eine Ersatzteilsuche für den Anwender weiter erleichtert wird. Zahlreiche interaktive Ersatzteilkataloge bieten auch gleich eine Bestellfunktion der benötigten Ersatzteile via Internet an. Benötigte Ersatzteile werden dabei vom System zu einer Anfrage- bzw. Bestellliste zusammengefasst und direkt an den Lieferanten der Ersatzteile gesendet [Sch09a] [LN05].

Je nach eingesetzter Software, kann die Datenübernahme in das Katalogsystem automatisiert über entsprechende Schnittstellen (z.B. direkt aus einem ERP System), oder via manueller Dateneingabe erfolgen. Elektronische Kataloge können über Medien wie CDs, DVDs oder das Intranet bereitgestellt werden. Für die Anzeige der Daten und Interaktionen in den

Katalogen werden entsprechende Anzeigeprogramme bereitgestellt. In den meisten Fällen reicht ein normaler Webbrowser für die Bedienung eines elektronischen Ersatzteilkatalogs allerdings völlig aus [Sch09a] [LN05].

Sämtliche gespeicherten Daten, Informationen und Dokumente eines interaktiven Ersatzteilkatalogs können in unterschiedlichsten Medien publiziert werden. Es ist also möglich, einen Ersatzteilkatalog sowohl in Papierform als auch als Online Ersatzteilkatalog bereitzustellen. Für Datenspeicherung eines derartigen Systems sorgt meist ein zentrales Datenbanksystem. Über grafische Benutzeroberflächen kann der elektronische Ersatzteilkatalog einfach administriert werden [Sch09a] [LN05].

Zusammenfassend bieten interaktive Ersatzteilkataloge nach [Ver06] die nachfolgend aufgelisteten Funktionalitäten, um Daten, Informationen und Dokumente im Sinne eines Ersatzteilkatalogs zu verarbeiten [Sch09a] [LN05]:

- Grafische Darstellungen von Ersatzteilen
- Identifikation und Klassifikation der Stücklisteninhalte
- Suchfunktionalitäten
- Navigationsstrukturen
- Bestellfunktion

Elektronische Ersatzteilkataloge optimieren Instandhaltungsprozesse dahingehend, dass benötigte Ersatzteile rasch gefunden und mit sämtlichen Informationen schnell bereitgestellt werden können. Der Zeit- und Kostenaufwand gegenüber konventionellen Verfahren ist um ein vielfaches geringer. Einsparungen im Kontext der Instandhaltung können im wesentlichen durch die folgend angeführten Faktoren erreicht werden [Sch09a] [LN05]:

- Zentrale Katalogdatenorganisation
- Automatisierung des Katalogdatenimports z.B. aus ERP Systemen
- Vereinfachung der Katalogerstellung und Datenaufbereitung
- Flexible Mehrfachverwendung von Katalogdaten
- Aufwändiges Suchen in Papierkatalogen entfällt
- Kürzere Suchzeiten
- Bessere Identifikation benötigter Teile
- Vereinfachung der Ersatzteilbestellung

Bekannte Produkte von Elektronischen Ersatzteilkatalogen sind beispielsweise PARTS-PUBLISHER [Doc09] oder Components Engine [Com09].

4.6 Wissensmanagementsysteme (WMS)

Wissensmanagementsysteme oder Informationsmanagementsysteme haben die Aufgabe das Wissen einer Organisation aufzubereiten und zu verwalten. Derartige Systeme kombinieren und integrieren unterschiedliche Funktionen, um die strukturierte Verwaltung von verschiedensten Wissensformen zu realisieren. Mit der alleinigen Implementierung und Anschaffung einer Software ist die Aufgabe des Wissensmanagements allerdings nicht erfüllt. Das Management des Gesamtwissens eines Unternehmens kann allerdings durch Softwarelösungen entsprechend unterstützt werden. Dazu wird das implizit vorhandene Wissen in Form von expliziten Informationen modelliert und abgelegt. Unter Gesamtwissen einer Organisation versteht man in diesem Kontext jede Art von Wissen, welches in EDV Systemen, auf Papier oder in den Köpfen der Mitarbeiter vorhanden ist. Das Ziel von Wissensmanagementsystemen ist es, dieses Gesamtwissen allen Mitarbeitern in gut aufbereiteter Form zur Verfügung zu stellen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der geeigneten Präsentation von Wissen im Gegensatz zu reinen Daten [MHP09] [BVB⁺09] [Sch09a] [MHV03].

Derartige Informationsmanagementsysteme haben ihren Ursprung in großen Beratungsunternehmen, welche daran interessiert sind, bereits entwickelte Lösungen bei zahlreichen unterschiedlichen Kunden einzusetzen und nicht bei jedem Projekt bzw. Kunden „das Rad neu erfinden“ zu müssen. Nach [MK99] verfügen Wissensmanagementsysteme über Funktionalitäten wie Wissenssuche oder Wissenspräsentation. Durch die Funktion Wissenssuche kann mit Hilfe von Schlagworten der Informationsbestand durchsucht werden. Es ist außerdem möglich, in einzelne Wissensgebiete zu navigieren, um themenbezogene Informationen zu finden. Bei der Wissenspräsentation bzw. Wissensvisualisierung werden Informationen aus dem Wissensmanagementsystem für den Benutzer aufbereitet und dargestellt. Dabei besteht die Möglichkeit, gefundene Informationen je nach Anwender zu priorisieren. Das bedeutet, dass Informationen, welche für einen Anwender besonders interessant sind, im Suchergebnis an oberster Stelle stehen. Dieselbe Information ist für einen anderen Benutzer möglicherweise völlig wertlos und daher weiter hinten im Suchergebnis zu finden. Zudem ist es möglich, nach Abhängigkeiten zu suchen und diese darzustellen. Das bedeutet, dass beispielsweise bei einer Suche automatisch die Regel „wer nach A sucht, sucht auch nach B“ zieht. Einige Wissensmanagementsysteme stellen sogar semantische Zusammenhänge zwischen Informationen in so genannten Wissenskarten (Knowledge Maps) dar [MHP09] [BVB⁺09] [Sch09a] [MHV03].

Weitere Funktionalitäten von Wissensmanagementsystemen sind die Wissensstrukturierung sowie die Wissensvernetzung. Benutzer des Systems können dabei ihre Inhalte unformatiert und unstrukturiert in das Wissensmanagementsystem einpflegen. Diese Daten werden dann automatisch vom System indiziert, verknüpft und in Wissensgebiete eingeordnet. Selbstverständlich haben Wissensmanagementsysteme auch entsprechende Schnittstellen, um Wissen von externen Informationsquellen importieren zu können. Über Administrationsoberflächen wird das Wissensmanagementsystem verwaltet. Dabei können Zugriffsberechtigungen für Anwender vergeben, Systemeinstellungen angepasst und statistische Datenauswertungen durchgeführt werden [MHP09] [BVB⁺09] [Sch09a] [MHV03].

Bekannte Architekturmodelle von Wissensmanagementsystemen sind das Architekturmodell nach Maier [Mai07] und das Architekturmodell nach Dilz und Kalisch [GDK03]. Im Kontext dieser Arbeit werden diese beiden Wissensmanagementmodelle allerdings nicht näher erläutert.

Im Zusammenhang mit der Instandhaltung können Wissensmanagementsysteme beispielsweise dazu verwendet werden, um das in den Instandhaltungsmaßnahmen gewonnene Wissen zu verarbeiten und zu dokumentieren. Fehlerquellen können so zukünftig minimiert und die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen optimiert werden [MHP09] [BVB⁺09] [Sch09a] [MHV03].

Gängige Wissensmanagementsysteme sind unter anderem K-Infinity [int09a], powerKNOW [KLV09] und T3 [T3 09].

4.7 Enterprise Resource Planning Systeme (ERP)

Für die Planung von Unternehmensressourcen werden so genannte „Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme“ in Unternehmen eingesetzt. ERP - Systeme sind relativ komplexe Softwareanwendungen, deren Aufgabe es ist, die in einem Unternehmen vorhandenen Ressourcen wie z.B. Personal, Betriebsmittel, Kapital, etc. möglichst effizient einzusetzen, sowie die Steuerung von Geschäftsprozessen zu optimieren. Einige Unterscheidungsmerkmale von ERP Systemen sind beispielsweise die fachliche Ausrichtung des Systems, die Anpassung an unterschiedliche Unternehmensgrößen und Benutzeranforderungen, oder der angebotene Funktionsumfang der Software. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal bilden die zum Einsatz kommenden EDV Technologien einer ERP Software. Darunter versteht man die verwendeten Datenbanken, Programmiersprachen und unterstützten Betriebssysteme [BVW07] [Gro04] [SSS05] [Sch09a] [GH07] [Shi02] [Jac08] [Rie08] [SBP08] [Gro09].

Nachfolgend sind einige Datenbanksysteme aufgelistet, welche häufig als Basis für diverse Enterprise Resource Planning Systeme herangezogen werden:

- Microsoft SQL Server [Mic09c]
- PostgreSQL [Pos09]
- MySQL [MyS09]
- DB2 [IBM09b]
- Oracle [Ora09b]

Immer mehr Anbieter von ERP Systemen bieten ihren Kunden webbasierte Produkte an. Dadurch ist das ERP System über einen herkömmlichen Webbrowser erreichbar. Dies hat den Vorteil, dass auf den Client Rechnern keine besonderen Hardwareanforderungen notwendig sind, sondern lediglich ein Netzwerkzugang und ein Browser vorhanden sein müssen. Ein weiterer Vorteil ist, dass der flexible Zugriff auf das ERP System auch von außerhalb des Unternehmens möglich ist, da keine grafische Benutzeroberfläche installiert werden muss. Kunden oder Lieferanten können so direkt in die Geschäftsprozesse einbezogen werden, um beispielsweise Bestellungen auszulösen oder Lieferungen zu terminieren. Durch diese vielseitigen Möglichkeiten von ERP Systemen kann ein wesentlicher Zeit- und damit auch Kostenvorteil erreicht werden [BVW07] [Gro04] [SSS05] [Sch09a] [GH07] [Shi02] [Jac08] [Rie08] [SBP08] [Gro09].

Bei all den Vorteilen die „Enterprise Resource Planning Systeme“ bieten, müssen auch Gesichtspunkte wie z.B. die Abbildung von Konzernstrukturen gewährleistet werden. Einem Großunternehmen muss es möglich sein, im ERP System die gesamte Unternehmensstruktur inkl. aller Tochterunternehmen (Stichwort Mandantenfähigkeit) abzubilden. Zudem wird eine Vielzahl an unterschiedlichen betriebswirtschaftlichen Funktionen benötigt, welche ebenfalls über das ERP System abgewickelt werden sollen. Trotz der Anwendung von Standard ERP Software sind Einführungskosten und laufende Kosten durch Beratung und individuelle Systemanpassungen (Customizing) oft relativ hoch. Bei kleinen oder mittelständischen Unternehmen (KMU) empfiehlt es sich, bei der Einführung eines ERP Systems ein kompaktes Vorgehensmodell mit geringen individuellen Systemanpassungen zu wählen. Neben universellen, komplexen und für viele Branchen nutzbaren ERP Systemen, stehen für kleine und mittlere Unternehmen auch branchenspezifische ERP Systeme mit reduzierter Funktionalität und Komplexität zur Verfügung [BVW07] [Gro04] [SSS05] [Sch09a] [GH07] [Shi02] [Jac08] [Rie08] [SBP08] [Gro09].

Die Aufgabe von ERP Systemen ist es, möglichst alle Geschäftsprozesse eines Unternehmens abzubilden, sowie die Bildung von Insellösungen zu vermeiden. Ressourcen können dadurch unternehmensweit, zentral und effizient verwaltet werden.

Einige typische Funktionsbereiche von ERP Systemen sind nachfolgend kurz angeführt:

- Finanz- und Rechnungswesen
- Controlling
- Personalwirtschaft
- Produktion
- Qualitätsmanagement
- Stammdatenverwaltung
- Materialwirtschaft
- Instandhaltung

Die Unternehmensgröße bestimmt oftmals die Anforderungen an die eben angeführten Funktionsbereiche einer ERP Software. Dabei spielt auch das zur Verfügung stehende Kapital für Hardware, Lizenzen und Implementierung eine entscheidende Rolle. Kleinere und mittlere Unternehmen benötigen beispielsweise meist keine integrierten Controlling- und Rechnungswesenmodule in deren ERP System. Durch den modulbasierten Aufbau von ERP Systemen können nicht benötigte Module relativ einfach deaktiviert werden. Aufgrund der stark divergierenden Anforderungen unterschiedlicher Wirtschaftszweige an ein ERP System, bieten die meisten großen ERP Anbieter entsprechende Branchenlösungen an. Unter einer Branchenlösung versteht man Teilpakete der ERP Software, deren Schwerpunkt und Inhalt speziell auf die Anforderungen einer bestimmten Branche (z.B. Ölindustrie) ausgerichtet ist. Im Zusammenhang mit der Instandhaltung existieren in den meisten großen ERP Systemen entsprechend integrierte Instandhaltungsfunktionsbereiche bzw. Instandhaltungsmodule. Dadurch werden die benötigten Instandhaltungsfunktionalitäten für den Anwender bereitgestellt. Die Instandhaltung wird dabei als Bestandteil der Geschäftsprozesse sowie als Teil der betrieblichen Wertschöpfung gesehen. Die in den ERP Systemen angebotenen Instandhaltungsmodule haben den Funktionsumfang von traditionellen Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssystemen. Der wesentliche Unterschied zwischen ERP Systemen und IPS Systemen ist allerdings, dass Verknüpfungen zu anderen Funktionsbereichen wie z.B. der Materialwirtschaft, dem Qualitätsmanagement oder der Buchhaltung bestehen. Durch diese Verknüpfungen stehen sämtliche Daten zentral zur Verfügung, wodurch schnelle Analysen, Auswertungen und Strategieentscheidungen ermöglicht werden [BVW07] [Gro04] [SSS05] [Sch09a] [GH07] [Shi02] [Jac08] [Rie08] [SBP08] [Gro09].

Die Einführung von „Enterprise Resource Planning Systemen“ in Unternehmen ist ein komplexes Projekt und kann im wesentlichen in die zwei Abschnitte Analyse und Umsetzung unterteilt werden. Während der Analysephase ist es von entscheidender Bedeutung, die für das Unternehmen am besten geeignete ERP Software auszuwählen. Dieses Auswahlverfahren steht eng im Zusammenhang mit den individuellen Anforderungen des Unternehmens. Die Durchführung dieser Analyse kann vom Unternehmen selbst, von einem Beratungsunternehmen, oder in Kombination durchgeführt werden. Bei der am häufigsten gewählten Kombinationsmethode spezifiziert das Unternehmen die Anforderungen und das Beratungsunternehmen recherchiert bzw. präsentiert geeignete ERP Lösungen. Nachdem ein geeignetes ERP System vom Unternehmensmanagement ausgewählt wurde, beginnt die Umsetzungsphase, wobei das ERP System im Unternehmen eingeführt wird. Die eigentliche Softwareeinführung wird in der Praxis oft von einem Dienstleistungspartner des ERP Anbieters geleitet und durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass durch die hohen Erfahrungswerte des Dienstleistungspartners meist ein reibungsloser Ablauf der Softwareeinführung gewährleistet werden kann. In einem ersten Schritt werden die Geschäftsprozesse des Unternehmens analysiert. Anschließend wird entschieden, ob die bestehenden Prozesse beibehalten oder verändert werden sollen. Nachdem alle Geschäftsprozesse inklusive sämtlicher Lieferanten- und Kundenschnittstellen modelliert sind, werden die Prozesse im ERP System abgebildet. Im nächsten Schritt werden alle notwendigen Daten (Stammdaten) in das System eingepflegt. Sollte ein bestehendes System durch ein neues ERP System ersetzt werden, müssen die im alten System vorhandenen Daten selbstverständlich in das neue ERP System migriert werden. Bei derartigen Massendatenübernahmen muss mit großer Vorsicht vorgegangen werden, da hier sehr leicht Fehler mit verheerenden Auswirkungen passieren können. Abschließend werden zahlreiche Tests und Simulationen aller Geschäftsprozesse durchgeführt, um sicherzustellen, dass nach der Produktivsetzung des ERP Systems alles reibungslos abläuft [BVW07] [Gro04] [SSS05] [Sch09a] [GH07] [Shi02] [Jac08] [Rie08] [SBP08] [Gro09].

Im Zusammenhang mit der strategischen Unternehmensplanung muss eine Bewertung durchgeführt werden, ob die Einführung eines ERP Systems tatsächlich einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil für das Unternehmen generiert. Aus heutiger Sicht bringt der Einsatz von ERP Software vor allem bei Großunternehmen keinen entscheidenden Vorteil mehr. Dies ist darauf zurückzuführen, da die meisten modernen Industriebetriebe bereits standardmäßig ein ERP System im Einsatz haben. Das bedeutet, dass man mit einem geeigneten ERP System der Konkurrenz ebenwürdig, aber nicht besser als diese ist. Hat man allerdings kein System im Einsatz, kann dies entscheidende Wettbewerbsnachteile für das Unternehmen zur Folge haben. Ein wichtiger Punkt bei der Entscheidungsfindung für ERP Systeme ist herauszufinden, ob die Investitionskosten für ein teureres System im Zuge einer daraus resultierenden Ertragssteigerung wieder amortisiert werden können. Bei diesem Ansatz müssen

allerdings auch anfallende Folgekosten, sowie die Bindung an einen bestimmten Servicepartner einkalkuliert werden. ERP Systeme, welche dem Unternehmen einen großen Funktionsumfang bieten, sind in der Anschaffung zwar meist etwas teurer, allerdings sind die Kosten bei nachträglich eingeführten Geschäftsprozessen deutlich geringer, als vergleichsweise bei weniger umfangreichen ERP Lösungen. Ein wesentlicher strategischer Punkt ist auch die Verbreitung der ausgewählten ERP Lösung auf dem Markt. Sollte sich das Unternehmen für ein Nischenprodukt entscheiden, begibt es sich in eine Abhängigkeit von einigen wenigen Servicepartnern. Bei vergleichsweise stark verbreiteten ERP Systemen sind ausreichend Partner vorhanden, wodurch ein Wechsel des Servicepartners wesentlich vereinfacht wird. Dadurch vereinfacht sich auch die Möglichkeit geeignete Schnittstellen zu Kunden bzw. Lieferanten herzustellen, da kompatible Systeme und ausreichend Erfahrungswerte vorhanden sind. Die Beschaffung von Personalressourcen gestaltet sich für verbreitete ERP Systeme zudem wesentlich einfacher, als bei weniger bekannten ERP Softwarelösungen [BVW07] [Gro04] [SSS05] [Sch09a] [GH07] [Shi02] [Jac08] [Rie08] [SBP08] [Gro09].

Nachfolgend sind einige Beispiele aktueller ERP Systeme angeführt:

- SAP [SAP09d]
- Dynamics NAV [Mic09b]
- Dynamics AX [Mic09a]
- PeopleSoft Enterprise [Ora09c]
- E - Business Suite [Ora09a]
- Infor [Inf09]
- Lawson [Law09]
- Agresso [Agr09]
- IntarS [sea09]

Neben herkömmlichen lizenzpflichtigen ERP Systemen existieren seit einiger Zeit auch gebührenfreie ERP Lösungen wie z.B. IntarS [sea09]. Diese freien ERP Softwaresysteme unterliegen meist so genannten „Open Source Lizenzen“ und können von Unternehmen selbst installiert und frei genutzt werden. Am Markt haben sich einige Beratungsunternehmen auf diese freien Softwaresysteme spezialisiert und bieten dafür entsprechend kostenpflichtige Dienstleistungen an. Nähere Details zum „Open Source Konzept“ finden sich auf der Webseite <http://www.opensource.org> [Ope09a].

Die Vorteile von freien ERP Softwarelösungen liegen in der Möglichkeit das ERP System den individuellen Unternehmensbedürfnissen optimal anzupassen und Fehler eigenständig

zu korrigieren. Ein lizenzkostenfreies System bietet außerdem den Vorteil, dass während und nach der Einführung des ERP Systems keine Lizenzkosten anfallen und so das Unternehmensbudget erheblich entlastet wird. Aus technischer Sicht sind freie ERP Systeme durchaus konkurrenzfähig. Entscheidend sind allerdings Kriterien wie Haftung, Weiterentwicklung, Wartung und Service. Durch die Einsicht bzw. Veränderbarkeit des Programmcodes bieten freie „Enterprise Resource Planning Systeme“ die größtmögliche Unabhängigkeit vom Hersteller. In der Praxis ist diese vollkommene Unabhängigkeit allerdings nur theoretisch gegeben, da die wenigsten Anwender dazu in der Lage sind, Änderungen am System selbst vorzunehmen ohne dafür zu bezahlen [BVW07] [Gro04] [SSS05] [Sch09a] [GH07] [Shi02] [Jac08] [Rie08] [SBP08] [Gro09].

In den nachfolgenden Kapiteln dieser Arbeit liegt der Fokus auf dem ERP System von SAP [SAP09d]. Das SAP System ist eines der am weitesten verbreiteten ERP Systeme und wird in einem eigenen Kapitel dieser Arbeit im Detail vorgestellt [BVW07] [Gro04] [SSS05] [Sch09a] [GH07] [Shi02] [Jac08] [Rie08] [SBP08] [Gro09].

4.8 Schnittstellen der Instandhaltungssoftware

Es existieren grundsätzlich zwei unterschiedliche Möglichkeiten EDV Systeme in der Instandhaltung einzuführen. Eine Option bilden die so genannten isolierten Systeme. Darunter versteht man ein eigenes Instandhaltungs- IT - System, welches meist unabhängig von anderen im Unternehmen eingesetzten Softwarelösungen existiert, zu realisieren. Mit derartigen In-sellösungen sind häufig große Probleme verknüpft, schon alleine aufgrund der Tatsache, dass die Kompatibilität von Hard- und Software nicht immer gegeben ist. Um entscheidende wirtschaftliche Nachteile zu vermeiden, empfiehlt es sich vor der Implementierung ein gut durchdachtes EDV Konzept auszuarbeiten, welches auf einem ganzheitlichen und integrierten Planungskonzept beruht. Die Vorteile integrierter IT Systeme im Kontext der Instandhaltung sind unter anderem eine unternehmensweit einheitliche Benutzeroberfläche, bessere Akzeptanz durch das Personal, die Vermeidung von redundanter Datenspeicherung, sowie leichtere Wartung bzw. Aktualisierung der Daten und des gesamten Systems [Mat05] [RMM09] [Blo93] [WSS07].

Damit die Vorteile eines integrierten Instandhaltungssoftwaresystems voll ausgeschöpft werden können, sollten entsprechende Schnittstellen zu anderen betrieblichen Funktionsbereichen existieren. Nachfolgend sind einige dieser Betriebsbereiche angeführt [Mat05] [RMM09] [Blo93] [WSS07]:

- Anlagenbuchhaltung

- Planung und Konstruktion
- Materialwirtschaft
- Finanzbuchhaltung
- Kostenrechnung
- Personalwesen
- Controlling

Durch diese Schnittstellen wird die Zusammenarbeit im Unternehmen erheblich vereinfacht. Daten der Instandhaltung können in anderen Unternehmensbereichen entsprechend berücksichtigt und ausgewertet werden. Dies bringt entscheidende Zeit- und Kostenvorteile, welche ohne den Einsatz von IT Systemen nicht so einfach bewerkstelligt werden können [Mat05] [RMM09] [Blo93] [WSS07].

4.9 Einführung eines Instandhaltungssoftwaresystems

Die erfolgreiche Einführung eines integrierten Instandhaltungssoftwaresystems ist von einer systematischen Vorgehensweise bei der Planung, Auswahl und Einführung abhängig. Jene Standardarbeitsschritte, welche hintereinander durchlaufen werden, sind in einem fünfstufigen Phasenkonzept definiert. Aus unternehmerischer Sicht ist es natürlich notwendig, die wirtschaftlichen Vorteile von Investitionen wie beispielsweise die Einführung eines IT Systems zu quantifizieren. Diese wirtschaftliche Bewertung gestaltet sich allerdings in frühen Projektphasen (speziell bei der Einführung eines EDV Systems) relativ schwierig. Da eine detaillierte Analyse der anfallenden Kosten erst in späteren Projektphasen möglich ist, sollten vorab allerdings Einsparungspotentiale identifiziert werden, welche durch die Einführung eines Instandhaltungssoftwaresystems erreicht werden können. Typische Einsparungspotentiale durch eine IT Systemeinführung in der Instandhaltung sind z.B. die Reduktion von Störungen, eine Verringerung des Personalaufwandes für ungeplante Instandhaltungsmaßnahmen, die Senkung der Lagererhaltungs- und Beschaffungskosten, sowie steigende Produktivität. Sobald im Unternehmen die Grundsatzentscheidung zur Einführung eines IT Systems in der Instandhaltung getroffen ist, beginnt die schrittweise Realisierung des bereits erwähnten Fünfphasenkonzepts [Mat05] [RMM09] [BDK92].

In der ersten Phase liegt der Fokus auf der Bildung eines geeigneten Projektteams. Die erfolgreiche Projektabwicklung zur Einführung eines IT Systems in der Instandhaltung hängt entscheidend von der Motivation, sowie der Qualifikation der Projektmitarbeiter ab. Wichtig

ist auch die richtige Projektteamgröße, welche vom Umfang der durchzuführenden organisatorischen Änderungen und der Größenordnung des benötigten Rechnersystems abhängig ist [Mat05] [RMM09] [BDK92].

Während der zweiten Phase des Fünfphasenkonzepts wird eine detaillierte Ist - Analyse der vorhandenen Aufgaben, Abläufe und Daten durchgeführt. In der Aufgabenanalyse werden Instandhaltungsaufgaben im Hinblick auf eine Abbildung im IT System untersucht, mit dem Ziel, alle Bereiche und Funktionen der Instandhaltung zu erfassen. Mittels einer Organisations- und Ablaufanalyse werden Aufbau- und Ablauforganisation, sowie Beleg-, Informations- und Materialflüsse des Unternehmens genau analysiert und für eine EDV Abbildung vorbereitet. Ein wichtiger Punkt ist außerdem die Ermittlung des vorhandenen Datengerüsts, sowie der Datenqualität, um eine mögliche Migration der Daten in das IT System bestmöglich durchführen zu können [Mat05] [RMM09] [BDK92].

Die Erstellung eines groben Pflichtenheftes, welches als Grundlage für eine spätere Ausschreibung bzw. Auswahl eines Standardsoftwaresystems dienen soll, wird in Phase drei bei der Durchführung des Sollkonzeptes realisiert. Das Sollkonzept beinhaltet die Anforderungen an das Instandhaltungssoftwaresystem, realistische Lösungskonzepte im Zusammenhang mit geeigneten IT Systemen, sowie eine Auswahl und Verfeinerung des sinnvollsten Konzeptes. Das finale Pflichtenheft kann erst gemeinsam mit dem ausgewählten Softwareanbieter erstellt werden, da in der Sollkonzeptphase bestimmte Möglichkeiten und Details noch nicht bekannt sind [Mat05] [RMM09] [BDK92].

In Phase vier erfolgt die Auswahl der Hard- und Software für das Instandhaltungs- EDV - system. Neben einigen individuellen Instandhaltungssoftwarelösungen existieren heute zahlreiche Standardlösungen auf dem Markt, welche die grundlegenden Instandhaltungsfunktionen bereitstellen und meist flexibel angepasst bzw. erweitert werden können. Basierend auf dem Pflichtenheft erfolgt eine Analyse der angebotenen Systeme. Ausgewählte Lieferanten bekommen für die detaillierte Angebotslegung das Pflichtenheft des Unternehmens zu Verfügung gestellt. Entscheidende Kriterien für das eine und gegen das andere System sind vor allem die gewünschte Funktionalität und der Preis. Es ist besonders wichtig, dass nicht nur die Anschaffungskosten von Hard- und Software, sondern auch Kosten für Schulungen, laufende Wartung und eventuelle Anpassungen berücksichtigt werden. Nachdem die Entscheidung für ein System getroffen wurde, erfolgt der Vertragsabschluss [Mat05] [RMM09] [BDK92].

In der letzten (fünften) Phase wird das Instandhaltungssoftwaresystem im Unternehmen eingeführt. In diesem Zusammenhang werden Mitarbeiterschulungen und eventuell notwendige Anpassungsprogrammierungen am System durchgeführt. Abschließend erfolgen umfangreiche Tests mit Echtdaten und die Abnahme des Systems [Mat05] [RMM09] [BDK92].

Kapitel 5

SAP

Die SAP AG [SAP09d] ist derzeit nach [Top09] der viertgrößte Softwarehersteller weltweit. Im badischen Walldorf (Deutschland) befinden sich die SAP Firmenzentrale und ein umfangreiches Schulungszentrum. Die Abkürzung SAP steht für „Systeme, Anwendungen, Produkte“ (ursprünglich für „Systemanalyse Programmentwicklung“). Der Tätigkeitsschwerpunkt von SAP ist die Entwicklung von Unternehmenssoftware zur Abbildung von Geschäftsprozessen. Das Hauptprodukt der SAP AG ist das Enterprise Resource Planning System „SAP ERP“. Ziel dieses ERP Systems ist es, ein gesamtes Unternehmen mit allen Geschäftsprozessen EDV technisch abzubilden und zu verwalten [SAP09d] [HNOR01].

5.1 Grundlagen des SAP Systems

Die Basiskomponente von SAP ERP bildet der so genannte SAP NetWeaver. Auf diese zentrale Komponente werden alle weiteren SAP Module wie z.B. das SAP Instandhaltungsmodul aufgesetzt. Der SAP NetWeaver fasst zudem verschiedene technologische Konzepte und bisherige SAP Plattformen zu einer Gesamtlösung zusammen. Der SAP Web Application Server (WAS) stellt gemeinsam mit dem verwendeten Datenbanksystem die Applikationsplattform des SAP NetWeaver dar. Das SAP System unterstützt zahlreiche relationale Datenbanksysteme wie z.B. DB2 [IBM09b], Microsoft SQL Server [Mic09c] oder Oracle [Ora09b]. Die gesamte betriebswirtschaftliche Verarbeitung erfolgt direkt am Applikationsserver durch Programme, welche meist in der SAP eigenen Programmiersprache ABAP (Advanced Business Application Programming) geschrieben sind. Der Quellcode von ABAP ist ohne zusätzliche Lizenzen einsehbar. Dadurch ist es möglich, dass SAP Standardprogramme kopiert, modifiziert oder als Vorlage für eigene Entwicklungen verwendet werden können. Die meisten SAP Anwendungen werden über die von SAP entwickelte grafische Benutzeroberfläche „SAP GUI“ bedient. Je nach Komponente sind alternativ auch andere Clients wie bei-

spielsweise der Webbrowser möglich [LZG06] [HK08] [Lie08] [SAP07c] [SAP09d] [SAP07d] [HNOR01].

Im Gegensatz zu den meisten alternativen ERP Systemen sind in SAP zahlreiche Variationen der Funktionalität durch das gezielte setzen von Parametern einstellbar. In der SAP Terminologie werden diese Einstellungen als „Customizing“ bezeichnet. Bei der Neueinführung eines SAP Systems, oder bei der Erweiterung eines bestehenden Systems durch ein neues SAP Modul (z.B. Instandhaltungsmodul PM), müssen diese Customizingeinstellungen zumindest einmalig gepflegt werden. Das unternehmensindividuelle Customizing bedarf relativ viel Erfahrung der verantwortlichen Berater, da die verschiedenen Parameter oft nur teilweise dokumentiert sind und deren Zusammenspiel nicht immer eindeutig erkennbar ist [LZG06] [HK08] [Lie08] [SAP07c] [SAP09d] [SAP07d] [HNOR01].

Reichen die Einstellungsmöglichkeiten des Customizing nicht aus, können die von SAP ausgelieferten Standardprogramme an bestimmten Erweiterungspunkten entsprechend angepasst werden. An diesen definierten Erweiterungspunkten (User Exits, Customer Exits, Enhancements, Business Add-Ins) existiert eine definierte Schnittstelle, wodurch kundenspezifische Programmteile in die Standardverarbeitung eingebettet werden können. Sollten auch die Möglichkeiten der Erweiterungspunkte nicht ausreichen, so können fast alle Standardprogramme durch den offenen ABAP Code modifiziert werden. Diese „Modifikationen“ werden automatisch von SAP aufgezeichnet, um im Fehlerfall die Verantwortung zuordnen zu können. Aufgrund des erhöhten Folgeaufwandes, beispielsweise bei SAP Release Upgrades, werden Modifikationen des SAP Standard soweit wie möglich vermieden. Alternativ dazu ist eine gängige Vorgehensweise das SAP Standardprogramm auf ein eigenes im Kundennamensraum befindliches Individualprogramm zu kopieren und dort die gewünschte Modifikation durchzuführen [LZG06] [HK08] [Lie08] [SAP07c] [SAP09d] [SAP07d] [HNOR01] [HR00] [HS05] [FHP05] [Kal09] [WHB07].

5.1.1 Navigation in SAP

Wie bereits erwähnt, werden die meisten SAP Anwendungen über die von SAP entwickelte grafische Benutzeroberfläche SAP GUI bedient. Der SAP GUI bildet die Verbindung zwischen den Rechnern der Anwender (z.B. Standard Computer mit Microsoft Windows Betriebssystem [Mic09d]) und dem SAP System. In Abbildung 5.1 ist der Anmeldeschirm eines SAP Systems dargestellt [SAP07e] [SAP07f] [SAP07g] [SAP07h] [SAP07a] [SAP07b] [Jan08] [LZG06] [HK08].

Durch Eingabe von Benutzername, Passwort, Sprache und Mandant kann sich ein Benutzer im SAP System anmelden. Unter Mandant versteht man in Normalfall die Abbildung eines

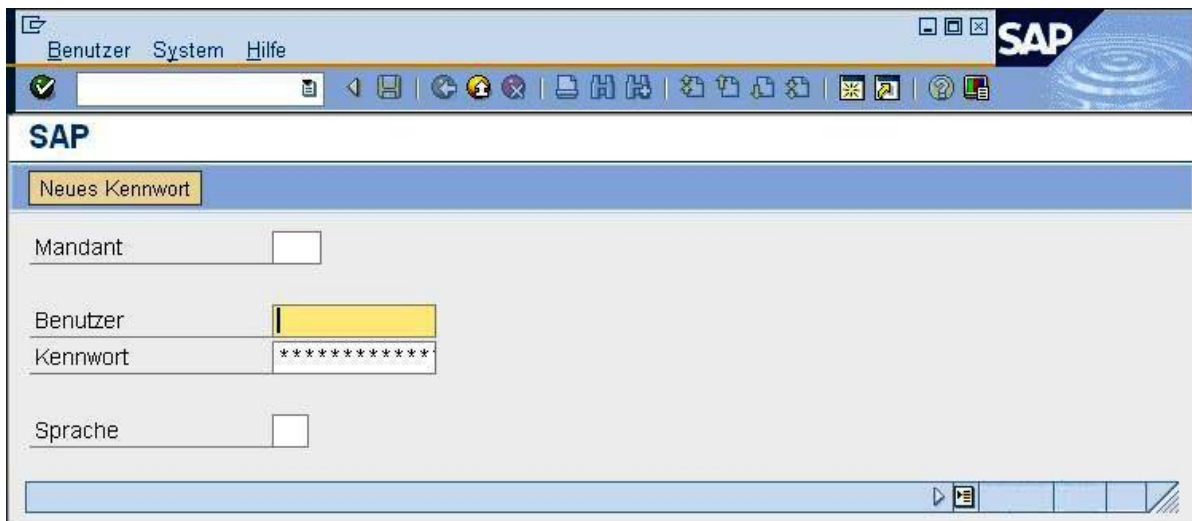


Abbildung 5.1: Anmeldeschirm eines SAP ECC 6.0 (ERP Central Component) Systems [Lad09]

Unternehmens im SAP System. Es ist also möglich, dass in einem SAP System mehrere Mandanten bzw. Unternehmen parallel und unabhängig voneinander abgebildet sein können. Innerhalb eines Mandanten kann nur auf jene Daten zugegriffen werden, welche diesem Mandanten zugeordnet sind. Abbildung 5.2 zeigt das SAP Standardeinstiegsbild nach erfolgreicher Benutzeranmeldung [SAP07e] [SAP07f] [SAP07g] [SAP07h] [SAP07a] [SAP07b] [Jan08] [LZG06] [HK08].

Im linken Bereich des SAP Standardeinstiegsbildes 5.2 befinden sich zwei untereinander angeordnete Menübaumdarstellungen zur Funktionsauswahl. Der obere Menübaum bildet die benutzerdefinierte Favoritenliste, welche vom Anwender selbst gepflegt werden muss. Dieser Favoritenmenübaum kann sowohl Funktionen des SAP Systems (Transaktionscodes), sowie Links zu lokalen Dateien oder Webseiten im Internet enthalten. Der untere Menübaum ist das so genannte „SAP Menü“. Über diesen Menübaum kann zu sämtlichen Funktionen (Transaktionen) des SAP Systems navigiert werden. Die Navigation über den Menübaum ist aufgrund der Vielzahl an Funktionen die das SAP System bietet oftmals relativ umständlich. SAP ist ein transaktionsorientiertes System, welches es ermöglicht, dass wenn einmal die benötigte SAP Funktion gefunden wurde, diese direkt über einen Transaktionscode aufgerufen werden kann. Die Eingabe des Transaktionscodes erfolgt im SAP Standardeinstiegsbild 5.2 links oben im Kommandofeld. Da in den meisten Fällen immer die gleichen Transaktionscodes verwendet werden, empfiehlt es sich, diese in die persönliche Favoritenliste aufzunehmen [SAP07e] [SAP07f] [SAP07g] [SAP07h] [SAP07a] [SAP07b] [Jan08] [LZG06] [HK08].

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in SAP die drei nachfolgend aufgelisteten Navigationsmöglichkeiten existieren:

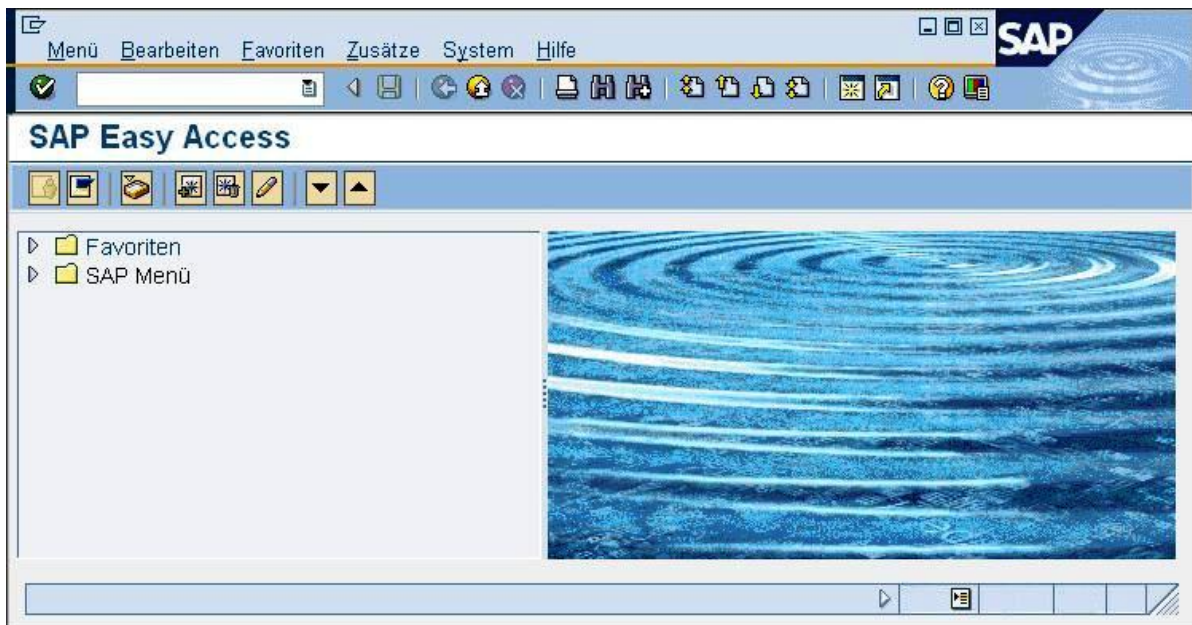


Abbildung 5.2: SAP ECC 6.0 (ERP Central Component) Standardeinstiegsbild nach erfolgreicher Benutzeranmeldung [Lad09]

- Navigation über die Eingabe von Transaktionscodes im Kommandofeld
- Navigation über die Einträge im SAP Menübaum
- Navigation über die Einträge des benutzerspezifischen Favoritenbaums

5.1.2 SAP Präsentations- und Datenbankschnittstelle

Wie bereits erläutert, dient der SAP GUI dazu, dem Anwender die Interaktion mit dem SAP System zu ermöglichen, um Daten einzupflegen oder ausgeben zu lassen. Für die Verwaltung von großen Datenmengen werden heute relationale Datenbankmanagementsysteme (RDBMS) eingesetzt, welche Daten konsistent speichern und Beziehungen bzw. Abhängigkeiten zwischen Daten in Tabellenform ablegen. Auf Datenbankebene werden im Datenbankkatalog (Data Dictionary) des Datenbankmanagementsystems Daten, Tabellen und Tabellenbeziehungen definiert. Mittels der bereits erwähnten SAP - eigenen Programmiersprache ABAP, kann unabhängig vom tatsächlich verwendeten Datenbankmanagementsystem (z.B. DB2 [IBM09b], Microsoft SQL Server [Mic09c], Oracle [Ora09b]) über die SAP Open SQL (Structured Query Language) Schnittstelle auf Anwendungsdaten der Datenbank zugegriffen werden. In Abbildung 5.3 nach [LZG06] [SAP07i] ist die SAP Open SQL Datenbank-schnittstelle schematisch dargestellt. Die Datenbankschnittstelle sorgt für die Umsetzung von SAP ABAP Open SQL Anweisungen in entsprechende SQL Anweisungen der speziell ver-

wendeten Datenbank (Native SQL) [LZG06] [HK08] [HNOR01] [SAP07i] [SAP07h] [SAP07b] [Jan08].

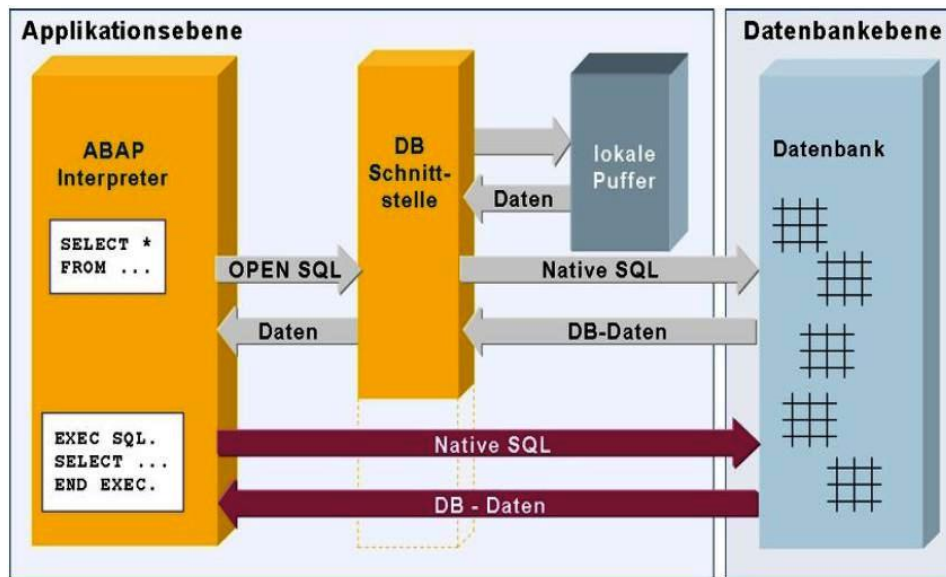


Abbildung 5.3: SAP Open SQL Datenbankschnittstelle - Ablauf einer Datenbankabfrage [LZG06] [SAP07i]

Dadurch ist es möglich, dass ABAP Programme datenbankunabhängig programmiert werden können. Bei der Interpretation der Open SQL Anweisungen führt die Schnittstelle eine Syntaxprüfung durch und sorgt außerdem automatisch für die optimale Auslastung der lokalen SAP Pufferspeicher. Alternativ dazu besteht in ABAP auch die Möglichkeit direkte Native SQL Anweisungen (ohne die Verwendung der Open SQL Schnittstelle) gegen das verwendete Datenbanksystem abzusetzen [LZG06] [HK08] [HNOR01] [SAP07i] [SAP07h] [SAP07b] [Jan08].

5.1.3 SAP Module

Das SAP ECC (ERP Central Component) System (früher SAP R/3) erlaubt die Rechnergestützte Abwicklung von zahlreichen Aufgabenstellungen typischer Unternehmen. Der modulare Aufbau des SAP Systems entspricht oftmals der üblichen Organisationsstruktur von Unternehmen. Ein wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang ist, dass die Module im informationstechnischen Sinn nicht voneinander unabhängig (modular) sind, sondern eng miteinander verwurzelt sind, sodass die Aktivierung eines Moduls stets Auswirkungen in anderen Modulen nach sich zieht [LZG06] [SAP09d] [SAP07e] [SAP09e].



Abbildung 5.4: Übersicht der SAP R/3 und SAP ERP Module [SAP09d]

Bei der Einführung eines SAP Systems im Unternehmen muss gleichzeitig auch die Entscheidung getroffen werden, welche SAP Module erworben werden sollen. Grundsätzlich werden die SAP Module wie in Abbildung 5.4 dargestellt, in die vier Gruppen „Personalwirtschaft“, „Logistik“, „Rechnungswesen“ und „Anwendungsübergreifende Funktionen“ unterteilt [LZG06] [SAP09d] [SAP07e] [SAP09e].

Nachfolgend sind die wichtigsten Module des SAP ECC Systems aufgelistet:

- Anwendungsübergreifende Funktionen
 - Workflow (WF)
 - Branchenlösungen (IS)
- Personalwirtschaft (HR)
 - Personalmanagement (PA)
 - Personalzeitwirtschaft (PT)
 - Personalabrechnung (PY)
 - Veranstaltungsmanagement (PE)

- Personalentwicklung (PD)
- Kostenplanung (CP)
- Rechnungswesen
 - Finanzwesen (FI)
 - Controlling (CO)
 - Unternehmenscontrolling (EC)
 - Investitionsmanagement (IM)
 - Projektabwicklung (PS)
 - Finanzmanagement (TR)
- Logistik
 - Materialwirtschaft (MM)
 - Produktionsplanung und -steuerung (PP)
 - Vertrieb (SD)
 - Lagerverwaltung (LE)
 - Kundendienst (CS)
 - Qualitätsmanagement (QM)
 - Instandhaltung (PM)

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf dem SAP Instandhaltungsmodul (PM), dessen Grundlagen und Begriffe im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch genauer erläutert werden.

5.2 Grundlagen und Begriffe der SAP Instandhaltung (PM)

Im folgenden Abschnitt werden einige Grundlagen und Begriffe des SAP Instandhaltungsmoduls (PM) näher erläutert, welche für den weiteren Verlauf dieser Arbeit maßgeblich sind.

5.2.1 Technischer Platz

Unter technischen Plätzen versteht man in der SAP Terminologie organisatorische Einheiten der Logistik, welche die instand zu haltenden technischen Objekte eines Unternehmens abbilden. Technische Plätze sind meist in hierarchischen Strukturen aufgebaut und dienen zur Abbildung vorwiegend statischer Objekte, wie beispielsweise Anlagen oder Gebäude bzw. Anlagen- oder Gebäudeteilen. Ein technischer Platz repräsentiert den Ort, an welchem Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen sind. Die Gliederung kann nach räumlichen (z.B. Halle A, Halle B), nach technischen oder nach funktionalen bzw. prozessorientierten Kriterien erfolgen [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09f].

Das Ziel beim Anlegen von technischen Plätzen bzw. technischen Platzstrukturen besteht darin, eine technische Anlage in für die Instandhaltung relevante Einheiten zu gliedern. Technische Plätze übernehmen bei einer derartigen Gliederung häufig die Rolle des Einbauortes, auf welchem andere Einzelobjekte (weitere technische Plätze oder Equipments) eingebaut werden können. Für die Instandhaltung bringt die Strukturierung mittels technischer Plätze zahlreiche Vorteile, wie z.B. die Vereinfachung der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen, die Sammlung von Instandhaltungsdaten inklusive Auswertungen über längere Zeiträume, sowie eine effiziente Verfolgung der Kosten von Instandhaltungsmaßnahmen. In Abbildung 5.5 ist beispielhaft eine mögliche technische Platzstruktur eines Gebäudes dargestellt, wobei jedes Rechteck einen eigenen technischen Platz repräsentiert [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09f].

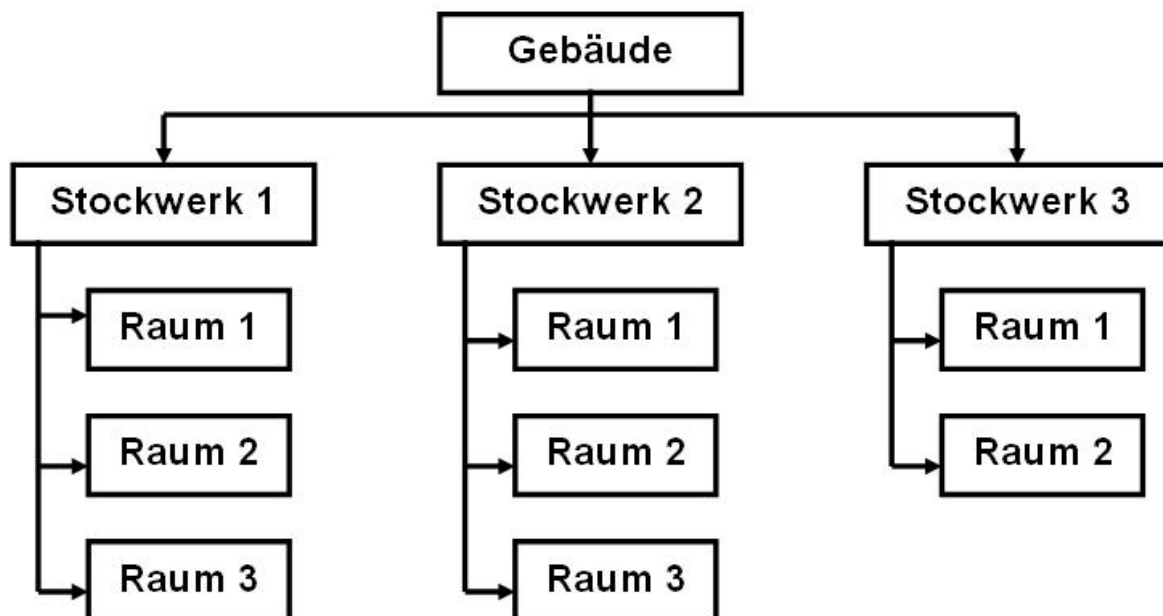


Abbildung 5.5: Mögliche technische Platzstruktur eines Gebäudes [Lad09]

In Abbildung 5.6 ist die in Abbildung 5.5 dargestellte technische Platzstruktur im SAP System abgebildet. Diese Funktionalität wird von der SAP Standardtransaktion „IH01“ zur Verfügung gestellt [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09f].



Abbildung 5.6: Mögliche technische Platzstruktur eines Gebäudes im SAP [Lad09]

Um sich einen technischen Platz im Detail anzeigen zu lassen, bietet SAP die Standardtransaktion „IL03“. Durch die Eingabe des gewünschten technischen Platzes werden sämtliche Informationen wie z.B. Organisations- oder Standortdaten zu diesem technischen Platz angezeigt (vgl. Abbildung 5.7) [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09f].

Abbildung 5.7: Technischen Platz im Detail mit SAP Standardtransaktion „IL03“ [Lad09]

Die wichtigsten SAP Standardtransaktionen für technische Plätze sind nachfolgend angeführt:

- IL01 - Technischen Platz anlegen
- IL02 - Technischen Platz ändern
- IL03 - Technischen Platz anzeigen
- IL05 - Liste technischer Plätze
- IH01 - Strukturdarstellung technischer Plätze

5.2.2 Equipment

Das SAP Equipment ist ein individueller körperlicher Gegenstand, welcher eigenständig instand zu halten ist und für welchen eine Instandhaltungshistorie aufgebaut werden soll. Derartige technische Objekte können in eine technische Anlage oder einen Anlagenteil eingebaut sein. Im SAP System ist es möglich, Equipments in technische Plätze oder andere Equipments einzubauen. Da viele dieser körperlichen Gegenstände in der Anlagenbuchhaltung als „Anlage“ geführt werden, wurde - um Verwechslungen mit diesen aktivierten Sachanlagen zu vermeiden - für die unter technischen Aspekten definierten Objekte der Begriff „Equipment“ gewählt. Üblicherweise werden bewegliche Gegenstände wie z.B. Motoren oder Pumpen als Equipment im SAP System abgebildet [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09b].

Durch das Anlegen eines Equipmentstammsatzes für ein instand zu haltendes technisches Objekt ergibt sich der Vorteil, dass individuelle Daten für dieses Objekt effizient verwaltet werden können. Es ist außerdem möglich, dass an einem Equipment störungsbedingte, geplante oder vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt und entsprechend dokumentiert werden können. Durch den Aufbau einer Instandhaltungshistorie pro technischem Objekt können Equipmentdaten analysiert und ausgewertet werden. Ein weiterer Vorteil ist die Kostenverfolgung von Instandhaltungsmaßnahmen pro Equipment [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09b].

Der Equipmentstammsatz besitzt im SAP Standard folgende Sichten:

- Allgemein: Klasse, Objektart, Bezugsdaten, Herstellerdaten, etc.
- Standort: Standortdaten, Adresse, etc.
- Organisation: Kontierung (z.B. Kostenstelle), Zuständigkeiten, etc.
- Struktur: Übergeordneter technischer Platz bzw. übergeordnetes Equipment, etc.

Um sich ein Equipment im Detail anzeigen zu lassen, bietet SAP die Standardtransaktion „IE03“ (siehe Abbildung 5.8). Sollten noch weitere Daten am Equipment benötigt werden, können diese über zusätzliche Registerkarten zum SAP Equipmentstammsatz über das SAP Customizing hinzugefügt werden [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09b].

Equipment anzeigen : Allgemeine Daten

Equipment: EQUI1 Typ E Equipments

Bezeichnung: Computer

Status: EEGB

Gültig ab: 18.02.2010 Gültig bis: 31.12.9999

Allgemein Standort Organisation Struktur

Allgemeine Daten

Klasse:

Objektart:

BerechtGruppe:

Gewicht: 0,000 Größe/Abmessung:

InventarNr: In Betrieb ab:

Bezugsdaten

AnschaffWert: 0,00 AnschaffDatum:

Herstelldaten

Hersteller: Herstellerland:

Typbezeichnung: Baujahr/-monat: /

HerstTeilNr:

HerstSerialNr:

Abbildung 5.8: Equipment anzeigen mit SAP Standardtransaktion „IE03“ [Lad09]

In Abbildung 5.9 wurden in die technische Platzstruktur aus Abbildung 5.6 beispielhaft einige Equipments (Computer, Waschmaschine, Feuermelder, etc.) eingebaut. Diese Funktionalität der Strukturanzeige wird von der SAP Standardtransaktion „IH01“ zur Verfügung gestellt [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09b].

Die wichtigsten SAP Standardtransaktionen für Equipments sind nachfolgend aufgelistet:

- IE01 - Equipment anlegen
- IE02 - Equipment ändern
- IE03 - Equipment anzeigen
- IE05 - Equipment Liste

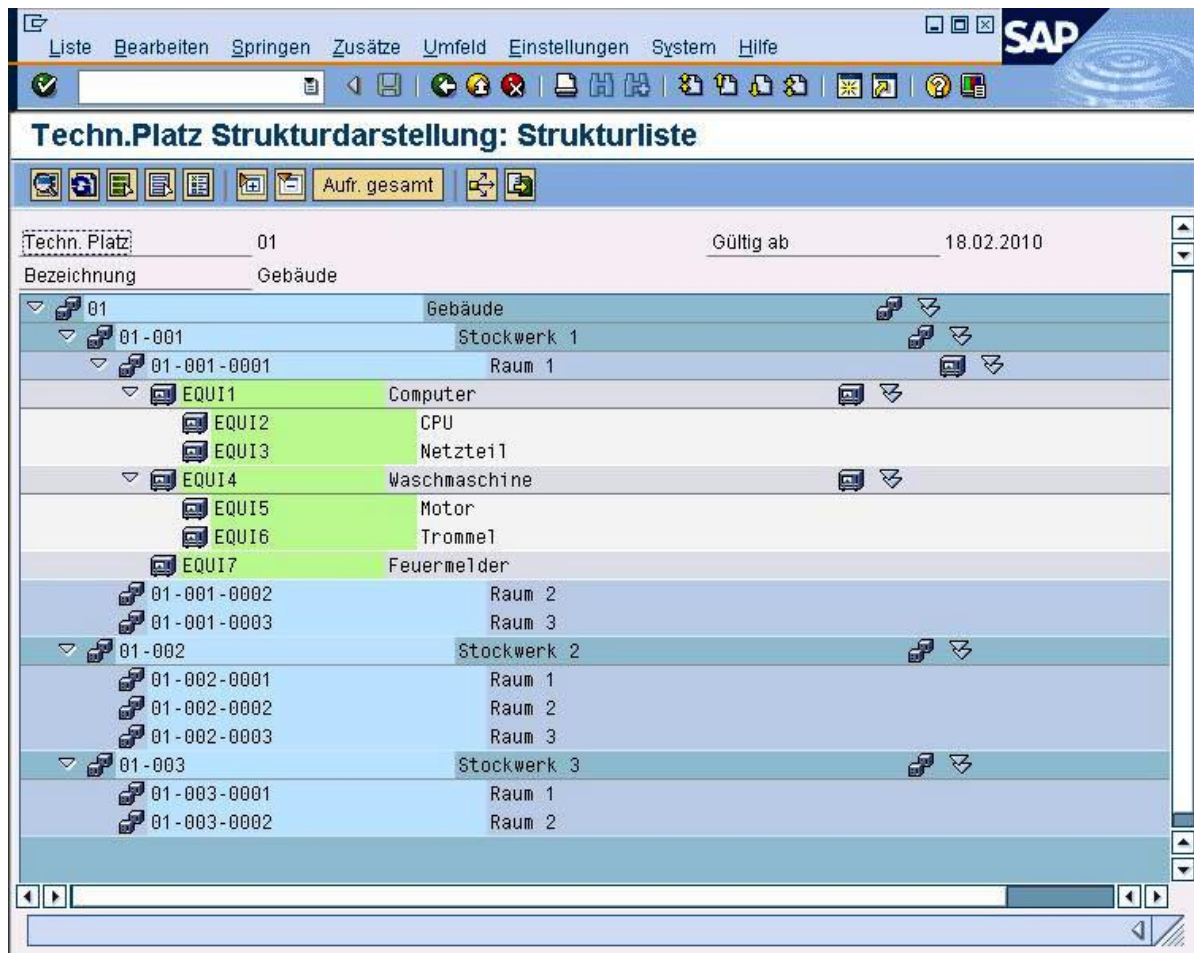


Abbildung 5.9: Mögliche Equipmenthierarchie in SAP [Lad09]

5.2.3 Instandhaltungsmeldung

Die SAP Meldung repräsentiert einen Datensatz im SAP System, mit dem ein Benutzer einen Anwendungsbereich, oder einen anderen Benutzer über einen bestimmten Sachverhalt in Kenntnis setzen kann. Eine Meldung kann also beispielsweise zur Anforderung und Dokumentation einer Instandhaltungsleistung verwendet werden. Instandhaltungsmeldungen beinhalten überwiegend technische Informationen zu einem bestimmten Objekt. Eine Meldung ist im SAP System nur mit sehr wenigen anderen Anwendungen verknüpft und kennt deshalb z.B. keine Kostensicht [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09c].

Die wesentlichen Funktionen einer SAP Instandhaltungsmeldung sind nachfolgend angeführt:

- Probleme oder Sachverhalte dokumentieren
- Instandhaltungsmaßnahmen festlegen und durchführen
- Status von Meldungen und Maßnahmen verwalten

- Mit beteiligten Personen oder Stellen kommunizieren
- Möglichkeit der Auswertung von (historischen) Meldungsdaten

Ein typisches Anwendungsbeispiel einer Instandhaltungsmeldung ist die Bekanntgabe einer Information an einen Betriebsbereich oder an eine Person, dass ein bestimmter Bauteil gewartet werden muss.

SAP Standardmeldungen weisen zumindest folgende Merkmale auf [Lie08]:

- Kopfdaten
 - Diese beinhalten Informationen, welche zur Verwaltung und Identifizierung der Meldung dienen. Diese Daten gelten für die gesamte Meldung.
- Meldungsposition
 - Hier werden Daten zur näheren Problem- bzw. Schadensbestimmung erfasst und gepflegt. Eine Meldung kann mehrere Meldungspositionen haben.
- Aktionen
 - Aktionen dokumentieren die bei einer Meldung durchgeführten Arbeiten. Bedeutsam sind Aktionen vor allem als Durchführungsnachweis bei Inspektionen.
- Maßnahmen
 - Maßnahmendaten beschreiben Aktivitäten welche noch durchgeführt werden sollen.

In Abbildung 5.10 ist die Struktur und der Inhalt einer Meldung mit den jeweiligen Informationen im Überblick dargestellt.

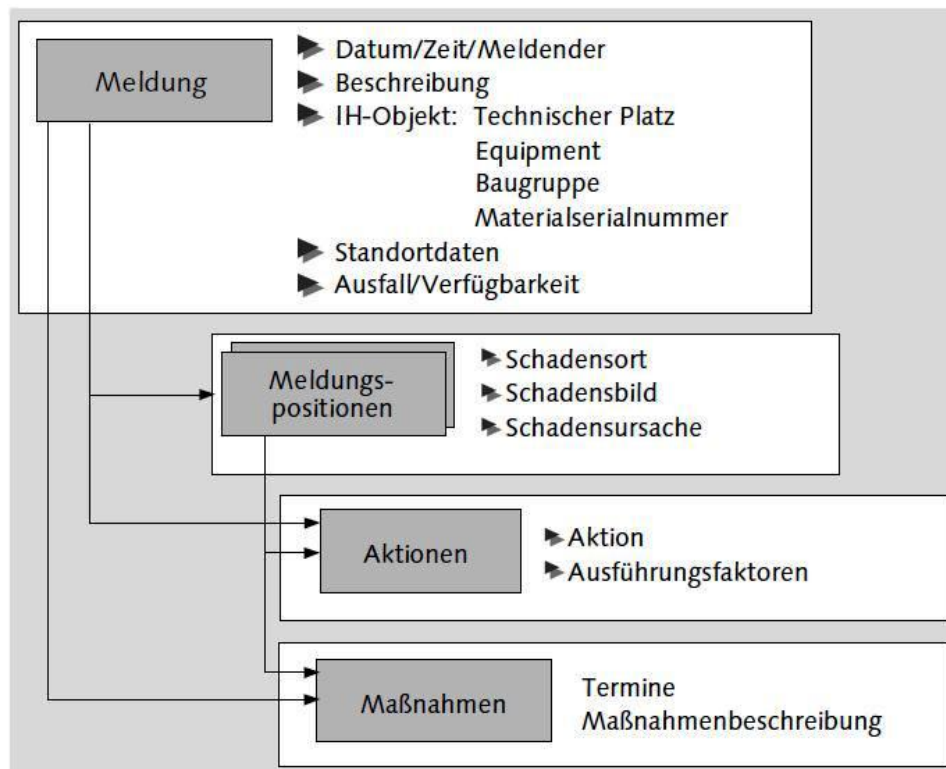


Abbildung 5.10: Struktur und Inhalt einer SAP Meldung mit den jeweiligen Informationen im Überblick [Lie08]

In Abbildung 5.11 ist eine SAP Instandhaltungsmeldung zum Equipment „Feuermelder“ aus Abbildung 5.9 im SAP System dargestellt (SAP Standardtransaktion „IW23“).

The screenshot displays the SAP 'IH-Meldung anlegen: IH-Anforderung' (Create Maintenance Request: Maintenance Request) screen. The interface includes a menu bar with options like 'IH-Meldung', 'Bearbeiten', 'Springen', 'Zusätze', 'Umfeld', 'System', and 'Hilfe'. Below the menu, there's a toolbar with various icons. The main area is divided into sections: 'Meldung' (Message) with fields for 'Meldung' (number and type), 'Status' (MOFN), and 'Auftrag' (Order). Below this are tabs for 'IH-Meldung', 'Position', 'Maßnahmen', and 'Aktionen'. The 'Position' tab is active, showing fields for 'Objektteil', 'Schadensbild', 'Text', 'Ursachencode', and 'Ursachentext'. The 'Bezugsobjekt' (Reference Object) section shows 'Techn. Platz' (01-001-0001), 'Equipment' (EQUI7), and 'Baugruppe'. To the right of these fields, it says 'Raum 1' and 'Feuermelder'. At the bottom, there's a status bar with 'Eintrag 1 von 0'.

Abbildung 5.11: Anzeige einer SAP Instandhaltungsmeldung zum Equipment [Lad09]

Die wichtigsten SAP Standardtransaktionen für Meldungen sind nachfolgend aufgelistet:

- IW21 - Instandhaltungsmeldung anlegen
- IW22 - Instandhaltungsmeldung ändern
- IW23 - Instandhaltungsmeldung anzeigen
- IW28 - Instandhaltungsmeldungsliste

5.2.4 Instandhaltungsauftrag

Der SAP Instandhaltungsauftrag (IH - Auftrag) wird zur Planung und Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen verwendet. Des Weiteren stellt der Instandhaltungsauftrag ein Hilfsmittel zur begleitenden Dokumentation von Instandhaltungsmaßnahmen zur Verfügung. Über den Instandhaltungsauftrag werden Maßnahmen gezielt geplant, die Maßnahmendurchführung überwacht, sowie die entstandenen Kosten am Auftrag erfasst und abgerechnet. Sämtliche Daten des Instandhaltungsauftrages gehen in die Instandhaltungshistorie ein und stehen für Auswertungen und zukünftige Planungen zur Verfügung. Im Gegensatz zu den Meldungen, wo überwiegend technische Informationen verwaltet werden, finden sich am Auftrag hauptsächlich Abwicklungsinformationen. Der SAP IH - Auftrag ist ein hochintegratives Objekt mit zahlreichen Verbindungen zu anderen (SAP) Anwendungen wie z.B. Lager, Einkauf oder Controlling [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09a].

SAP Standardaufträge besitzen zumindest folgende Struktur [Lie08]:

- Kopfdaten
 - Kopfdaten sind Informationen, welche zur Identifizierung und Verwaltung des Auftrags dienen und gelten für den gesamten Auftrag.
- Objektliste
 - Die Objektliste beinhaltet jene Objekte für welche der Auftrag ausgeführt werden soll (z.B. technische Plätze, Equipments, Meldungen, etc.).
- Vorgänge
 - Mithilfe von Vorgängen werden Arbeiten beschrieben, die bei der Durchführung des Auftrags ausgeführt werden sollen.
- Materialliste
 - Die Materialliste beinhaltet Ersatzteile, welche bei der Durchführung des Auftrags benötigt und verbraucht werden.
- Fertigungshilfsmittel
 - Darunter werden sämtliche Hilfsmittel wie z.B. Werkzeuge, Schutzkleidung, etc. verstanden, welche ebenfalls zur Durchführung des Auftrags benötigt, aber im Gegensatz zu einem Material nicht verbraucht werden.
- Abrechnungsvorschrift
 - In der Abrechnungsvorschrift wird angegeben, auf welchen Kostenträger (z.B. Kostenstelle) die Kosten abgerechnet werden.

- Kostendaten
 - Kostendaten informieren darüber, wie hoch die Schätz-, Plan- und Ist-Kosten in den Wertkategorien für diesen Auftrag sind. Es wird außerdem darüber informiert, welche Kostenarten für den Auftrag relevant sind.

In Abbildung 5.12 ist die Struktur und der Inhalt eines Auftrages mit den jeweiligen Informationen im Überblick dargestellt.

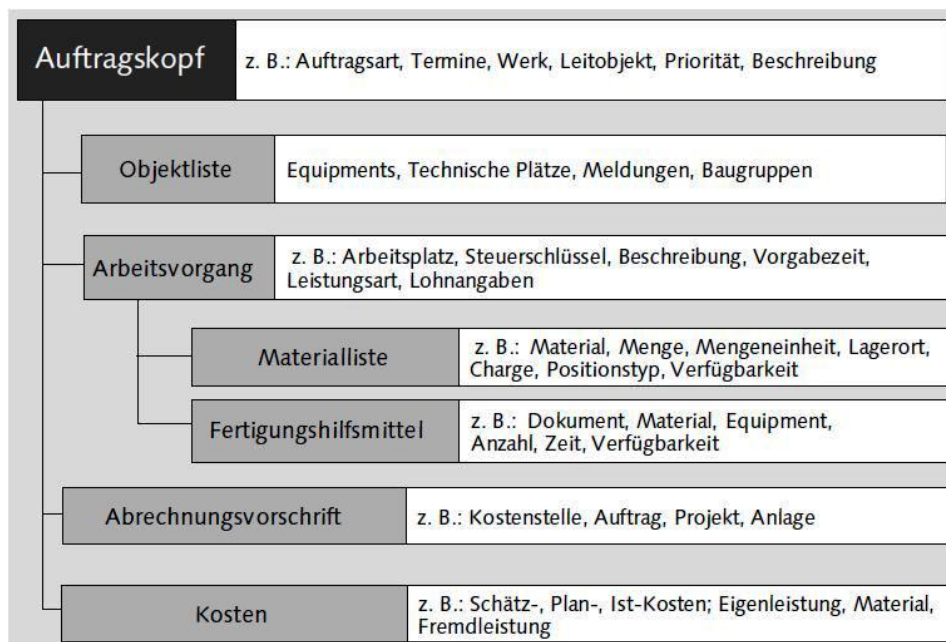


Abbildung 5.12: Struktur und Inhalt eines SAP Standardauftrages mit den jeweiligen Informationen im Überblick [Lie08]

Die wichtigsten SAP Standardtransaktionen für Aufträge sind nachfolgend angeführt:

- IW31 - Instandhaltungsauftrag anlegen
- IW32 - Instandhaltungsauftrag ändern
- IW33 - Instandhaltungsauftrag anzeigen
- IW38 - Instandhaltungsauftragsliste

5.2.5 Wartungsplan

Der Wartungsplan stellt eine Beschreibung durchzuführender Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen an Instandhaltungsobjekten (z.B. Equipments, technische Plätze) dar. Wartungspläne beschreiben Termine und Umfang der Maßnahmen. Im SAP Instandhaltungsmodul können für technische Objekte (z.B. Equipments, technische Plätze) entsprechende

Wartungspläne angelegt werden, um zu gewährleisten, dass diese technischen Objekte optimal funktionieren bzw. gewartet werden. Grundsätzlich besteht ein Wartungsplan aus Wartungspositionen und Wartungsterminplänen. Eine Wartungsposition beschreibt, welche vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen an einem technischen Objekt, oder an einer Gruppe von technischen Objekten in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden sollen. Ein Wartungsplan enthält immer automatisch mindestens eine Wartungsposition. Der Wartungsterminplan enthält Terminierungsinformationen, welche dazu verwendet werden, um Fälligkeitstermine für die Wartungsvorgänge zu errechnen, welche an den zugeordneten technischen Objekten ausgeführt werden sollen [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09h] [SAP09g].

Bevor die Wartungspläne im SAP System angelegt werden können, müssen selbstverständlich die entsprechenden Daten dafür bereitstehen. Für jedes technische Objekt (z.B. Equipment, technischer Platz) welches in einem Wartungsplan vorhanden ist, werden bei der Ausführung des Wartungsplanes aufgrund der im Wartungsplan festgelegten Terminierungsparameter (z.B. einmal jährlich, einmal monatlich) entsprechende Instandhaltungsmeldungen oder Instandhaltungsaufträge im SAP System erzeugt. In diesem Zusammenhang ist es natürlich sinnvoll, wenn technische Objekte mit den gleichen Eigenschaften (z.B. gleiches Wartungsintervall) in einem gemeinsamen Wartungsplan zusammengefasst werden. Die Korrektheit der Daten ist für die Wartungsplanung bzw. Wartungsdurchführung von entscheidender Bedeutung. Wenn beispielsweise durch falsche Daten die Wartung eines Equipments zu spät angeordnet wird (Meldung zu spät im SAP System), kann es passieren, dass dieses Equipment bereits Schaden genommen hat oder komplett ausfällt, wodurch hohe Kosten entstehen können. In Abbildung 5.13 ist das Anlegen eines Wartungsplans im SAP System dargestellt. Das Anlegen erfolgt über die SAP Standardtransaktion „IP01“. In diesem Beispiel beträgt die Zykluszeit ein Jahr, bis erneut eine Meldung zur Überprüfung des Feuermelders im SAP System erzeugt wird [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09h] [SAP09g].

Die Wahl der Meldungsart ist entscheidend für die spätere Selektion der Meldungen. Ohne ein geeignetes Unterscheidungsmerkmal der Meldungen, wie es durch die Meldungsart gewährleistet ist, kann ein effizientes Arbeiten durch die Vielzahl an unterschiedlichen Meldungen im System nicht gewährleistet werden. Zusammengefasst bedeutet dies, dass dieser Wartungsplan jedes Jahr exekutiert wird und für jedes Equipment das sich im Wartungsplan befindet (z.B. alle Feuermelder) eine entsprechende Meldung mit einer bestimmten Meldungsart im SAP System erzeugt wird. Durch das Anlegen eines Wartungsplanes wird auch eine eindeutige Wartungsplannummer generiert, wodurch der Wartungsplan im SAP System eindeutig identifiziert werden kann. Durch die Wartungsplannummer kann später auf den Wartungsplan zugegriffen werden, um eventuelle Änderungen wie z.B. das Hinzufügen oder Herausnehmen von Equipments durchzuführen. Damit die Wartungspläne zum richti-

Abbildung 5.13: Anlegen eines Wartungsplans im SAP System über die SAP Standardtransaktion „IP01“ [Lad09]

gen Zeitpunkt gestartet werden und damit auch die Meldungen für die verantwortlichen Abteilungen bzw. Personen zeitgerecht verfügbar sind, müssen die Terminierungsparameter „Eröffnungshorizont“ und „Zeit - stichtagsgenau“ für jeden Wartungsplan richtig gesetzt werden. In Abbildung 5.14 ist die Pflegemaske für Terminierungsparameter der SAP Standardtransaktion „IP01“ dargestellt [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09h] [SAP09g].

Durch den Parameter Eröffnungshorizont soll erreicht werden, dass die vom Wartungsplan erzeugten Meldungen immer am Datum der nächsten Revision (Wartung, Begutachtung) generiert werden. Dazu muss dieser Parameter auf 100% gesetzt werden (vgl. Abb. 5.15). Wenn der Zyklusstart beispielsweise am 01.01.2007 ist, bedeutet dies, dass der Wartungsplan das erste Mal an diesem Datum startet und Meldungen mit Wartungsanweisungen für die Produktion bzw. Instandhaltung im SAP System generiert. Die Zykluszeit beträgt 6 Jahre, was bedeutet, dass die nächste Wartung und somit auch das Erzeugen der nächsten Meldungen im SAP System in 6 Jahren also am 01.01.2013 erfolgt [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09h] [SAP09g].

Abbildung 5.14: Terminierungsparameter für Wartungspläne festlegen über die SAP Standardtransaktion „IP01“ [Lad09]

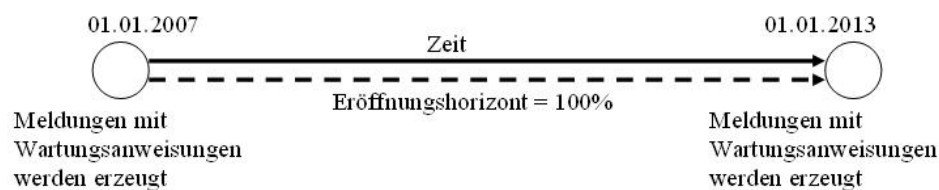


Abbildung 5.15: Parameter Eröffnungshorizont eines Wartungsplans auf 100% [Lad09]

Was passieren würde, wenn der Parameter „Eröffnungshorizont“ nicht auf 100% gesetzt wird sondern z.B. auf 50% ist recht einfach zu erklären. Die Meldungen für jedes Equipment mit den Wartungsanweisungen werden bei einem Zyklus von 6 Jahren schon am 01.01.2010 generiert und liegen dann im SAP System, bis sie nach weiteren 3 Jahren am 01.01.2013 schließlich abgearbeitet werden (vgl. Abb. 5.16) [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09h] [SAP09g].

Wenn der Eröffnungshorizont also auf 100% gesetzt ist, bewirkt dies eine bessere Übersicht über die abzuarbeitenden Meldungen. Personen, welche die Wartung durchführen, müssen bei den zahlreich vorhandenen Instandhaltungsmeldungen nicht noch zusätzlich die derzeit relevanten Meldungen herausfiltern. Dadurch wird die Übersicht erhöht und Zeit eingespart. Über den Parameter „Zeit- Stichtagsgenau“ wird im SAP System geregelt, ob bei der Berechnung des nächsten Wartungsplanabruftermins Feiertage und Wochenenden berücksichtigt werden sollen oder nicht. Wenn der Zyklusstart z.B. am 01.01.2007 festgelegt wird, dann

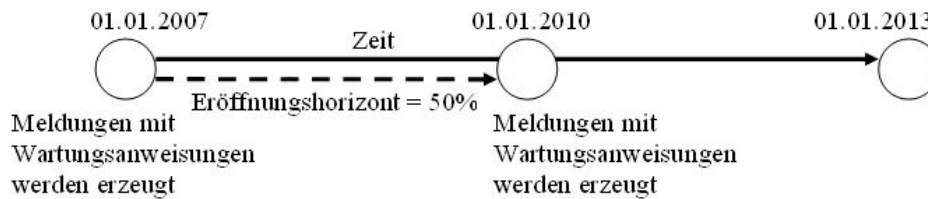


Abbildung 5.16: Parameter Eröffnungshorizont eines Wartungsplans auf 50% [Lad09]

beginnt der nächste Zyklus auch wieder am 01.01., obwohl der 01.01. ein Feiertag ist [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e] [SAP09h] [SAP09g].

Die wichtigsten SAP Standardtransaktionen für Wartungspläne sind nachfolgend aufgelistet:

- IP01 - Wartungsplan anlegen
- IP02 - Wartungsplan ändern
- IP10 - Wartungsplan terminieren
- IP30 - Wartungsplan Terminüberwachung

5.3 Abbildung von Instandhaltungsstrategien in SAP

In diesem Abschnitt werden soweit wie möglich die bereits unter Punkt 3.1 allgemein vorgestellten Instandhaltungsstrategien im SAP System abgebildet.

5.3.1 Planbare Instandhaltung mit SAP

Der SAP Geschäftsprozess zur geplanten Instandhaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die benötigten Ressourcen (Ersatzteile, Materialien, etc.) planbar sind, aber erst dann bekannt werden, wenn ein Bedarfsfall eintritt. Typische Anwendungsfälle für diesen Geschäftsprozess sind z.B. wenn ein Pumpengehäuse neu abgedichtet werden muss, oder wenn an einem Gebäude ein Fenster ausgetauscht werden muss. Der planbare Instandhaltungsprozess unterscheidet sich von einer Sofortinstandsetzung (vgl. Abschnitt 5.3.2) durch die Planbarkeit der benötigten Ressourcen. Im Vergleich zur vorbeugenden Instandhaltung (vgl. Abschnitt 5.3.3) treten planbare Instandhaltungsmaßnahmen nicht in regelmäßigen wiederkehrenden Zyklen auf. In Abbildung 5.17 ist ein möglicher fünfstufiger SAP Prozess zur planbaren Instandhaltungsabwicklung dargestellt [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

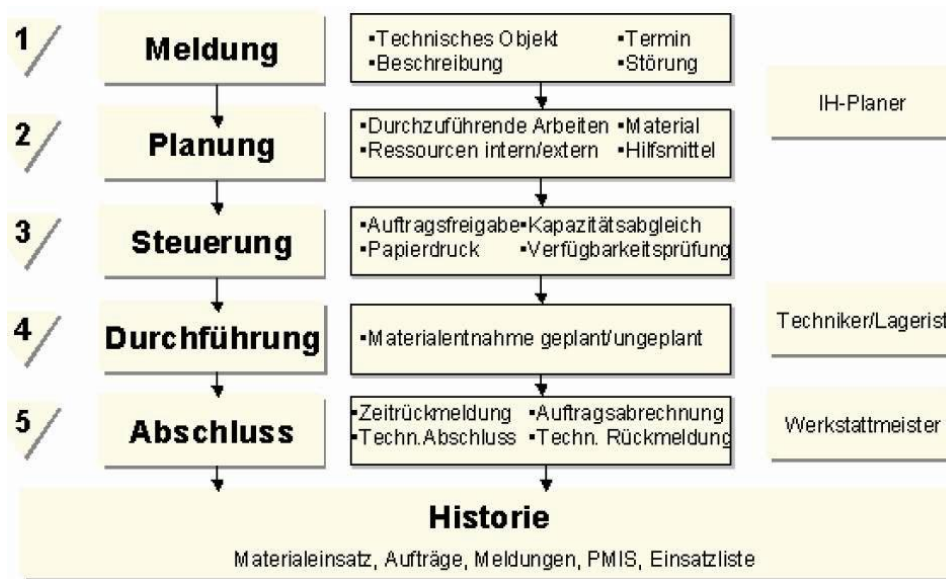


Abbildung 5.17: SAP Prozess planbare Instandhaltung [SAP07c]

Ausgangspunkt des Prozesses bildet Punkt 1 in Abbildung 5.17, wobei eine Instandhaltungsmeldung für eine bestimmte Anforderung (z.B. Behebung eines Schadensfalles) im SAP System erfasst wird. Optimalerweise wird die Meldung direkt vor Ort z.B. über ein mobiles Endgerät im SAP System erfasst. Dies hat den Vorteil, dass z.B. bei einem Inspektionsrundgang, wo ein Schadensfall entdeckt wird, dieser nicht redundant (vorerst auf Papier und nach dem Rundgang im SAP System) aufgezeichnet werden muss. Wenn Schadensfälle direkt vor Ort beispielsweise inklusive Fotoaufnahmen sofort im SAP System dokumentiert werden können, verbessert dies die Schadensdokumentation und in weiterer Folge auch die historischen Daten für Auswertungen. Durch eine mobile Meldungserfassung werden außerdem Zeit und Kosten durch die Vermeidung von redundanten Aufzeichnungen, sowie der sofortigen Verfügbarkeit der Schadensmeldungen im SAP System eingespart [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

Während der Planungsphase (vgl. Abb. 5.17 Punkt 2) wird zur Meldung ein Auftrag im SAP System erzeugt und beplant. Typische Planungsparameter sind z.B. die Bildung von Arbeitsvorgängen, das Reservieren von Ersatzteilen, die Planung von Materialien, sowie die Beauftragung von Fremdfirmen. In der Steuerungsphase (vgl. Abb. 5.17 Punkt 3) durchläuft der Auftrag zahlreiche Prüfungen (z.B. Materialverfügbarkeit, Kapazitätsverfügbarkeit, etc.), deren Ergebnis maßgeblich für die Auftragsfreigabe ist. Sind alle Prüfungen erfolgreich, kann der Auftrag in Arbeit gegeben werden und die Durchführungsphase beginnt. In dieser Phase (vgl. Abb. 5.17 Punkt 4) erfolgt die Abarbeitung des Auftrages durch die beauftragten Personen. Sämtliche Materialien und Ersatzteile, welche für die Auftragsbearbeitung vonnöten sind, werden aus dem Lager entnommen. Wenn alle Arbeiten abgeschlossen sind, werden in der Abschlussphase (vgl. Abb. 5.17 Punkt 5) die benötigten Aufwände (Ist-Zeiten)

im SAP System zurückgemeldet. Nebenbei werden im SAP System noch einige technische Rückmeldungen (Meldungsabschluss, Auftragsabschluss, etc.) erfasst und der Auftrag vom Controlling abgerechnet [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

5.3.2 Reaktive Instandhaltung mit SAP

Der Instandhaltungsgeschäftsprozess der reaktiven Instandhaltung, basierend auf den Grundlagen aus Abschnitt 3.1.1, wird in der SAP Terminologie auch oft als Sofortinstandsetzung bezeichnet. Dieser Geschäftsprozess zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass er nicht vorhergesagt werden kann und dadurch auch keine entsprechende Ressourcenplanung durchgeführt werden kann. Auf derartige ad hoc auftretende Störfälle, welche den regulären Betrieb massiv gefährden bzw. stören, muss mit entsprechenden Instandhaltungsmaßnahmen sofort reagiert werden. Ein typischer Fall für Sofortinstandsetzung ist z.B. der Ausfall einer produktionsrelevanten Pumpe [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

Der Prozess einer Sofortinstandsetzung unterscheidet sich einerseits von der geplanten Instandsetzung durch die Planbarkeit (es kann nicht geplant sondern nur auf das Ereignis reagiert werden) und andererseits von der vorbeugenden Instandhaltung durch die terminliche Vorbestimmtheit von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen, welche bei derartigen ad hoc auftretenden Störfällen nicht in regelmäßigen Zyklen vorkommen. In Abbildung 5.18 ist ein möglicher SAP Prozess zur Abwicklung von reaktiver Instandhaltung dargestellt. Der fünfstufige Prozesszyklus der planbaren Instandhaltungsabwicklung wird im Kontext der störungsbedingten Sofortinstandsetzung zu einem dreistufigen Zyklus zusammengefasst [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

Ausgangspunkt des Prozesses bildet Punkt 1 in Abbildung 5.18, wobei eine Instandhaltungsmeldung sowie ein Instandhaltungsauftrag zu einem Schaden oder einer Störung im SAP System angelegt werden. Auf der Meldung werden die Störungsdaten (z.B. Störungsbeginn, Schadensbild, etc.) für die spätere Dokumentation (Historie) festgehalten. Der Auftrag wird nicht geplant, sondern sofort zur Abrechnung freigegeben. Im Zusammenhang mit einer Störung ist es von entscheidender Bedeutung, dass sowohl Meldung als auch Auftrag möglichst rasch im SAP System erfasst werden, um eine Behebung der Störung durch die Instandhaltung schnellstmöglich durchführen zu können. In großen weitläufigen Anlagen oder Produktionsstätten wäre es optimal, wenn zumindest die Instandhaltungsmeldung direkt vor Ort z.B. über ein mobiles Endgerät im SAP System erfasst werden könnte. Durch eine derartig rasche Störmeldungserfassung können Zeit und Kosten eingespart werden. Während der Durchführungsphase (vgl. Abb. 5.18 Punkt 2) erfolgt die eigentliche Behebung der Störung

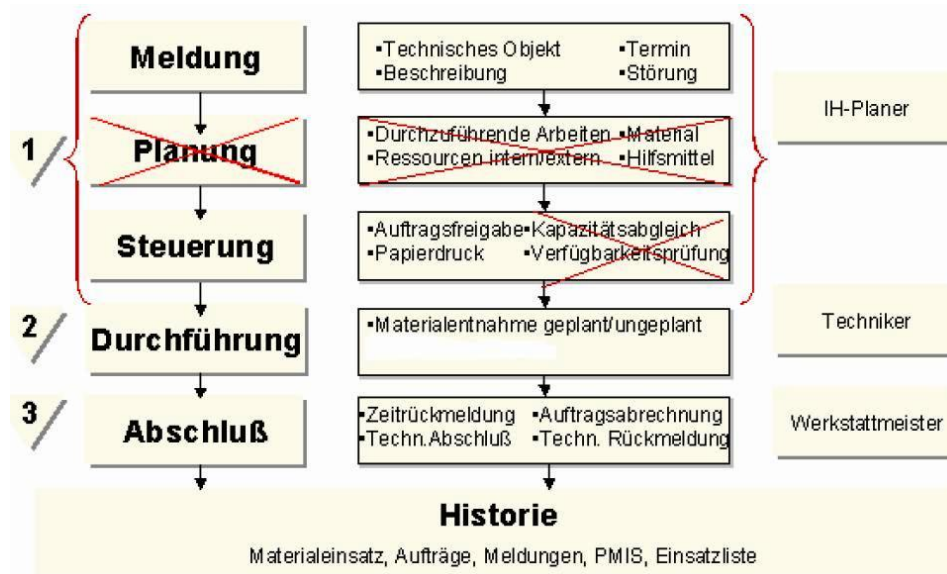


Abbildung 5.18: SAP Prozess der reaktiven Instandhaltung [SAP07c]

durch Instandhaltungstechniker. Wenn alle Arbeiten abgeschlossen sind, werden in der Abschlussphase (vgl. Abb. 5.18 Punkt 3) die benötigten Aufwände (Ist-Zeiten) im SAP System zurückgemeldet. Nebenbei werden im SAP System noch einige technische Rückmeldungen (Meldungsabschluss, Auftragsabschluss, etc.) erfasst und der Auftrag vom Controlling abgerechnet [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

5.3.3 Vorbeugende Instandhaltung mit SAP

Der Instandhaltungsgeschäftsprozess der vorbeugenden Instandhaltung basiert auf den Grundlagen aus Abschnitt 3.1.2 und zeichnet sich durch inhaltliche und terminliche Vorausplanung der benötigten Ressourcen aus. Ein typischer Anwendungsfall für vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen ist z.B. die periodische achtmonatige Sicht- und Funktionsprüfung einer Pumpe. Im Gegensatz zur geplanten Instandsetzung, wo nur der Inhalt nicht aber der Termin geplant werden kann, besteht bei der vorbeugenden Instandhaltung auch die Möglichkeit der Terminplanung. Im Unterschied zur Sofortinstandsetzung, wo nur reagiert aber nicht geplant werden kann, besteht bei der vorbeugenden Instandhaltung die Möglichkeit der inhaltlichen und terminlichen Planung. Wie bereits in den Grundlagen im Abschnitt 3.1.2 erläutert, gibt es verschiedenste Gründe, weshalb trotz des relativ großen Aufwandes dennoch eine vorbeugende Instandhaltungsstrategie im Unternehmen verfolgt wird. Nachfolgend sind einige dieser Gründe angeführt [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e]:

- Das Auftreten von Störfällen kann reduziert werden
- Umweltschutzauflagen

- Herstellerempfehlungen
- Senkung der Instandhaltungskosten
- Gesetzliche Vorschriften
- Qualitätssicherung

Grundsätzlich lässt sich die planmäßige Instandhaltung in die drei Bereiche zeitabhängig, leistungsabhängig und zustandsabhängig gliedern. Unter zeitmäßig versteht man in diesem Kontext das Auslösen einer entsprechenden Instandhaltungsmaßnahme (z.B. SAP Instandhaltungsmeldung) wenn eine bestimmte Frist (z.B. alle 8 Monate) erreicht ist. Leistungsabhängig bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Instandhaltungsmaßnahme bei Erreichen eines bestimmten Leistungsstandes (z.B. 1000 Betriebsstunden) ausgelöst wird. Zustandsabhängig werden vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen anhand bestimmter Diagnosewerte wie z.B. „Temperatur höher als 100 Grad Celsius“ ausgelöst. In Abbildung 5.19 ist ein möglicher SAP Prozess zur Abwicklung einer vorbeugenden (planmäßigen) Instandhaltungsstrategie dargestellt [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

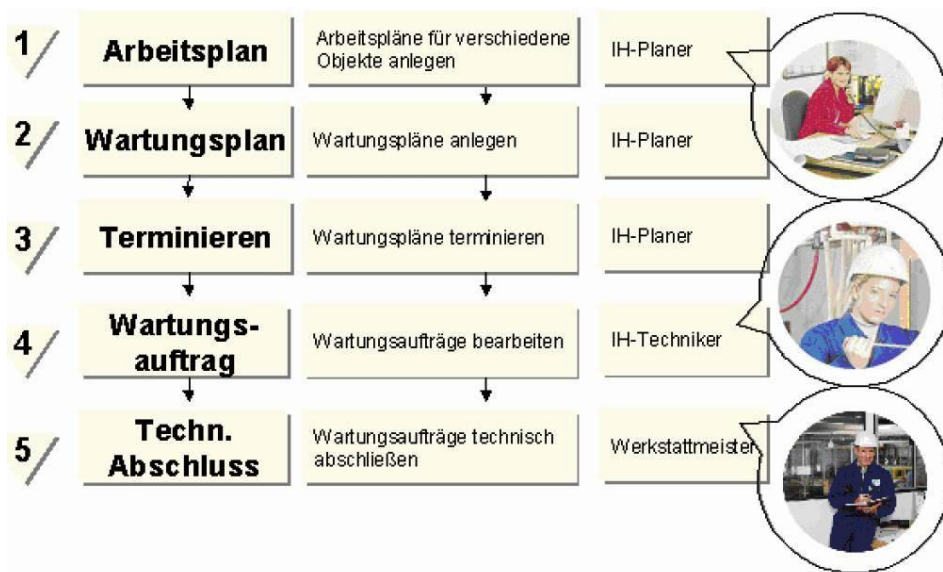


Abbildung 5.19: SAP Prozess zur Abwicklung einer vorbeugenden Instandhaltungsstrategie [SAP07c]

Der fünfstufige SAP Prozess der planmäßigen Instandhaltung enthält Schritte zur Planung und Durchführung von regelmäßig wiederkehrenden Inspektions- und Wartungsarbeiten. Im ersten Punkt des Prozesses (vgl. Abb. 5.19 Punkt 1) werden mittels Arbeitsplänen die durchzuführenden Tätigkeiten (Arbeitsvorgänge), sowie die dafür benötigten Materialien und Fristen festgelegt. Im nächsten Schritt (vgl. Abb. 5.19 Punkt 2) werden geeignete Wartungspläne (vgl. Abschnitt 5.2.5) für jene technischen Objekte (Equipments, technische Plätze)

festgelegt, welche mittels einer vorbeugenden Instandhaltungsstrategie gewartet werden sollen. Ein Wartungsplan beinhaltet eine oder mehrere Wartungspositionen, bestimmt die Wartungstermine und erzeugt anhand dieser Termine automatisch entsprechende Meldungen oder Aufträge im SAP System. Das Terminieren (vgl. Abb. 5.19 Punkt 3) dient dem regelmäßigen Abrufen von Meldungen oder Aufträgen, sowie der Neuberechnung von Planterminen. Im vierten Schritt (vgl. Abb. 5.19 Punkt 4) werden Meldungen bzw. Aufträge automatisch vom Wartungsplan erzeugt und in die Meldungsliste bzw. Auftragsliste gestellt. Von dort aus werden die Meldungen bzw. Aufträge von den dafür zuständigen Personen weiterverarbeitet. Der technische Abschluss (vgl. Abb. 5.19 Punkt 5) markiert im Wartungsplan den entsprechenden Plantermin als erledigt und dient als Basis für die Berechnung des nächsten Plantermines [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

5.3.4 Zustandsorientierte Instandhaltung mit SAP

Wie in Abschnitt 3.1.3 bereits erläutert, wird bei einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie eine entsprechende Instandhaltungsmaßnahme durch eine Abweichung des Ist-Zustandes vom Soll-Zustand ausgelöst. Das SAP System bietet für die Erkennung einer möglichen Abweichung vom Soll-Zustand so genannte Messpunkte und Zähler am technischen Objekt (z.B. technischer Platz) an. Mittels Zählern ist es möglich, die Abnutzung, einen Verbrauch, oder den Abbau des Abnutzungsvorrates eines technischen Objektes im SAP System zu erfassen. Zähler können im SAP System nur einen kontinuierlichen (steigenden oder sinkenden) Zählerstand annehmen. Typische Zählerbeispiele sind Kilometerstände oder Betriebsstundenzähler. Unter Messpunkten versteht man im SAP Kontext Stellen, mit deren Hilfe der aktuelle Zustand eines Objektes beschrieben werden kann. An Messpunkten können Soll-Werte sowie Ober- bzw. Untergrenzen definiert werden. Messpunkte weisen meist einen diskontinuierlichen Verlauf auf. Typische Anwendungsfälle für Messpunkte sind z.B. Temperatur, Drehzahl oder Druckzustand [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

Um eine zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie betreiben zu können, müssen zunächst sämtliche Soll-Zustände der zu überwachenden technischen Objekte definiert werden. Des Weiteren müssen die zu überprüfenden Anlagen bzw. Anlagenteile regelmäßig oder permanent gegen die definierten Soll-Zustände geprüft werden. Sollten bei dem Vergleich zwischen Soll- und Ist-Daten Unterschiede festgestellt werden, so wird eine entsprechende Instandhaltungsmaßnahme im SAP System ausgelöst. Ein mögliches Szenario ist beispielsweise wenn die Temperatur zu hoch gestiegen oder zu tief gefallen ist [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

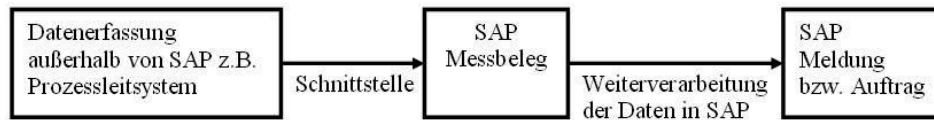


Abbildung 5.20: Funktionsweise der zustandsorientierten Instandhaltung in SAP [Lad09] [Lie08]

Wie in Abbildung 5.20 dargestellt, läuft der Prozess einer zustandsorientierten Instandhaltung mit SAP meist folgendermaßen ab. Mittels einem dem SAP System vorgelagertem System (z.B. Prozessleitsystem), werden regelmäßig oder permanent aktuelle Daten zum Zustand des zu überwachenden technischen Objektes gewonnen. Über eine Schnittstelle werden diese Daten in das SAP System übertragen. Die Daten werden im SAP System in Messbelegen gespeichert und können von dort weiterverarbeitet werden. Wenn bei der automatischen Prüfung der Daten durch das SAP System z.B. ein bestimmter Schwellenwert überschritten wurde, können im SAP System automatisch entsprechende Aktionen wie z.B. das Auslösen einer Instandhaltungsmeldung angestoßen werden. Im Zusammenhang mit SAP ist eine effiziente zustandsorientierte Anlagenüberwachung relativ einfach und kostengünstig zu realisieren [Lie08] [SAP07c] [SAP07d] [SAP09e].

Kapitel 6

Mobile Erfassung von Instandhaltungsmeldungen

Dieses Kapitel beschreibt die Realisierung eines Prozesses zur mobilen Erfassung von Instandhaltungsmeldungen im Zusammenhang mit SAP. Wie bereits im Abschnitt 5.3 bei den diversen Instandhaltungsstrategien erläutert, bildet die SAP Instandhaltungsmeldung meist die Basis für alle weiterführenden Instandhaltungsaktivitäten. Optimalerweise wird die Meldung direkt vor Ort z.B. über ein mobiles Endgerät im SAP System erfasst. Dies hat den Vorteil, dass z.B. bei einem Inspektionsrundgang, wo ein Schadensfall entdeckt wird, dieser sofort über das mobile Endgerät im SAP System erfasst werden kann. Da in den meisten mobilen Geräten bereits leistungsfähige Kameras eingebaut sind, kann der Schaden zusätzlich durch Fotos dokumentiert werden, welche im SAP System zur Instandhaltungsmeldung dazugehängt werden können. Durch diese zeitnahe und entsprechend detaillierte Erfassung von Meldungen wird auch die Schadensdokumentation erheblich verbessert. In weiterer Folge verbessert dies auch die historischen Daten für Auswertungen. Durch eine mobile Meldungserfassung werden außerdem Zeit und Kosten aufgrund der Vermeidung von redundanten Aufzeichnungen, sowie der sofortigen Verfügbarkeit der Schadensmeldungen im SAP System eingespart.

Im Zusammenhang mit Störungen ist es von entscheidender Bedeutung, dass sowohl Meldung als auch Auftrag möglichst rasch im SAP System erfasst werden, um eine Behebung der Störung durch die Instandhaltung schnellstmöglich durchführen zu können. In großen weitläufigen Anlagen oder Produktionsstätten wäre es optimal, wenn zumindest die Instandhaltungsmeldung direkt vor Ort z.B. über ein mobiles Endgerät im SAP System erfasst werden könnte. Durch eine derartig rasche Störmeldungserfassung können Zeit und Kosten eingespart werden.

Wie zu Beginn der Arbeit bereits erwähnt, bewirkt eine mobile Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen die folgenden Vorteile:

- Eliminierung bzw. Minimierung papierbasierter Prozesse
- Höhere Datenaktualität
- Bessere Datenqualität
- Vermeidung von Datenverlusten
- Zeitnahe Datenrückmeldung
- Zeitnahe Weiterverarbeitung

All diese Vorteile bewirken sowohl Zeit- und Kosteneinsparungen, als auch eine generelle Produktivitätssteigerung des gesamten Unternehmens. In Abbildung 6.1 ist ein möglicher selbstentwickelter Prozessablauf zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen dargestellt.

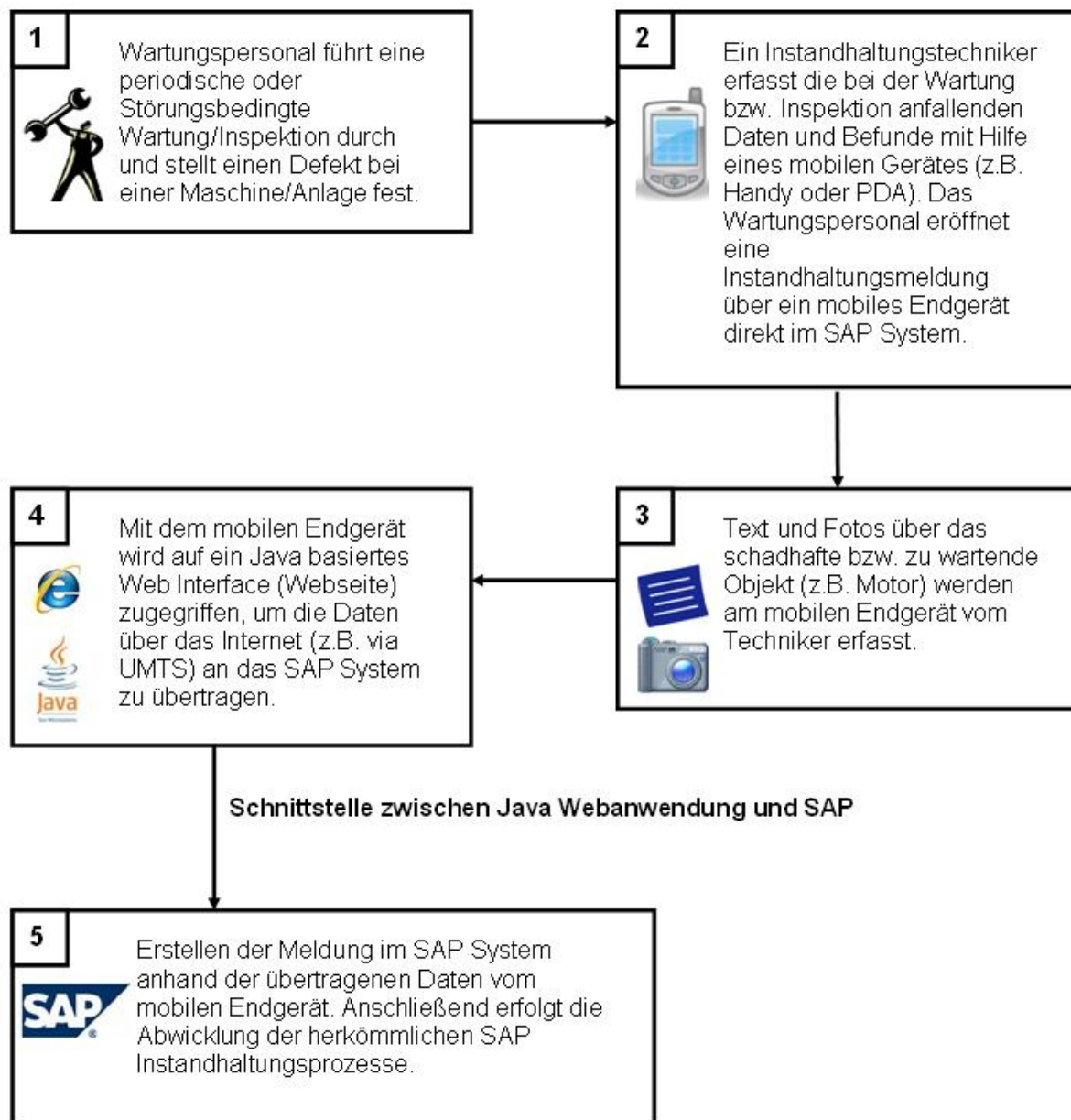


Abbildung 6.1: Möglicher Prozessablauf zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen [Lad09]

Abbildung 6.2 zeigt den technischen Schnittstellenprozess zwischen den beteiligten Systemen, um eine mobile Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen technisch realisieren zu können.

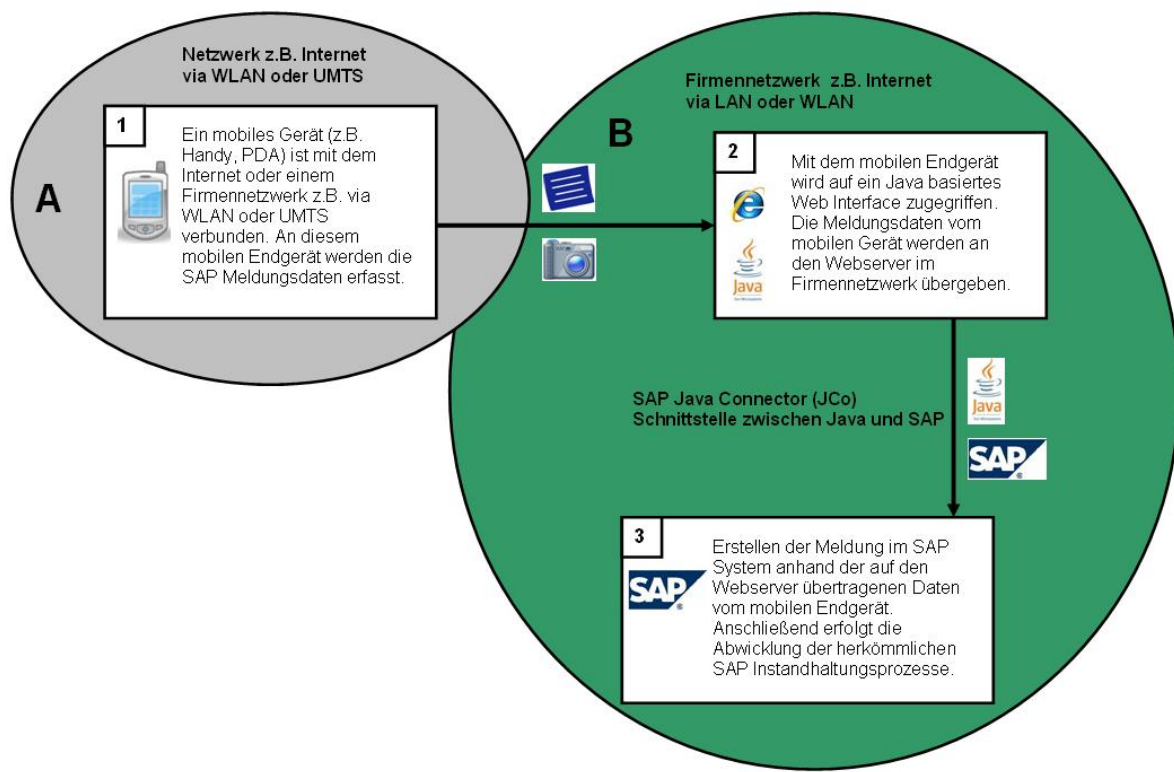


Abbildung 6.2: Möglicher technischer Prozessablauf zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen [Lad09]

Der Bereich A in Abbildung 6.2 kennzeichnet ein Netzwerk, mit dem das mobile Endgerät des Instandhaltungstechnikers verbunden ist. Ein mögliches Netzwerk wäre beispielsweise das Internet. Das mobile Endgerät greift auf das Internet z.B. über das allgemein verfügbare Mobilfunknetz via UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) zu und sendet die erfassten Meldungsdaten in das Firmennetzwerk auf einen Webserver, welcher die Daten entgegennimmt und weiterverarbeitet. Bei dieser Mobilfunknetzvariante ist durchaus vorstellbar, dass die instand zu haltenden technischen Objekte relativ weit auseinander liegen und deshalb das Internet via UMTS oder GPRS (General Packet Radio Service) anstatt eines z.B. Firmeneigenen WLAN (Wireless Local Area Network) verwendet wird. Eine andere Möglichkeit ist, dass sich das mobile Endgerät in ein unternehmensinternes Netzwerk wie z.B. das firmeneigene WLAN Netzwerk verbindet. Falls noch nicht alle Unternehmensbereiche wo Instandhaltungstätigkeiten durchgeführt werden müssen mit einem eigenen WLAN Netz versorgt sind, so ist zu beachten, dass die Installation eines solchen eigenen Netzwerkes relativ teuer sein kann, vor allem wenn man an spezielle Sicherheitsbereiche in Anlagen denkt (z.B. Explosionsgeschützte Bereiche), wo Spezialhardware verwendet werden muss. Ein entsprechendes Mobilfunknetz ist hingegen meist schon vorhanden und kann flexibel und unabhängig von der unternehmenseigenen Netzwerkinfrastruktur verwendet werden. Eine wichtige Frage bei der Datenübertragung ist in beiden Fällen die Möglichkeit der Authentifizierung und Datensicherheit. Dazu ist es denkbar, dass mit dem mobilen Endgerät eine verschlüsselte VPN (Virtual Private Network) Verbindung zum firmeninternen Netzwerk aufgebaut wird. Zahlreiche Firewalls und Prüfmechanismen (z.B. Prüfung auf Rufnummer der SIM Karte, oder der eingeschränkte Zugriff auf bestimmte Server) können so sicherstellen, dass auch nur jene mobilen Geräte auf das Firmennetzwerk zugreifen können, die auch dazu berechtigt sind. Sobald alle Sicherheitsprüfungen erfolgreich durchlaufen wurden, werden die Meldungsdaten des mobilen Endgeräts aus dem Fremdnetzwerk in das Firmennetzwerk auf einen Webserver übertragen (siehe Abbildung 6.2 Bereich B). Die Java basierte Webanwendung nimmt die Meldungsdaten entgegen und bereitet diese für eine Übergabe an das SAP System entsprechend auf. Über eine Schnittstelle zwischen der Java Webanwendung und dem SAP System (SAP Java Connector JCo) werden die erfassten Meldungsdaten des mobilen Endgeräts an das SAP System übertragen, wo die gewünschte Instandhaltungsmeldung angelegt wird. Abschließend wird an das mobile Endgerät eine Erfolgs- oder Fehlermeldung übertragen, damit der Instandhaltungstechniker informiert wird, ob die Meldung erfolgreich angelegt wurde oder nicht.

6.1 Voraussetzungen für die Prozessrealisierung

In diesem Abschnitt werden die benötigten Ressourcen wie z.B. benutzte Werkzeuge, Programmiersprachen, Server- bzw. Softwareversionen und verwendete Entwicklungsumgebungen kurz vorgestellt. Ohne diese Voraussetzungen kann der in Abbildung 6.1 bzw. 6.2 vorgestellte Schnittstellenprozess zwischen Java und SAP zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen nicht realisiert werden. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass der Fokus dieser Arbeit auf der Entwicklung der Schnittstelle zwischen SAP und Java zur mobilen Erfassung von Instandhaltungsmeldungen liegt und nicht auf der detaillierten Vorstellung der verwendeten Werkzeuge und Programmiersprachen. Der Umgang bzw. die Anwendung sämtlicher benötigter Tools, sowie verwendeter Hard- und Softwaresysteme, wird im Kontext dieser Arbeit vom Leser vorausgesetzt.

6.1.1 Java

Die Programmiersprache Java [Sun10a] ist eine objektorientierte Programmiersprache, welche von der Firma Sun Microsystems [Sun10b] entwickelt und unter der GNU General Public License [GNU10] veröffentlicht wurde. Um Java Programme ausführen zu können, werden diese zunächst vom Java Compiler in Java Bytecode übersetzt und anschließend in einer speziellen Java Laufzeitumgebung (Java Virtual Machine) exekutiert. Java Programme sind plattformunabhängig, was bedeutet, dass sie meist ohne weitere Anpassungen auf verschiedenen Computern und Betriebssystemen wo eine entsprechende Java Virtual Machine existiert, ausgeführt werden können. Im Kontext dieser Arbeit wurden alle Java Entwicklungen auf Basis des Java Development Kit (JDK) 1.6.0_16 durchgeführt [Mös05] [Ull09] [KS09]. Zur Vereinfachung der Java Entwicklungen wurde die Entwicklungsumgebung Eclipse 3.5.0 [Ecl10] verwendet [Kün09].

6.1.2 Apache Tomcat Webserver

Wie in Abbildung 6.1 im Bereich 4 bzw. in Abbildung 6.2 im Bereich 2 dargestellt, werden Meldungsdaten vom mobilen Endgerät an einen Webserver übertragen, wo die weitere Datenverarbeitung durchgeführt wird. Für diese Aufgabe wurde der Apache Tomcat 5.5.28 [Apa10] gewählt, welcher eine Umgebung zur Ausführung von Java Code auf Webservern (so genannte Servlets) bereitstellt [CBE⁺04] [Moc05].

6.1.3 SAP Java Connector (JCo)

Der SAP Java Connector (JCo) ist eine in Java realisierte Lösung um die Kommunikation zwischen der Programmiersprache Java und einem SAP System zu ermöglichen. Diese Komponente bildet das Herzstück der Schnittstelle zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen. In Abbildung 6.1 befindet sich diese Komponente zwischen Bereich 4 und 5, wo die vom mobilen Endgerät übertragenen Daten an das SAP System übergeben werden. In Abbildung 6.2 ist JCo zwischen Bereich 2 und 3 angesiedelt. Eine Kommunikation zwischen den beiden Systemen ist selbstverständlich bidirektional möglich, also von SAP zu Java und umgekehrt. Im Kontext dieser Arbeit wird die Kommunikation allerdings nur von Java in Richtung SAP angestoßen. Die benötigten Java Connector Bibliotheken können von „service.sap.com/connectors“ heruntergeladen werden. Für die Realisierung dieser Schnittstelle wurde JCo 2.1.9 verwendet [SAP10a] [KK06].

6.1.4 SAP ECC 6.0 Programmiersprache ABAP

Für die Realisierung der Schnittstelle müssen selbstverständlich auch im SAP System einige Vorbereitungen getroffen werden. In diesem Fall wurde ein SAP ECC 6.0 System verwendet, auf welchem ein RFC (Remote Function Call) fähiger ABAP Funktionsbaustein (Z_PM_NOTIF_JCO) entwickelt wurde (vgl. Abschnitt 5.1) [KK06] [FT08] [Woo09] [SAP08]. Der SAP ABAP Funktionsbaustein nimmt die Daten für die Meldungserfassung von Java entgegen und legt eine Meldung im SAP System an. Da über die Schnittstelle auch Dokumente wie z.B. Bilder eines Schadensfalls übertragen werden, müssen im SAP System einige customizing Einstellungen vorgenommen werden. Die vom mobilen Endgerät übertragenen Bilder sollen automatisch zur erstellten Meldung als Business Dokument abgelegt werden. Abgesehen von der Voraussetzung, dass Business Dokumente überhaupt in dem vorhandenen SAP System in ein Dokumentenarchiv abgelegt werden können, ist für diese Schnittstelle eine eigene Dokumentart (ZIHSCHADBI) für die Archivierung der übertragenen Dokumente eingerichtet worden. Die Einrichtung der Dokumentart wird über die SAP Standardtransaktion „OAC2“ durchgeführt und ist in Abbildung 6.3 dargestellt.



Abbildung 6.3: Einrichten der SAP Dokumentart ZIHSCHADBI für die Archivierung der über die Java Schnittstelle übertragenen Dokumente via SAP Standardtransaktion „OAC2“ [Lad09]

Abschließend muss die Dokumentart noch einem Dokumentenarchiv (Content Repository) zugewiesen werden (siehe Abb. 6.4). Dies kann über die SAP Standardtransaktion „OAC3“ gepflegt werden. Für Instandhaltungsmeldungen muss der Objekttyp „BUS2038“ gewählt werden, damit das archivierte Dokument zur Meldung gehängt wird.



Abbildung 6.4: Zuweisung der Dokumentart ZIHSCHADBI zu einem Dokumentenarchiv und Objekttyp via SAP Standardtransaktion „OAC3“ [Lad09]

6.1.5 Mobiles Endgerät

In Abbildung 6.1 im Bereich 2 bzw. in Abbildung 6.2 im Bereich 1 werden vom Instandhaltungstechniker die SAP Meldungsdaten auf einem mobilen Endgerät erfasst. Grundsätzlich kann für die Erfassung der Meldungsdaten jedes beliebige mobile Endgerät (Mobiltelefon, PDA, etc.) verwendet werden, welches eine Webseite im Internet bzw. im unternehmenseigenen Intranet aufrufen kann. Heutzutage ist nahezu jedes Mobiltelefon mit einer Kamera ausgestattet und dazu in der Lage, Webseiten über das Mobilfunknetz aufzurufen. In dieser Arbeit wurde als mobiles Endgerät das Mobiltelefon Nokia N95 8GB [Nok10] verwendet.

6.2 Realisierung und Abwicklung des mobilen SAP Meldungserfassungsprozesses

In diesem Abschnitt wird der entwickelte Prozess zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen aus Abbildung 6.1 bzw. 6.2 Schritt für Schritt durchgespielt und die dahinter liegenden technischen Lösungen im Detail erläutert.

6.2.1 Meldungserfassung auf dem mobilen Endgerät

Entsprechend dem Prozessschritt 1, 2 und 3 aus Abbildung 6.1 bzw. Prozessschritt 1 aus Abbildung 6.2 werden, wie in Abbildung 6.5 dargestellt, die entsprechenden SAP Instandhaltungsmeldungsdaten für das instand zu haltende technische Objekt am mobilen Endgerät (Nokia N95 8GB) erfasst. Der Zugriff auf diese Eingabemaske erfolgt über den Standardwebbrowser des Mobiltelefons, durch den Aufruf einer entsprechenden Webadresse des Tomcat Webservers

(<http://192.168.0.9:8080/sapinterface/sapinterface/FormCreateSAPNotificationServlet>).



Abbildung 6.5: Webseite für die Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungsdaten am mobilen Endgerät (Servlet „FormCreateSAPNotificationServlet“) [Lad09]

Die Programmlogik der Webseite für die Eingabemaske der SAP Meldungsdaten (siehe Abb. 6.5) ist im Java Servlet „FormCreateSAPNotificationServlet“ abgebildet und nachfolgend angeführt.

```
1 package sapinterface;
2
3 import java.io.IOException;
4 import java.io.PrintWriter;
5
6 import javax.servlet.ServletException;
7 import javax.servlet.http.HttpServlet;
8 import javax.servlet.http.HttpServletRequest;
9 import javax.servlet.http.HttpServletResponse;
10
11 public class FormCreateSAPNotificationServlet extends HttpServlet
12 {
13     public String quote = ("\"");
14     public String jsNewLine = ("\\n");
15
16
17     public void doPost(HttpServletRequest request, HttpServletResponse
18         response) throws IOException, ServletException
19     {
20         printContent(request, response);
21     }
22
23     public void doGet(HttpServletRequest request, HttpServletResponse
24         response) throws IOException, ServletException
25     {
26         printContent(request, response);
27     }
28
29     private void printContent(HttpServletRequest request,
30         HttpServletResponse response) throws IOException, ServletException
31     {
32         response.setContentType("text/html");
33         PrintWriter out = response.getWriter();
34         out.println("<html><head></head><body>");
35
36         try
37         {
38             String text = request.getParameter("text");
39             String equipment = request.getParameter("equipment");
40             String techplz = request.getParameter("techplz");
41
42             if(text == null)
```

```
40     {
41         text = "";
42     }
43
44     if(equipment == null)
45     {
46         equipment = "";
47     }
48
49     if(techplz == null)
50     {
51         techplz = "";
52     }
53
54     out.println("<b>SAP IH-Meldung anlegen:</b><br>" +
55         "<form action=" + quote + "CreateSAPNotificationServlet" + quote
56             + "method=" + quote + "post" + quote + "enctype=" + quote +
57             "multipart/form-data" + quote + ">" +
58         "<table border=" + quote + "0" + quote + ">" +
59         "<tr>" +
60         "<td>Text:</td>" +
61         "</tr>" +
62         "<tr>" +
63         "<td><input name=" + quote + "text" + quote + "type=" + quote +
64             "text" + quote + "size=" + quote + "30" + quote + "maxlength="
65             + quote + "40" + quote + "value=" + quote + text + quote
66             + "></td>" +
67         "</tr>" +
68         "<tr>" +
69         "<td>Equipment:</td>" +
70         "</tr>" +
71         "<tr>" +
72         "<td><input name=" + quote + "equipment" + quote + "type=" +
73             quote + "text" + quote + "size=" + quote + "30" + quote + "
74             maxlength=" + quote + "18" + quote + "value=" + quote +
75             equipment + quote + "></td>" +
76         "</tr>" +
77         "<tr>" +
78         "<td>Technischer Platz:</td>" +
79         "</tr>" +
80         "<tr>" +
81         "<td><input name=" + quote + "techplz" + quote + "type=" + quote
82             + "text" + quote + "size=" + quote + "30" + quote + "
83             maxlength=" + quote + "30" + quote + "value=" + quote +
84             techplz + quote + "></td>" +
85         "</tr>" +
```

```
75     "<tr>" +
76     "<td>Foto:</td>" +
77     "</tr>" +
78     "<tr>" +
79     "<td><input name=\"" + quote + "foto" + quote + "type=\"" + quote +
80         "file" + quote + "size=\"" + quote + "30" + quote + "maxlength"
81         =" + quote + "100000" + quote + "></td>" +
82     "</tr>" +
83     "</table>" +
84     "<input type=\"" + quote + "submit" + quote + "value=\"" + quote + "
85         Meldung anlegen" + quote + ">" +
86     "<br>" +
87     "<a href=\"" + quote + "FormCreateSAPNotificationServlet" + quote
88         + ">Seite neu laden</a>" +
89     "</form>");
90 }
91
92     out.println("</body></html>");
93 }
94 }
```

6.2.2 Übertragung der Meldungsdaten an den Tomcat Webserver

Entsprechend dem Prozessschritt 4 aus Abbildung 6.1 bzw. Prozessschritt 2 aus Abbildung 6.2, werden durch drücken des Buttons „Meldung anlegen“ aus Abbildung 6.5 die am mobilen Endgerät erfassten Meldungsdaten an den Tomcat Webserver zur weiteren Verarbeitung übertragen. Die Weiterverarbeitung der Daten erfolgt im Java Servlet „CreateSAPNotificationServlet“, dessen Quellcode nachfolgend angeführt ist.

```
1 package sapinterface;
2
3 import java.io.*;
4 import java.net.*;
5 import javax.servlet.*;
6 import javax.servlet.http.*;
7 import sapinterface.*;
8
9 import org.apache.commons.fileupload.FileItemIterator;
10 import org.apache.commons.fileupload.FileItemStream;
11 import org.apache.commons.fileupload.servlet.ServletFileUpload;
```

```

12 import org.apache.commons.fileupload.util.Streams;
13 import org.apache.commons.io.FilenameUtils;
14
15 public class CreateSAPNotificationServlet extends HttpServlet
16 {
17     public String quote = ("\"");
18     public String jsNewLine = ("\\n");
19
20
21     public void doPost(HttpServletRequest request, HttpServletResponse
        response) throws IOException, ServletException
22     {
23         printContent(request, response);
24     }
25
26     public void doGet(HttpServletRequest request, HttpServletResponse
        response) throws IOException, ServletException
27     {
28         printContent(request, response);
29     }
30
31     private void printContent(HttpServletRequest request,
        HttpServletResponse response) throws IOException, ServletException
32     {
33         response.setContentType("text/html");
34         PrintWriter out = response.getWriter();
35         out.println("<html><head></head><body>");
36
37         try
38         {
39             if(ServletFileUpload.isMultipartContent(request))
40             {
41                 String uploadFileName = "";
42                 String uploadFilePath = "C:\\Program Files\\Tomcat 5.5\\webapps\\
                    sapinterface\\UploadFiles\\";
43                 String txt = "";
44                 String equi = "";
45                 String techPlz = "";
46
47                 //Uploadhandler erstellen
48                 ServletFileUpload upload = new ServletFileUpload();
49
50                 //Post Variablen einlesen
51                 FileItemIterator iter = upload.getItemIterator(request);
52
53                 //Variablen durchgehen

```

```
54     while (iter.hasNext())
55     {
56         FileItemStream item = iter.next();
57         String name = item.getFieldName();
58         InputStream stream = item.openStream();
59
60         //Ist das Item eine HTTP Post Variable oder eine HTTP
           Uploaddatei?
61         if (item.isFormField())
62         {
63             //Variablen verarbeiten
64             String value = Streams.asString(stream);
65
66             if(name.equals("text"))
67             {
68                 txt = value;
69             }
70
71             if(name.equals("equipment"))
72             {
73                 equi = value;
74             }
75
76             if(name.equals("techplz"))
77             {
78                 techPlz = value;
79             }
80         }
81         else //Das Item ist eine HTTP Uploaddatei
82         {
83             if(name.equals("foto"))
84             {
85                 //Dateiname des HTTP Uploadfiles
86                 uploadFileName = FilenameUtils.getName(item.getName());
87
88                 if(!(uploadFileName.equals(""))){
89                     {
90                         //Datei im temporaeren Verzeichnis erstellen
91                         File file = new File(uploadFilePath + "" + uploadFileName)
92                             ;
93
94                         //Ouput Stream erzeugen
95                         BufferedOutputStream bufOutStr = new BufferedOutputStream(
96                             new FileOutputStream(file));
```

```

97         byte buf[] = new byte[4096];
98         int len = 0;
99         while((len = stream.read(buf)) > 0)
100         {
101             //Daten schreiben
102             bufOutStr.write(buf, 0, len);
103         }
104         bufOutStr.close();
105     }
106 }
107 }
108 }
109
110 //Prüfen der Uploaddaten
111
112 if(txt.equals(""))
113 {
114     out.println("Bitte das Mussfeld Text ausfüllen<br>");
115 }
116 else
117 {
118     if(txt.length() < 40)
119     {
120         if(equi.equals("") && techPlz.equals(""))
121         {
122             out.println("Bitte das Mussfeld Equipment ausfüllen<br>");
123             out.println("Bitte das Mussfeld Techn. Platz ausfüllen<br>");
124             ;
125         }
126         else
127         {
128             if(uploadFileName.equals(""))
129             {
130                 //Aufruf SAP Schnittstelle
131                 ConnectToSAP ConToSap = new ConnectToSAP();
132                 ConToSap.connect(out, txt, equi, techPlz, uploadFilePath,
133                                 uploadFileName);
134             }
135             else
136             {
137                 FileNameMap fileNameMap = URLConnection.getFileNameMap();
138                 String mimeType = fileNameMap.getContentTypeFor(
139                     uploadFilePath + "" + uploadFileName);
140
141                 if(mimeType.equals("image/jpeg"))
142                 {

```

```
140         //Aufruf SAP Schnittstelle
141         ConnectToSAP ConToSap = new ConnectToSAP();
142         ConToSap.connect(out, txt, equi, techPlz, uploadFilePath
143             , uploadFileName);
144     }
145     else
146     {
147         out.println("Bitte nur *.jpg Dateien hochladen<br>");
148     }
149 }
150 }
151 else
152 {
153     out.println("Im Feld Text sind nur 40 Zeichen erlaubt<br>");
154 }
155 }
156
157 out.println("<a href=" + quote + "FormCreateSAPNotificationServlet
158     " + quote + ">Zurück</a><br>");
159 }
160 catch(Throwable ex)
161 {
162     out.println("<br>" + ex.toString() + "<br>");
163 }
164
165 out.println("</body></html>");
166 }
167 }
```

6.2.3 Anlegen der Meldung im SAP System

Entsprechend dem Prozessschritt 4 bis 5 aus Abbildung 6.1 bzw. Prozessschritt 2 bis 3 aus Abbildung 6.2, werden die vom mobilen Endgerät übertragenen Instandhaltungsmeldungsdaten im SAP System als Meldung abgelegt. Wenn alle Prüfungen der übertragenen Instandhaltungsmeldungsdaten im Java Servlet „CreateSAPNotificationServlet“ erfolgreich durchlaufen wurden, wird eine JCo Verbindung zum SAP System über die selbstentwickelte Java Klasse „ConnectToSAP“ aufgebaut. Über diese JCo Verbindung werden die am mobilen Endgerät erfassten Meldungsdaten an den im SAP System befindlichen selbstentwickelten RFC Funktionsbaustein „Z_PM_NOTIF_JCO“ übergeben. Nachfolgend ist der Programmcode der Java Klasse „ConnectToSAP“ angeführt.

```

1 package sapinterface;
2
3 import java.io.File;
4 import java.io.FileInputStream;
5 import java.io.PrintWriter;
6 import java.util.ArrayList;
7
8 import com.sap.mw.jco.*;
9
10 public class ConnectToSAP
11 {
12     public String quote = ("\"");
13     public String jsNewLine = ("\\n");
14
15     public void connect(PrintWriter out, String txt, String equi, String
        techPlz, String uploadFilePath, String uploadFileName)
16     {
17         //Login Parameter für SAP System
18         JCO.Client mConnection = JCO.createClient("001",      //Mandant
19             "Roland",      //Benutzername
20             "passw0rt",    //Passwort
21             "EN",          //Sprache
22             "sapA01",       //Applikationsserver
23             "02");         //System Nummer
24
25         try
26         {
27             boolean uploadFileSizeOk = true;
28
29             //Mit SAP verbinden
30             mConnection.connect();
31
32             //Aufruf von SAP Funktionsbaustein Z_PM_NOTIF_JCO
33             //*****
34
35             //Repository erstellen
36             JCO.Repository mRepository = new JCO.Repository("JCORepository",
37                 mConnection);
38
39             //Template erstellen
40             IFunctionTemplate functionTemplate = mRepository.getFunctionTemplate
41                 ("Z_PM_NOTIF_JCO");
42
43             JCO.Function function = functionTemplate.getFunction();
44
45             //SAP Importparameter setzen
46             //*****

```

```

44
45 //SAP Importparameter I_TXT für den Aufruf des Funktionsbausteins
    Z_PM_NOTIF_JCO wird gesetzt
46 function.getImportParameterList().setValue(txt, "I_TXT");
47
48 //Wenn Equipment nicht leer, dann wird der
49 //Technische Platz ignoriert, da dieser automatisch im SAP zum
    Equipment ermittelt wird
50 if(!(equi.equals("")))
51 {
52     function.getImportParameterList().setValue(equi, "I_EQUNR");
53 }
54 else
55 {
56     function.getImportParameterList().setValue(techPlz, "I_TPLNR");
57 }
58
59 //Wenn ein HTTP Uploadfile als SAP Attachment übergeben wurde
60 if!(uploadFileName.equals(""))
61 {
62     File file = new File(uploadFilePath + "" + uploadFileName);
63
64     long uploadFileLength = file.length();
65     if(uploadFileLength > Integer.MAX_VALUE)
66     {
67         out.println("Die Datei ist zu groß für einen Upload.<br>");
68         uploadFileSizeOk = false;
69     }
70     else
71     {
72         byte[] fileArray = new byte[(int)file.length()];
73         function.getImportParameterList().setValue((int)file.length(), "
            I_LENGTH");
74         JCO.Table contentTable = function.getTableParameterList().
            getTable("T_CONTENT");
75         FileInputStream fis = new FileInputStream(file);
76         fis.read(fileArray);
77         fis.close();
78
79         //Byte Array in Pakete zerteilen max. 1024 byte gross
80         //Diese Größe wird von der SAP Tabelle T_CONTENT vorgegeben
81         ArrayList fileSplitContainer = new ArrayList();
82         byte[] splitfile = null;
83         int y = -1;
84         int remainingBytes = fileArray.length;
85         int lastLoop = 0;

```

```

86     for(int i=0; i < fileArray.length; i++)
87     {
88         y++;
89         if(y == 0)
90         {
91             splitfile = null;
92
93             if(remainingBytes >= 1024)
94             {
95                 splitfile = new byte[1024];
96                 remainingBytes = remainingBytes - 1024;
97             }
98             else
99             {
100                 splitfile = new byte[remainingBytes];
101                 remainingBytes = remainingBytes - remainingBytes;
102                 lastLoop = 1;
103             }
104         }
105
106         splitfile[y] = fileArray[i];
107
108         if(y == 1023)
109         {
110             y = -1;
111             fileSplitContainer.add(splitfile);
112             contentTable.appendRow();
113             contentTable.setValue(splitfile, "LINE");
114         }
115         else if(lastLoop == 1 && i == (fileArray.length -1))
116         {
117             fileSplitContainer.add(splitfile);
118             contentTable.appendRow();
119             contentTable.setValue(splitfile, "LINE");
120         }
121     }
122 }
123
124
125 if(uploadFileSizeOk)
126 {
127     //Daten (Importparameter, Exportparameter, Tabellen) an SAP senden
128     mConnection.execute(function);
129
130     //SAP Exportparameter auslesen
131     //*****

```

```

132
133     String E_QMNUM = function.getExportParameterList().getValue("
        E_QMNUM").toString();
134
135     if(E_QMNUM.equals("ERROR"))
136     {
137         out.println("<b><font color=" + quote + "red" + quote + ">
            Equipment oder Technischer Platz nicht im SAP vorhanden.
            Meldung wurde NICHT angelegt.</font></b><br>");
138     }
139     else
140     {
141         out.println("<b><font color=" + quote + "green" + quote + ">SAP
            Meldung " + E_QMNUM + " ERFOLGREICH angelegt.</font></b><br>
            ");
142     }
143
144     //Datei für SAP Attachment wird vom Webserver gelöscht
145     if(!(uploadFileName.equals("")))
146     {
147         File file1 = new File(uploadFilePath + " " + uploadFileName);
148         file1.delete();
149     }
150 }
151
152 catch(Throwable ex)
153 {
154     out.println("<br>" + ex.toString() + "<br>");
155 }
156 finally
157 {
158     //SAP Verbindung schließen
159     mConnection.disconnect();
160 }
161 }
162 }

```

Grundsätzlich können sämtliche SAP Entwicklungen mit der SAP Standardtransaktion „SE80“ durchgeführt werden. Die über die JCo Verbindung übertragenen Daten, werden vom SAP RFC Funktionsbaustein „Z_PM_NOTIF_JCO“ in entsprechende Importparameter bzw. Importtabellen übernommen. In Abbildung 6.6 sind die Importparameter des SAP Funktionsbausteins dargestellt. In die Importtabelle „T_CONTENT“ (siehe Abb. 6.7) wird das von JCo übertragene Attachment (z.B. Foto) zwischengespeichert. Abbildung 6.8 zeigt die Exportparameter, welche während des Programmdurchlaufs befüllt werden und als Rückmeldung für

die Java Seite dienen.

Funktionsbaustein

Z_PM_NOTIF_JCO

aktiv

Eigenschaften

Import

Export

Changing

Tabellen

Ausnahmen

Quelltext



Parametername	Typi...	Bezugstyp	Vorschlagswert	Opt...	We...	Kurztext
I_EQUNR	TYPE	EQUNR		☒	☒	Equipment Number
I_TPLNR	TYPE	TPLNR		☒	☒	Functional Location
I_LENGTH	TYPE	NUM12		☒	☒	Numeric field 12
I_TXT	TYPE	QMTXT		☒	☒	Kurztext

Abbildung 6.6: Importparameter des SAP Funktionsbausteins „Z_PM_NOTIF_JCO“ [Lad09]

Funktionsbaustein

Z_PM_NOTIF_JCO

aktiv

Eigenschaften

Import

Export

Changing

Tabellen

Ausnahmen

Quelltext

Parametername	Typisierung	Bezugstyp	Optional	Kurztext
T_CONTENT	LIKE	TBL1024	☐	

Abbildung 6.7: Importtabelle für Attachments des SAP Funktionsbausteins „Z_PM_NOTIF_JCO“ [Lad09]

Funktionsbaustein

Z_PM_NOTIF_JCO

aktiv

Eigenschaften

Import

Export

Changing

Tabellen

Ausnahmen

Quelltext



Parametername	Typisierung	Bezugstyp	Wertüber...	Kurztext
E_QMNUM	TYPE	SAEOBJID	☒	SAP ArchiveLink: Object ID (object id...

Abbildung 6.8: Exportparameter des SAP Funktionsbausteins „Z_PM_NOTIF_JCO“ [Lad09]

Nachfolgend ist der ABAP Code des Funktionsbausteins „Z_PM_NOTIF_JCO“ angeführt.

```

1 FUNCTION z_pm_notif_jco.
2 *-----
3 * " Lokale Schnittstelle:
4 *   IMPORTING
5 *     VALUE(I_EQUNR) TYPE EQUNR OPTIONAL
6 *     VALUE(I_TPLNR) TYPE TPLNR OPTIONAL
7 *     VALUE(I_LENGTH) TYPE NUM12 OPTIONAL
8 *     VALUE(I_TXT) TYPE QMTXT OPTIONAL
9 *   EXPORTING
10 *     VALUE(E_QMNUM) TYPE SAE OBJID

```

```

11 * " TABLES
12 * "          T_CONTENT STRUCTURE  TBL1024
13 * "-----
14
15 * Variablen
16 DATA:
17     l_equnr TYPE equnr,
18     l_tplnr TYPE tplnr,
19     ls_no_hdr TYPE bapi2080_nothdri,
20     ls_no_hdr_e TYPE bapi2080_nothdre,
21     ls_no_hdr_e_save TYPE bapi2080_nothdre,
22     lt_ret TYPE TABLE OF bapiret2,
23     ls_ret TYPE bapiret2,
24     lv_docid TYPE saeardoid.
25
26 * Prüfung der übergebenen Daten aus Java
27     ls_no_hdr-short_text = i_txt.
28
29     IF NOT i_equnr IS INITIAL.
30         ls_no_hdr-equipment = i_equnr.
31     ELSE.
32         ls_no_hdr-funct_loc = i_tplnr.
33     ENDIF.
34
35     SELECT SINGLE equnr FROM equi
36     INTO l_equnr
37     WHERE equnr = i_equnr.
38
39     SELECT SINGLE tplnr FROM iflot
40     INTO l_tplnr
41     WHERE tplnr = i_tplnr.
42
43 * Anlegen der Instandhaltungsmeldung
44     IF NOT l_equnr IS INITIAL OR NOT l_tplnr IS INITIAL.
45
46         CALL FUNCTION 'BAPI_ALM_NOTIF_CREATE'
47             EXPORTING
48 *         EXTERNAL_NUMBER          =
49             notif_type              = 'AX'
50             notifheader             = ls_no_hdr
51 *         TASK_DETERMINATION       = ' '
52 *         SENDER                   =
53 *         ORDERID                  =
54             IMPORTING
55             notifheader_export      = ls_no_hdr_e
56     TABLES

```

```

57 *   NOTITEM                                =
58 *   NOTIFCAUS                              =
59 *   NOTIFACTV                              =
60 *   NOTIFTASK                              =
61 *   NOTIFPARTNR                            =
62 *   LONGTEXTS                              =
63 *   KEY_RELATIONSHIPS                      =
64     return                                = lt_ret
65
66
67 CALL FUNCTION 'BAPI_ALM_NOTIF_SAVE'
68     EXPORTING
69         number                = ls_no_hdr_e-notif_no
70     IMPORTING
71         notifheader = ls_no_hdr_e_save
72     TABLES
73         return      = lt_ret.
74
75 CALL FUNCTION 'BAPI_TRANSACTION_COMMIT'
76 * EXPORTING
77 *   WAIT                =
78     IMPORTING
79         return      = ls_ret
80     .
81
82     e_qmnum = ls_no_hdr_e_save-notif_no.
83
84 * Anlegen des Attachments zur Meldung
85 IF NOT i_length IS INITIAL.
86
87     CALL FUNCTION 'ARCHIVOBJECT_CREATE_TABLE'
88         EXPORTING
89             archiv_id                = 'T1'
90 *   ARC_DOC_ID                =
91             document_type            = 'JPG'
92             length                  = i_length "Länge der
                                         übertragenen Datei
93 *   COMPID                    = 'data'
94 *   SIGNATURE                  = 'X'
95     IMPORTING
96         archiv_doc_id                = lv_docid
97     TABLES
98 *   ARCHIVOBJECT                =
99 *   COMPONENTS                  =
100         binarchivobject            = t_content
101     EXCEPTIONS

```

```

102     error_archiv                = 1
103     error_communicationtable    = 2
104     error_kernel                = 3
105     OTHERS                      = 4
106     .
107 IF sy-subrc <> 0.
108     MESSAGE ID sy-msgid TYPE sy-msgty NUMBER sy-msgno
109         WITH sy-msgv1 sy-msgv2 sy-msgv3 sy-msgv4.
110 ELSE.
111
112     CALL FUNCTION 'ARCHIV_WORKFLOW_COMMIT'
113     EXPORTING
114         archiv_doc_id            = lv_docid
115         archiv_id                = 'T1'
116         ar_object               = 'ZIHSCHADBI'
117 *   DEL_DATE                   = ' '
118         object_id               = e_qmnum "Meldungsnummer
119         sap_object              = 'BUS2038'
120         doc_type                = 'JPG'
121     EXCEPTIONS
122         error_connectiontable    = 1
123         OTHERS                  = 2
124     .
125 IF sy-subrc <> 0.
126     MESSAGE ID sy-msgid TYPE sy-msgty NUMBER sy-msgno
127         WITH sy-msgv1 sy-msgv2 sy-msgv3 sy-msgv4.
128 ENDIF.
129
130 ENDIF.
131
132 ENDIF.
133
134 ELSE.
135
136     e_qmnum = 'ERROR' .
137
138 ENDIF.
139
140 ENDFUNCTION.

```

Nach der erfolgreichen Verarbeitung der übertragenen Daten erhält der Benutzer eine Rückmeldung mit der erstellten SAP Meldungsnummer auf das mobile Endgerät (siehe Abb. 6.9). Sollten während der Verarbeitung Fehler aufgetreten sein, so wird auf dem mobilen Endgerät selbstverständlich eine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben.



Abbildung 6.9: Rückmeldung der erstellten SAP Meldungsnummer auf das mobile Endgerät [Lad09]

Im SAP System kann die erstellte Meldung über die SAP Standardtransaktion „IW23“ angezeigt bzw. über die SAP Standardtransaktion „IW22“ geändert werden. Abbildung 6.10 zeigt die vom mobilen Endgerät erfasste Instandhaltungsmeldung im SAP System.

The screenshot displays the SAP 'IH-Meldung ändern: IH Meldung' screen. The top menu bar includes 'IH-Meldung', 'Bearbeiten', 'Springen', 'Zusätze', 'Umfeld', 'System', and 'Hilfe'. The main area contains the following data:

Meldung	10072291	AX	Abschmieren
Status	MOFN		
Auftrag			

Below the main data, there are sections for 'Zuständigkeiten' and 'Bezugsobjekt'.

Zuständigkeiten

Planergruppe		/	
Verantw. ArbPl.		/	
Meldender			

Meldungsdatum: 07.03.2010 15:46:17

Bezugsobjekt

Techn. Platz	01-001-0001	Raum	1
Equipment	EQUI5	Motor	
Baugruppe			

Abbildung 6.10: Vom mobilen Endgerät erfasste Instandhaltungsmeldung im SAP System [Lad09]

Das vom mobilen Endgerät übertragene Attachment kann über die so genannten „Dienste zum Objekt“ als abgelegtes Business Dokument im SAP System eingesehen werden (siehe Abb. 6.11).

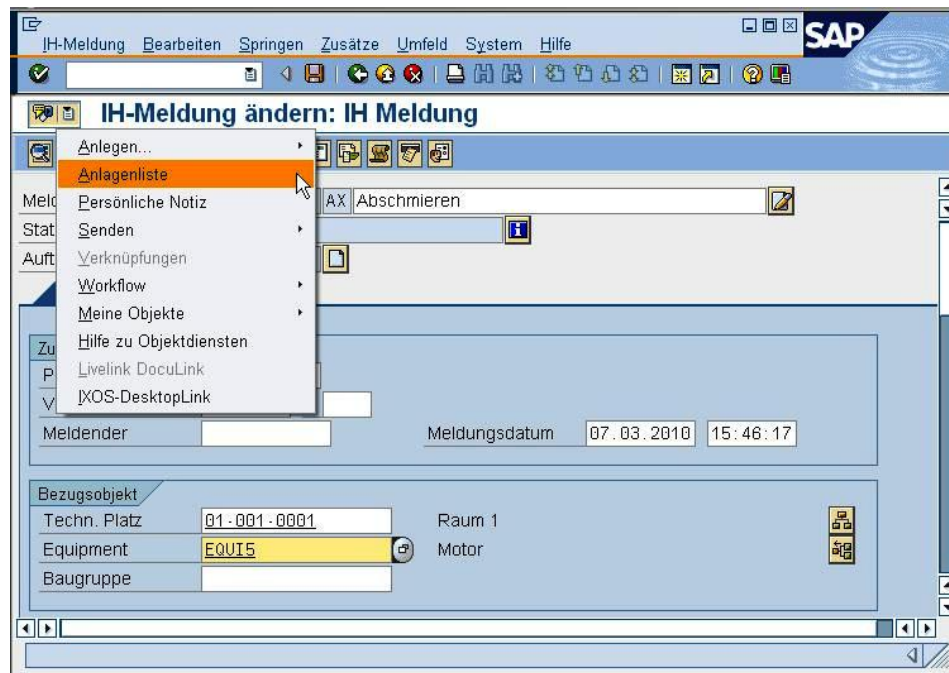


Abbildung 6.11: Dienste zum Objekt bei SAP Instandhaltungsmeldungen [Lad09]

Durch Doppelklick auf das Dokument in der Anlagenliste wird dieses angezeigt (siehe Abb. 6.12).

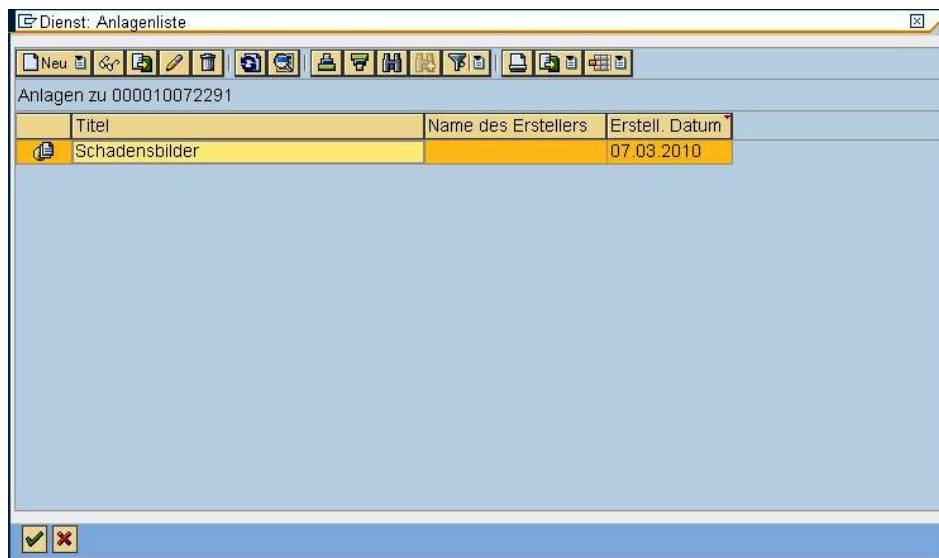


Abbildung 6.12: SAP Business Dokument aus der Anlagenliste einer Instandhaltungsmeldung anzeigen [Lad09]

Der Kreislauf des entwickelten Prozesses aus Abbildung 6.1 bzw. Abbildung 6.2 ist damit abgeschlossen.

6.3 Marktvergleich mit bestehenden Systemen

Nach längeren und intensiven Recherchen im Bezug auf vergleichbare Lösungen zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen wurden die beiden folgenden Ansätze herausdestilliert:

- Das Konzept der mobilen Instandhaltung von SAP
- Andere Eigenentwicklungen

Bei den mobilen Lösungen von SAP wird grundsätzlich zwischen Online- und Offline- Szenarien unterschieden. Die Onlinelösung von SAP wird auch als Paging bezeichnet. Dabei stehen die mobilen Endgeräte direkt in Kontakt mit dem SAP NetWeaver und übertragen bzw. empfangen Daten direkt aus dem Backendsystem (z.B. SAP ERP). Im Wesentlichen werden beim Paging an einen oder mehrere mobile Benutzer Kurznachrichten aus der Meldung bzw. dem Auftrag versendet. Diese Kurznachrichten enthalten entweder vordefinierte Standardtexte oder Texte welche direkt in der SAP Meldung erfasst werden. Folgende Dienste werden vom Paging unterstützt [Lie08] [SAP10b] [SAP09d] [SAP09e] [Lad09]:

- Fax
- SAP Office Mail
- E-Mail
- Funkrufdienst

Durch die SAP Pagingfunktion können schnell und einfach Kurznachrichten z.B. an Instandhaltungstechniker versendet werden. Was SAP eigentlich unter mobiler Instandhaltung versteht ist das so genannte „Mobile Asset Management (MAM)“. Hierbei handelt es sich um ein Offlineszenario. Dabei werden die benötigten Daten vom Backendsystem (z.B. SAP ERP) auf ein mobiles Gerät übertragen (synchronisiert). Die Daten stehen dann lokal auf dem mobilen Gerät offline zur weiteren Bearbeitung bereit. Nach Abschluss der Datenverarbeitung am mobilen Gerät werden die Daten wieder in das Backendsystem rücksynchronisiert. Damit die Daten offline am mobilen Gerät verarbeitet werden können, wird einiges an Software benötigt, welche lokal auf dem mobilen Endgerät installiert werden muss. Dazu gehört die eigentliche mobile Anwendung (z.B. Mobile Asset Management) und der so genannte „Mobile Engine Client“. Letzteres ist die Basissoftware, welche für die Konfiguration und Datensynchronisation des mobilen Endgeräts verantwortlich ist. Zusätzlich wird noch eine entsprechende Java Virtual Machine auf dem mobilen Endgerät benötigt. Damit auch die richtigen Daten auf das mobile Endgerät synchronisiert werden, müssen auch zahlreiche Customizingeinstellungen im SAP System durchgeführt werden, auf welche in dieser Arbeit nicht näher eingegangen wird [Lie08] [SAP10b] [SAP09d] [SAP09e] [Lad09].

Im Vergleich zu der in dieser Arbeit entwickelten Lösung zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen scheint der Einsatz des SAP MAM Systems relativ kompliziert. Ein entscheidender Vorteil der selbstentwickelten Lösung ist sicherlich, dass diese auf jedem mobilen Endgerät mit Internetzugang funktioniert. Dies ist deshalb der Fall, da im Gegensatz zu SAP MAM nichts auf dem mobilen Endgerät installiert werden muss. Die Lösung läuft komplett Serverseitig und wird vom mobilen Gerät nur über den Standardwebbrowser aufgerufen. Dadurch kann das Problem der zahlreichen unterschiedlichen Betriebssysteme (z.B. Windows Mobile [Mic10], Symbian [Sym10], Android [And10], Palm OS [Pal10], BlackBerry [Res10], Apple iPhone Mac OS X [App10]) auf mobilen Geräten massiv entschärft werden. Durch die Datenverarbeitung in Echtzeit ergeben sich im Gegensatz zur SAP MAM Offlinesynchronisation zahlreiche Vorteile wie z.B. die Eliminierung bzw. Minimierung papierbasierter Prozesse, höhere Datenaktualität im SAP System, bessere Datenqualität, Vermeidung von Datenverlusten, zeitnahe Datenrückmeldung, sowie die Möglichkeit einer zeitnahen Weiterverarbeitung der vom mobilen Endgerät erfassten Daten im SAP System. Ein weiteres Problem bei einer Offlinelösung ist, dass durch die Synchronisation Datenschiefstände entstehen können. Dies kann beispielsweise passieren, wenn mehrere Benutzer die gleichen

Daten auf unterschiedliche mobile Geräte synchronisieren. Die Daten auf den verschiedenen mobilen Geräten werden unterschiedlich verarbeitet und abschließend wird versucht diese Daten in das SAP System zu synchronisieren. Bei der Synchronisation kann es passieren, dass unterschiedliche Daten, welche sich z.B. auf das gleiche technische Objekt beziehen, sich gegenseitig überschreiben. Es ist außerdem denkbar, dass während die Daten auf den mobilen Geräten verarbeitet werden, diese gleichzeitig im SAP System verändert werden und so eine sinnvolle Rücksynchronisation nicht mehr möglich ist. Bei der in dieser Arbeit entwickelten Lösung zur mobilen Erfassung von Meldungen werden die Daten in Echtzeit über eine Internetverbindung verarbeitet, wodurch Datenschiefstände und Synchronisationsprobleme gar nicht erst entstehen können. Ein weiterer Vorteil der selbstentwickelten Lösung ist die Möglichkeit der einfachen, schnellen und flexiblen Erweiterung. Gewünschte zusätzliche Funktionalitäten sowie der Zugriff auf eigene SAP Funktionsbausteine und Datenbestände kann ohne große Aufwände rasch realisiert werden. Aufgrund der webbasierten Lösung kann auch das Applikationsdesign durch HTML (Hypertext Markup Language) Elemente individuell und ansprechend gestaltet werden. Dies ist deshalb von besonderer Bedeutung, da das SAP Design von vielen Benutzern als nicht intuitiv, nicht ansprechend und unübersichtlich empfunden wird. Der Aufruf einer Webseite ist hingegen jedem bekannt, wodurch die Akzeptanz dieser selbstentwickelten Lösung bei den Benutzern entscheidend verbessert werden kann. Heutzutage ist der Ansatz eines Offlineszenarios wie bei der SAP MAM Lösung dank dem sehr guten Mobilfunknetzausbau überholt, wodurch einer Online Lösung keine Grenzen mehr gesetzt sind. Durch die Kombination einer modernen Programmiersprache wie Java mit der SAP Datenbank, können die Vorteile von beiden Systemen genutzt werden. Durch die relativ komplexe Systemarchitektur des MAM Systems entstehen natürlich auch hohe Wartungskosten, welche bei kleinen Individuallösungen erheblich reduziert werden können. Es ist außerdem schwierig in einem System wie SAP MAM rasch eigene Modifikationen durchzuführen [Lie08] [SAP10b] [SAP09d] [SAP09e] [Lad09].

Eine alternative Möglichkeit zu der Eigenentwicklung dieser Arbeit und dem SAP MAM System sind selbstverständlich alternative Eigenentwicklungen. Zahlreiche Beratungsunternehmen wie z.B. SRB [SRB10], SCC [SCC10], CSC [Com10], RIT [rit10] bieten zwar die SAP Standardlösung über MAM in ihrem Portfolio an, stellen aber auch Eigenentwicklungen speziell für mobile Anwendungen im SAP Bereich bereit. Ein gängiger Ansatz ist die Abwicklung nicht über eine Schnittstelle zu realisieren sondern in einem System zu bleiben. In SAP kann dies z.B. über so genannte Business Server Pages (BSP) oder Web Dynpros realisiert werden. Diese Technologien basieren auf der Programmiersprache ABAP und benötigen keine zusätzliche Schnittstelle wie in der hier vorgestellten Lösung zwischen Java und ABAP. Je nach Aufgabenbereich kann es allerdings durchaus Sinn machen eine Schnittstelle in Kauf zu nehmen, wenn man dafür die Vorteile einer modernen Programmiersprache wie Java nut-

zen kann und das gesamte System dadurch flexibler und dynamischer erweiterbar wird. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Eigenentwicklungen speziell im mobilen Bereich häufig und gerne eingesetzt werden. Das Zeitalter einer Offlinelösung ist längst überholt. Durch den Einsatz neuer Technologien und Schnittstellen werden mobile Prozesse zukünftig immer mehr an Bedeutung gewinnen [Lie08] [SAP10b] [SAP09d] [SAP09e] [Lad09].

Kapitel 7

Zukunftsausblick

Die korrekte Eingabe von Informationen ist speziell bei mobilen Geräten nach wie vor eine besondere Herausforderung. Die Möglichkeit zur Dateneingabe auf mobilen Geräten hat sich in den letzten Jahren entscheidend verbessert. Ziel dieses Kapitels ist es, einen kurzen Zukunftsausblick zu geben, wie die Eingabemöglichkeiten im Unternehmensumfeld, speziell auf mobilen Geräten in komplexen Industriebetrieben, vereinfacht werden können. Es wird außerdem gezeigt, wie die Identifikation von technischen Objekten durch mobile Geräte verbessert werden kann.

7.1 Data Matrix Barcode

Eine Möglichkeit den Prozess aus Abbildung 6.1 bzw. Abbildung 6.2 zu verbessern ist sicherlich der Einsatz von zweidimensionalen Barcodes (Data Matrix Barcode). Mit derartigen zweidimensionalen Barcodes kann im Vergleich zu herkömmlichen eindimensionalen Barcodes die Informationsdichte pro Flächeneinheit deutlich erhöht werden. Heutzutage ist der Data Matrix Barcode einer der bekanntesten und verbreitetsten zweidimensionalen Barcodes. Beim Data Matrix Code werden die abzubildenden Daten in einer kompakten quadratischen oder rechteckigen Fläche als Muster von Punkten kodiert. Im Gegensatz zum eindimensionalen Barcode, wo verschiedene Balkenbreiten eindeutig bestimmt werden, ist beim zweidimensionalen Barcode die Anordnung der gleich großen Punkte innerhalb des Suchmusters von Bedeutung. Punkte werden als schwarze oder weiße Kästchen dargestellt, welche aneinander gereiht sind. Durch die einheitliche Symbolgröße sowie dem festen Symbolabstand wird das Lesen des Bildes bzw. das Dekodieren der Informationen erheblich vereinfacht. Der Data Matrix Barcode besitzt außerdem ein Verfahren zur Fehlerkorrektur, wodurch Fehler (wenn z.B. Teile des Codes überdeckt oder zerstört wurden) automatisch korrigiert und die

gespeicherten Informationen des Codes trotzdem ausgelesen werden können. Als Lesegerät wird bei einem zweidimensionalen Data Matrix Barcode meist eine normale Digitalkamera verwendet. Zahlreiche Mobiltelefone so wie auch das Nokia N95 8GB [Nok10], welches bereits in dieser Arbeit vorgestellt wurde, sind standardmäßig mit einem Barcodescanner ausgestattet der auch Data Matrix Codes interpretieren kann. Diese Funktionalität ist dazu gedacht, um z.B. Telefonnummern oder Webseiten einfach einlesen und am Mobiltelefon speichern zu können [Len07] [Göt09].

Im Zusammenhang mit dem in dieser Arbeit entwickelten Prozess zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen (vgl. Abb. 6.1 bzw. Abb. 6.2) wäre z.B. folgendes Anwendungsszenario von Data Matrix Barcodes denkbar. Auf jedem technischen Objekt, welches vom Instandhaltungstechniker inspiziert werden muss, befindet sich ein Data Matrix Barcode. In Abbildung 7.1 ist auf dem Equipment Motor (SAP Equipmentnummer EQUI5) beispielhaft ein Data Matrix Barcode angebracht.

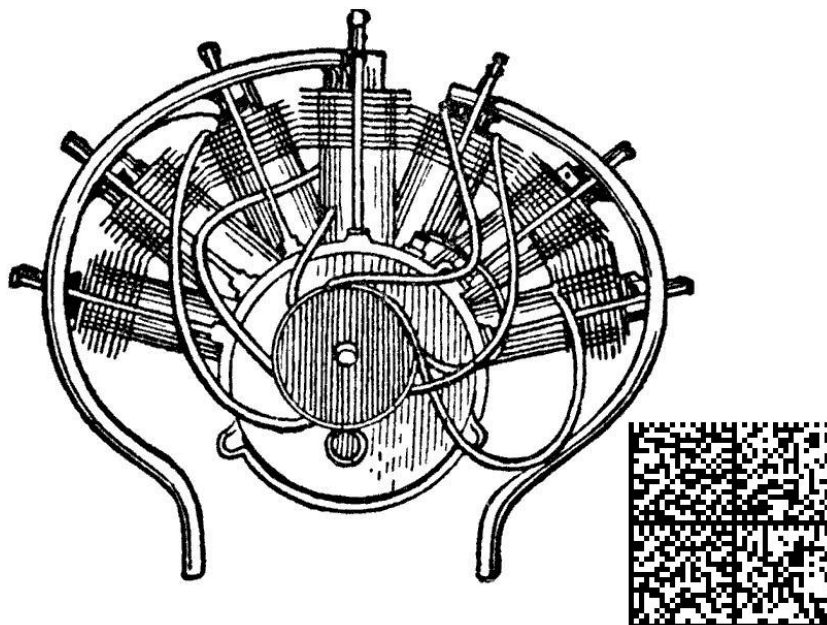
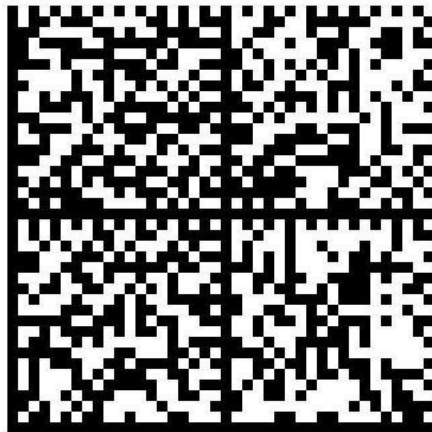


Abbildung 7.1: Angebrachter Data Matrix Barcode auf dem technischen Objekt Motor (SAP Equipmentnummer EQUI5) [Lad09] [Flo10] [Kay10]

Der Instandhaltungstechniker stellt bei diesem Motor (EQUI5) einen Schadensfall fest und muss dazu eine Instandhaltungsmeldung auf seinem mobilen Endgerät anlegen. Dazu scannt er den angebrachten Data Matrix Barcode (Abb. 7.2) am Motor (EQUI5) mit seinem mobilen Endgerät ab (siehe Abb. 7.3).



<http://192.168.0.9:8080/sapinterface/sapinterface/FormCreateSAPNotificationServlet?equipment=EQUI5>

Abbildung 7.2: Data Matrix Barcode um die Applikation zur mobilen Erfassung von Instandhaltungsmeldungen aufzurufen [Lad09] [Kay10]

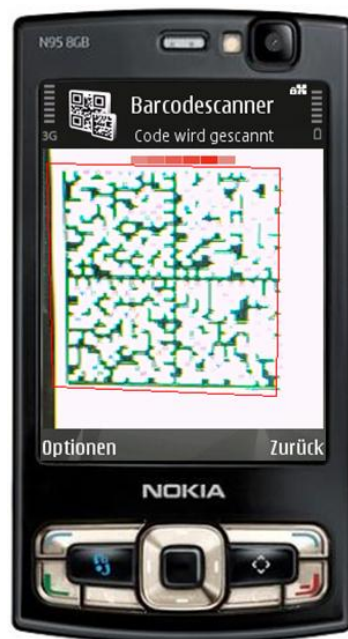


Abbildung 7.3: Standard Nokia Data Matrix BarcodeScanner am mobilen Endgerät Nokia N95 8GB [Lad09]

Sobald der Barcode erfolgreich am mobilen Endgerät eingelesen wurde (siehe Abb. 7.4), kann der Instandhaltungstechniker die vom Barcode ausgelesene Webadresse aufrufen. Diese Webadresse enthält bereits die korrekte Equipmentnummer (equipment=EQUI5) des Motors und befüllt beim Aufruf automatisch das Eingabefeld Equipment mit dieser Nummer (vgl. Abb. 7.5).



Abbildung 7.4: Data Matrix Barcode erfolgreich mit Barcodescanner am mobilen Endgerät Nokia N95 8GB eingelesen [Lad09]



Abbildung 7.5: Automatische Befüllung des Eingabefeldes Equipment durch den Aufruf des Links aus dem Data Matrix Barcodescanner [Lad09]

Für den Instandhaltungstechniker hat dies den Vorteil, dass er die im SAP System hinterlegte Equipmentnummer für diesen Motor nicht wissen muss, da diese Information über den Barcode vorhanden ist. Zudem erspart sich der Techniker das manuelle eingeben der SAP Equipmentnummer, wodurch Fehleingaben bei der oft mühsamen Eingabe am mobilen Endgerät vermieden werden können. Ein weiterer Vorteil ist natürlich der Zeitgewinn bei der Eingabe der Instandhaltungsmeldungsdaten. Trotz der automatischen Fehlerkorrektur des Data Matrix Barcodes können sehr starke Verschmutzung oder aggressive Medien die Lesbarkeit des Barcodes unmöglich machen. Ein weiteres Problem ist die leichte Fälschbarkeit des Data Matrix Codes. Mit Hilfe eines einfachen Kopierers oder einer Digitalkamera kann der Barcode sehr schnell vervielfältigt werden. Durch diese Gefahr der Vervielfältigung kann beispielsweise nicht sichergestellt werden, dass eine Inspektion oder Wartung an einem technischen Objekt tatsächlich durchgeführt wurde. Die Kennzeichnung von technischen Objekten mittels Barcode ist relativ schnell und kostengünstig zu realisieren und bringt für den Prozessablauf in der Instandhaltung mit Sicherheit einen Mehrwert [Len07] [Göt09].

7.2 RFID

Eine weitere Möglichkeit den Prozess aus Abbildung 6.1 bzw. Abbildung 6.2 zu optimieren, kann durch den Einsatz von RFID (Radio Frequency Identification) Technologie erreicht werden. Mittels RFID wird eine Identifizierung von Objekten auf Basis von elektromagnetischen Wellen realisiert. Dadurch ist es möglich, eine automatische Identifizierung bzw. Lokalisierung von Gegenständen oder Lebewesen durchzuführen, wodurch die Erfassung und Speicherung von Daten erheblich erleichtert wird. Ein RFID System besteht aus einem Transponder und einem Lesegerät zum Auslesen der Transponderkennung. Normalerweise wird vom RFID Lesegerät ein elektromagnetisches Hochfrequenzfeld mit geringer Reichweite erzeugt, womit nicht nur die am Transponder gespeicherten Daten zum Lesegerät übertragen werden, sondern der Transponder auch mit Energie versorgt wird. Wenn größere Reichweiten benötigt werden, können so genannte aktive Transponder mit eigener Stromversorgung eingesetzt werden. Die Vorteile der RFID Technologie ergeben sich aus den kleinen und günstigen Transpondern, welche unauffällig und einfach von einem RFID Lesegerät ausgelesen werden können. RFID Transponder besitzen mindestens einen einmal beschreibbaren und mehrfach lesbaren Speicher. Gängig sind allerdings auch Speicher welche öfter beschrieben werden können und somit flexibler eingesetzt werden können. Die älteren RFID Transponder senden ihre Informationen im Klartext nach der Norm ISO 18000 [Int08]. Neuere Modelle verfügen über die Möglichkeit die gespeicherten Daten verschlüsselt zu übertragen. Durch entsprechende Algorithmen ist derzeit sichergestellt, dass RFID Chips nicht beliebig kopiert werden können. Wenn also ein RFID Transponder direkt auf ein Equipment aufgetragen wird, kann dieser Transponder im Gegensatz zu einem Barcode nicht einfach kopiert werden. Dadurch kann z.B. sichergestellt werden, dass ein Instandhaltungstechniker tatsächlich eine Inspektion an einem bestimmten technischen Objekt vorgenommen hat. Die RFID Technologie verdrängt zunehmend die heute noch weit verbreitete Barcodetechnologie. Ein Nachteil der RFID Technik ist sicherlich die begrenzte Reichweite, sowie fehlende Informationen über die genaue Position des Transponders. Informationen über den Ort eines RFID Chips können nur über den Umweg durch Kenntnis des Standortes des RFID Lesegerätes und der daraus resultierenden Abschätzung der möglichen Signalreichweite ermittelt werden [GB06] [Fin06] [SNS06] [BKS08] [BH07] [Dre07] [HG06] [FDSW06] [Göt09].

Prinzipiell kann mit dieser Technologie der bereits im Abschnitt 7.1 vorgestellte barcodebasierte Prozessablauf ebenso mittels RFID Technologie abgebildet werden. Ein Vorteil der RFID Technologie gegenüber Barcodes ist außerdem, dass RFID Chips in Materialien eingebettet werden können, welche gegen Witterungseinflüsse, aggressive Medien, oder hohe bzw. niedrige Temperaturen resistent sind. Dadurch ist es möglich, die automatische Identifikation von Objekten auch direkt im Fertigungsprozess einzusetzen. Problematisch sind

hingegen starke elektromagnetische Felder, welche die RFID Datenübertragung zwischen Transponder und RFID Lesegerät stören können. Im Gegensatz zu Data Matrix Barcodelesegeräten sind RFID Lesegeräte noch nicht standardmäßig in Mobiltelefonen verbaut, wodurch die breite Masse diese Technologie noch nicht aktiv im Alltag einsetzen kann. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die automatische Identifizierung von technischen Objekten im Kontext der Instandhaltung gerade in sensiblen Bereichen wie der Produktion entscheidende Vorteile bringt, welche mittels der derzeit üblichen Barcodetechnologie nicht zu realisieren sind [GB06] [Fin06] [SNS06] [BKS08] [BH07] [Dre07] [HG06] [FDSW06] [Göt09].

7.3 Vorschlagswerte am Benutzerprofil

Da wie bereits erwähnt, die Dateneingabe auf mobilen Endgeräten wie z.B. Mobiltelefonen eine besondere Herausforderung darstellt, können in der in dieser Arbeit entwickelten Webapplikation zur mobilen Erfassung von Instandhaltungsmeldungen noch einige Dinge optimiert werden. Denkbar wäre beispielsweise eine Benutzeranmeldung wo benutzerspezifische Profile hinterlegt werden können. Immer wenn sich der Benutzer mit seinem Benutzernamen und seinem Passwort an der Applikation anmeldet, wird sein eigenes Benutzerprofil geladen. Denkbar wäre z.B. dass nur jene Equipments und technische Plätze zur Auswahl angezeigt werden, für die der angemeldete Benutzer auch tatsächlich zuständig ist. Die Möglichkeit der Auswahl von Standardtexten bei der Fehlerbeschreibung (typische Fehler und Instandhaltungsmaßnahmen die immer wieder vorkommen) erleichtern die Eingabe, da kein Text mehr am mobilen Endgerät eingegeben werden muss, sondern nur noch die gewünschte Instandhaltungsmaßnahme aus einer Vorschlagsliste ausgewählt wird. In weiterer Folge wäre auch eine Authentifizierung anhand der Rufnummer des Mobiltelefons denkbar. Dadurch entfällt die Eingabe von Benutzername und Passwort da der Mitarbeiter eindeutig über die Diensthandynummer identifiziert wird. Derartige Eingabehilfen sparen Zeit und erhöhen die Akzeptanz des Systems bei den Benutzern. Gleichzeitig wird auch die Qualität der am mobilen Endgerät erfassten Daten verbessert. Die eben vorgestellten Eingabehilfen bewirken eine entscheidende Verbesserung des gesamten Prozesses zur mobilen Erfassung von Instandhaltungsmeldungen und sind meist relativ einfach und kostengünstig zu realisieren. Selbstverständlich sind die hier angeführten Verbesserungsmöglichkeiten nur ein kleiner Ausschnitt aus der Vielzahl an weiteren kreativen Möglichkeiten um einen mobilen Prozess zu optimieren.

Kapitel 8

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde die Problematik der mobilen Erfassung von Instandhaltungsmeldungen in komplexen Organisationen im Zusammenhang mit SAP als ERP System behandelt. Das erste Kapitel zeigt einige moderne Lernmethoden und fachdidaktische Konzepte, wie die in dieser Arbeit vorgestellten komplexen Prozesse, Technologien, Konzepte und Programmiersprachen besser gelehrt und verstanden werden können. Der Fokus liegt dabei auf Konzepten des integrierten bzw. computerunterstützten Lernens, im Zusammenhang mit entsprechenden Systemen wie „Moodle“, „NetOp School“ oder dem „Micro Teaching“ Konzept. Es wird außerdem der Vorteil von portabler Software für den Kontext dieser Arbeit, sowie für den allgemeinen Lehrbetrieb herausgearbeitet. Nach einer kurzen Einführung, wo die wesentlichen Grundlagen und das notwendige Vokabular zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses im Zusammenhang mit der Instandhaltung herausgearbeitet wurden, führt die weitere Vertiefung in den Bereich Instandhaltungsmanagement. In diesem Abschnitt werden die wichtigsten allgemein gültigen Instandhaltungsstrategien näher vorgestellt. Das Kapitel „EDV und IT in der Instandhaltung“ zeigt die Vorteile, welche für eine moderne Instandhaltung durch den Einsatz von rechnergestützten Systemen entstehen und bietet einen umfangreichen Überblick über mögliche EDV und IT technische Instandhaltungssysteme.

Eines der wichtigsten Kapitel dieser Arbeit ist das Kapitel „SAP“, wo das benötigte Wissen über dieses ERP System im Bezug zu der in dieser Arbeit behandelten Problemstellung vermittelt wird. Neben allgemeinen Grundlagen des SAP Systems, werden wichtige Grundlagen und Begriffe des SAP Instandhaltungsmoduls PM näher erläutert. Abgerundet wird dieses Kapitel durch die Abbildung der verschiedenen Instandhaltungsstrategien im SAP System. Nach diesem ausführlichen Theorieteil werden in dem zentralen Kapitel „Mobile Erfassung von Instandhaltungsmeldungen“ die Voraussetzungen für die Realisierung eines Prozesses zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen erörtert. Die zentrale Komponente bildet die SAP Instandhaltungsmeldung, welche meist die Basis für alle weiterführenden Instandhaltungsaktivitäten darstellt. Optimalerweise wird die Meldung direkt vor

Ort z.B. über ein mobiles Endgerät im SAP System erfasst. Dies hat den Vorteil, dass z.B. bei einem Inspektionsrundgang, wobei ein Schadensfall entdeckt wird, dieser sofort über das mobile Endgerät im SAP System erfasst werden kann. Da in den meisten mobilen Geräten bereits leistungsfähige Kameras integriert sind, kann der Schaden zusätzlich durch Fotos dokumentiert werden, welche im SAP System zur Instandhaltungsmeldung dazugehängt werden können. Durch diese zeitnahe und entsprechend detaillierte Erfassung von Meldungen wird auch die Schadensdokumentation erheblich verbessert. In weiterer Folge verbessert dies auch die historischen Daten für Auswertungen. Durch eine mobile Meldungserfassung werden Zeit und Kosten aufgrund der Vermeidung von redundanten Aufzeichnungen, sowie der sofortigen Verfügbarkeit der Schadensmeldungen im SAP System eingespart. Im Zusammenhang mit Störungen ist es von entscheidender Bedeutung, dass sowohl Instandhaltungsmeldung als auch Instandhaltungsauftrag möglichst rasch im SAP System erfasst werden, um eine Behebung der Störung durch die Instandhaltungstechniker schnellstmöglich zu ermöglichen.

In einem weiteren Unterpunkt wird der entwickelte Prozess praktisch realisiert. Für die Realisierung wird die Programmiersprache Java und SAP ABAP verwendet. Mit Hilfe von Java Servlets wird eine Webseite auf dem mobilen Endgerät Nokia N95 8GB angezeigt, welche als Einstiegspunkt für die Erstellung von Instandhaltungsmeldungen im SAP System dient. Die Meldungsdaten werden vom mobilen Gerät über das Mobilfunknetz (z.B. via UMTS) oder über ein unternehmenseigenes WLAN an das SAP System übertragen. Abschließend wird ein kurzer Marktvergleich zwischen dieser selbstentwickelten Lösung mit alternativen Lösungen auf dem Markt durchgeführt. Ziel des Kapitels „Zukunftsausblick“ ist die Vorstellung einiger Lösungsansätze wie die Eingabeproblematik von Daten auf mobilen Endgeräten gelöst werden kann. Dabei liegt der Fokus auf den Technologien „Data Matrix Barcode“ und „RFID“. Nachfolgend sind die wichtigsten Vorteile und Erkenntnisse einer mobilen Instandhaltungslösung nochmals aufgelistet.

Allgemeine Vorteile der mobilen Instandhaltung:

- Eliminierung bzw. Minimierung papierbasierter Prozesse
- Bessere Datenqualität
- Vermeidung von Datenverlusten
- Zeitnahe Datenrückmeldung und Datenweiterverarbeitung
- Zeit- und Kosteneinsparungen
- Steigerung der Produktivität durch elektronische Erfassung der instand zu haltenden Objekte

- Die Haltung redundanter Daten kann erheblich reduziert bzw. vermieden werden
- Verbesserte und vereinfachte Möglichkeiten zur Datenauswertung (z.B. Automatische Berichte für das Management oder Controlling)

Vorteile der selbstentwickelten Lösung zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen:

- Lauffähigkeit der Applikation auf allen mobilen Geräten mit Internetzugang aufgrund des webbasierten und serverseitigen Lösungskonzeptes.
- Keine Installation von zusätzlicher Software am mobilen Gerät notwendig. Der Standardbrowser des mobilen Gerätes ist ausreichend.
 - Dadurch wird das Problem der zahlreichen unterschiedlichen Betriebssysteme auf mobilen Geräten massiv entschärft.
- Einfach erweiterbar und modifizierbar
 - Gewünschte zusätzliche Funktionalitäten sowie der Zugriff auf eigene SAP Funktionsbausteine und Datenbestände kann ohne großen Aufwand rasch realisiert werden.
 - Vorteile der Nutzung sämtlicher individueller Designelemente aus Java und HTML.
 - Durch intuitives und leicht anpassbares webbasiertes Design steigt die Akzeptanz der Benutzer.
- Schnittstelle zwischen einem weit verbreiteten ERP System (SAP) und einer modernen Programmiersprache (Java), wodurch die Vorteile beider Systeme genutzt werden können.
- Neue Technologien wie Data Matix Barcodes und RFID können auf fast jedem Mobiltelefon benutzt werden.
 - Die entsprechende Vorbelegung der Eingabemaske mittels Data Matrix Barcodes oder RFID Chips bietet dem Benutzer in dieser selbstentwickelten Lösung eine wichtige Eingabehilfe am mobilen Gerät, wodurch die oft mühsame Dateneingabe erheblich verbessert wird.
 - Durch RFID und Barcodes ist eine eindeutige Identifizierung von technischen Objekten gewährleistet, wodurch der Instandhaltungstechniker die SAP Equipmentnummer nicht wissen muss, um eine Meldung im SAP System anzulegen.

- Durch hinterlegen von Standardkatalogen für Wartungs- bzw. Schadensmeldungen in der Eingabemaske kann die Eingabeproblematik auf mobilen Endgeräten nochmals entschärft werden.
- Die eben angeführten Mechanismen für automatische Vorbelegungen und Vorschlagswerte reduzieren Eingabefehler auf ein Minimum.
- Individuelle Benutzerprofile am mobilen Endgerät erleichtern das Arbeiten sowie die Dateneingabe.
- Bereits existierende Lösungen sind oft relativ kompliziert zu warten, funktionieren nicht auf jedem mobilen Endgerät, sind schwierig zu modifizieren und verursachen teilweise hohe Wartungskosten, da meist Expertenwissen erforderlich ist.
- Durch die mobile Datenerfassung in Echtzeit können Datenschiefstände und Synchronisationsprobleme nahezu ausgeschlossen werden, was einen entscheidenden Vorteil gegenüber einer offline Synchronisationslösung darstellt.

Zukünftig werden mobile Lösungen immer mehr an Bedeutung gewinnen und das nicht nur weil die mobilen Geräte immer leistungsfähiger werden, sondern auch weil Informationen in Unternehmen im Optimalfall in Echtzeit und überall zur Verfügung stehen sollen. Daher ist es besonders wichtig, dass geeignete Lehrmethoden, Prozesse und Schnittstellen für derartige mobile Szenarien - wie in dieser Arbeit vorgestellt - existieren.

Literaturverzeichnis

- [ABB09] ABBYY EUROPE: *ABBYY FineReader*. München : ABBYY Europe, 2009. – <http://www.abbyy.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [Agr09] AGRESSO: *Agresso*. Agresso, 2009. – <http://www.agresso.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [And10] ANDROID: *Android*. Google Android, 2010. – <http://www.android.com>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [Apa10] APACHE SOFTWARE FOUNDATION: *Apache Tomcat*. Apache Software Foundation, 2010. – <http://tomcat.apache.org>, Zugriffsdatum: 2010-01-14
- [API09] API MAINTENANCE SYSTEMS: *API PRO*. API Maintenance Systems, 2009. – <http://www.apipro.com>, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [App10] APPLE: *Apple iPhone Mac OS X*. Apple, 2010. – <http://www.apple.com/de/iphone>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [Aur06] AURICH, Martin: *Erfolgsfaktoren des Instandhaltungsmanagements*. Berlin : Lulu Press Center, 2006. – ISBN 9781430309963
- [BD82] BRANDT, H. ; DIETRICH, E.: *Werkstatt und Betrieb 115 - Lagebericht Diagnose an Werkzeugmaschinen und Fertigungsüberwachung*. München : Hanser Verlag, 1982
- [BDK92] BIEDERMANN, H. ; DANKL, A. ; KASTNER, H.: *Instandhaltung - Standardsoftware: Was gibt es, was passt zu mir, wie gehe ich erfolgreich vor?* Berlin : ÖAF, 1992
- [Beh94] BEHRENBECK, Klaus: *DV-Einsatz in der Instandhaltung*. Wiesbaden : Deutscher Universitätsverlag, 1994. – ISBN 9783824460762
- [BG08] BERGMANN, Rainer ; GARRECHT, Martin: *Organisation und Projektmanagement*. Berlin : Springer Verlag, 2008. – ISBN 9783790820171
- [BH07] BLECKER, Thorsten ; HUANG, George: *RFID in Operations and Supply Chain Management*. Berlin : Erich Schmidt Verlag, 2007. – ISBN 9783503100880

- [BHR05] BIZER, Johann ; HERTEL, Iris ; ROST, Martin: *Datenschutzanforderungen an Dokumentenmanagementsysteme (DMS)*. Journal: Datenschutz und Datensicherheit, 2005
- [Bie08] BIEDERMANN, Hubert: *Ersatzteilmanagement*. Berlin : Springer Verlag, 2008 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540008507
- [BKS08] BARTNECK, Norbert ; KLAAS, Volker ; SCHÖNHERR, Holger: *Prozesse optimieren mit RFID und Auto-ID*. Verlag Publicis Corporate Publishing, 2008 (1. Auflage). – ISBN 9783895783197
- [Blo93] BLOSS, C.: *Standardsoftware für die Instandhaltung*. C. Bloß, 1993
- [Bos09] BOSCH: *Bosch Rexroth*. Bosch, 2009. – http://www.boschrexroth.com/country_units/europe/germany/de/index.jsp, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [Bre09] BREUEL, Thomas: *The OCRopus open source document analysis and OCR system*. Google, 2009. – <http://code.google.com/p/ocropus>, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [BVB⁺09] BAHRS, Julian ; VLADOVA, Gergana ; BAUMGRASS, Anne ; MEUTHRATH, Benedikt ; PETERS, Kirstin ; GRONAU, Norbert: *Anwendungen und Systeme für das Wissensmanagement - Ein aktueller Überblick*. Berlin : Gito Verlag, 2009 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783940019776
- [BVW07] BECKER, Jörg ; VERING, Oliver ; WINKELMANN, Axel: *Softwareauswahl und -einführung in Industrie und Handel*. Berlin : Springer Verlag, 2007 (1. Auflage). – ISBN 9783540474241
- [CBE⁺04] CHOPRA, Vivek ; BAKORE, Amit ; EAVES, Jon ; GALBRAITH, Ben ; LI, Sing ; WIGGERS, Chanoch: *Professional Apache Tomcat 5*. New York : Verlag John Wiley and Sons, 2004 (1. Auflage). – ISBN 9780764559020
- [Cog09] COGNITIVE TECHNOLOGIES: *CuneiForm*. Cognitive Technologies, 2009. – <http://www.cuneiform.ru>, Zugriffsdatum: 2009-12-08
- [Com09] COMPONENTS ENGINE: *Components Engine*. Components Engine, 2009. – <http://www.componentsengine.net>, Zugriffsdatum: 2009-12-11
- [Com10] COMPUTER SCIENCES CONSULTING: *CSC - Computer Sciences Consulting*. Wien : Computer Sciences Consulting, 2010. – <http://www.csc.com/at>, Zugriffsdatum: 2010-01-16

- [Con06] CONRAD, Klaus J.: *Taschenbuch der Werkzeugmaschinen*. München : Hanser Verlag, 2006 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783446406414
- [CON09] CONTACT SOFTWARE: *CIM Database Turnkey*. Bremen : CONTACT Software, 2009. – <http://www.contact.de/pdm-plm-products>, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [Deu80] DEUTSCHES KOMITEE INSTANDHALTUNG E.V. - DKIN: *DKIN Empfehlung Nr. 2 Gliederung der Instandhaltungsmaßnahmen*. Düsseldorf : Deutsches Komitee Instandhaltung e.V. - DKIN, 1980
- [Deu03] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG: *DIN 31051:2003-06 Grundlagen der Instandhaltung*. Berlin : DIN Deutsches Institut für Normung, 2003
- [Die00] DIESBERGEN, Clemens: *Radikal-konstruktivistische Pädagogik als problematische Konstruktion*. Berlin : Peter Lang Verlag, 2000 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783906764283
- [Doc09] DOCWARE GESELLSCHAFT FÜR RECHNERGESTÜTZTE DOKUMENTATION, KONSTRUKTION UND SOFTWARETECHNIK: *PARTS-PUBLISHER*. Fürth : Docware Gesellschaft für rechnergestützte Dokumentation, Konstruktion und Softwaretechnik, 2009. – <http://www.docware.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-11
- [Dor01] DORSCH, Andreas: *Instandhaltungsmanagement Teil 1 - Instandhaltungsstrategien und Anlagenverfügbarkeit*. München : Verlag W. Sachon Fachzeitschriften Getraenkeindustrie, 2001
- [Dou10] DOUGIAMAS, Martin: *Modular object oriented dynamic learning environment (Moodle)*. Martin Dougiamas, 2010. – <http://www.moodle.org>, Zugriffsdatum: 2010-01-25
- [Dre07] DREHER, Daniel: *Der Einsatz der Radio Frequency Identification in der Logistik*. München : Grin Verlag, 2007 (1. Auflage). – ISBN 9783638657945
- [Eas09] EASY SOFTWARE: *Easy Enterprise*. Mülheim an der Ruhr : Easy Software, 2009. – <http://www.easy.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [Ecl10] ECLIPSE FOUNDATION: *Eclipse*. Eclipse Foundation, 2010. – <http://www.eclipse.org>, Zugriffsdatum: 2010-01-14
- [ES04] EVERSHEIM, Walter ; SCHUH, Günther: *Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung*. Berlin : Springer Verlag, 2004 (1. Auflage). – ISBN 9783540211754

- [FDSW06] FRANKE, Werner ; DANGELMAIER, Wilhelm ; SPRENGER, Christian ; WECKER, Frank: *RFID - Leitfaden für die Logistik*. Wiesbaden : Gabler Verlag, 2006 (1. Auflage). – ISBN 9783834903037
- [FHP05] FRIEDL, Gunther ; HILZ, Christian ; PEDELL, Burkhard: *Controlling mit SAP*. Wiesbaden : Vieweg Verlag, 2005 (4. überarb. Aufl.). – ISBN 9783834801012
- [Fin06] FINKENZELLER, Klaus: *RFID Handbuch*. München : Hanser Verlag, 2006 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783446220713
- [Flo10] FLORIDA CENTER FOR INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY: *Flugzeugmotor mit Data Matrix Barcode*. Florida Center for Instructional Technology, 2010. – http://etc.usf.edu/clipart/6200/6233/aeroplane_motor_1.htm, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [FT08] FRANZ, Thorsten ; TRAPP, Tobias: *Anwendungsentwicklung mit ABAP Objects*. Bonn : Galileo Press, 2008 (1. Auflage). – ISBN 9783836210638
- [GB06] GLOVER, Bill ; BHATT, Himanshu: *RFID Essentials*. Köln : O'Reilly Verlag, 2006 (1. Auflage). – ISBN 9780596009441
- [GDA09a] GANSTERER, Franz ; DI-ANGELO, Monika: *Unterlagen der Lehrveranstaltung 183.188 Spezielle Kapitel der Schulinformatik*. Wien : Technische Universität Wien, 2009
- [GDA09b] GANSTERER, Franz ; DI-ANGELO, Monika: *Unterlagen der Lehrveranstaltung 183.197 Praktikum zu Fachdidaktik*. Wien : Technische Universität Wien, 2009
- [GDK03] GRONAU, Norbert ; DILZ, Stefan ; KALISCH, Andre: *Anwendungen und Systeme für das Wissensmanagement: Ein aktueller Überblick*. Berlin : Gito Verlag, 2003 (1. Auflage). – ISBN 9783936771138
- [Gen09] GENERAL ELECTRIC COMPANY: *Bently Nevada*. General Electric Company, 2009. – http://www.ge-energy.com/prod_serv/products/oc/en/bently_nevada.htm, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [Ger07] GERTSCH, Fredi: *Das Moodle 1.8-Praxisbuch*. München : Addison Wesley Verlag, 2007 (1. Auflage). – ISBN 9783827325143
- [GH07] GÖRTZ, Marcus ; HESSELER, Martin: *Basiswissen ERP-Systeme: Auswahl, Einführung und Einsatz betriebswirtschaftlicher Standardsoftware*. Witten : Verlag W3I, 2007. – ISBN 9783937137384
- [GNU10] GNU: *GNU General Public License*. GNU, 2010. – <http://www.gnu.org/licenses/licenses.html>, Zugriffsdatum: 2010-01-14

- [Gro94] GROTHUS, H.: *Weniger Schäden und Störungen durch gezielte Schwachstellenbekämpfung, Wartung und Störungsvorbeugung*. Wien : Seminarunterlage ÖAF, 1994
- [Gro04] GRONAU, Norbert: *Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management*. München : Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2004. – ISBN 9783486272659
- [Gro09] GROBMAN, Jewgenij: *ERP-Systeme On Demand: Chancen, Risiken, Anforderungen, Trends*. Hamburg : Diplomica Verlag, 2009. – ISBN 9783836666268
- [Gru95] GRUPP, Bruno: *EDV Pflichtenheft zur Hardware- und Softwareauswahl*. Köln : TÜV Media GmbH, 1995 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783885853800
- [GSMK04] GÖTZER, Klaus ; SCHNEIDERATH, Udo ; MAIER, Berthold ; KOMKE, Torsten: *Dokumenten-Management - Informationen im Unternehmen effizient nutzen*. Heidelberg : Dpunkt Verlag, 2004 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783898642583
- [GSSZ02] GULBINS, Jürgen ; SEYFRIED, Markus ; STRACK-ZIMMERMANN, Hans: *Dokumenten-Management: Vom Imaging zum Business-Dokument*. Berlin : Springer Verlag, 2002 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540435778
- [Göt09] GÖTZ, Tobias: *SAP Logistikprozesse mit RFID und Barcodes*. Bonn : Galileo Press, 2009 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783836213820
- [Har07] HARTMANN, Edward: *TPM - Effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement: Stillstandzeiten verringern, Maschinenleistungen steigern, Betriebszeiten erhöhen*. Landsberg : Verlag Moderne Industrie, 2007 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783636030887
- [HG06] HANSEN, Wolf ; GILLERT, Frank: *RFID für die Optimierung von Geschäftsprozessen*. München : Hanser Verlag, 2006 (1. Auflage). – ISBN 9783446405073
- [HK08] HEILIG, Loren ; KARCH, Steffen: *SAP NetWeaver*. Bonn : Galileo Press, 2008 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783836211192
- [HNOR01] HERTH, Bernd ; NAVRATIL, Manfred ; OTTERBEIN, Kai ; RHEIN, Michael: *SAP R/3-Basisssystem*. München : Addison Wesley Verlag, 2001 (1. Auflage). – ISBN 9783827317278
- [HR00] HILDEBRAND, Knut ; REBSTOCK, Michael: *Betriebswirtschaftliche Einführung in SAP R/3*. München : Oldenbourg Verlag, 2000 (1. Auflage). – ISBN 9783486255485
- [HS05] HÖLZER, Michael ; SCHRAMM, Michael: *Qualitätsmanagement mit SAP*. Bonn : Galileo Press, 2005 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783898426558

- [HTZ07] HINKELMANN, Knut ; THÖNSEN, Barbara ; ZÖLLER, Bernhard: *Dokumentenmanagement und Archivierung*. Verlag BPX Edition, 2007 (1. Auflage). – ISBN 9783905413700
- [iba09] IBA AG: *iba*. iba AG, 2009. – <http://www.iba-germany.com>, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [IBM09a] IBM: *FileNet*. IBM, 2009. – <http://www.ibm.com/software/de/data/cm/filenet.html>, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [IBM09b] IBM: *IBM DB2*. IBM, 2009. – <http://www-01.ibm.com/software/data/db2>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [IBM09c] IBM: *IBM Maximo*. IBM, 2009. – <http://www.ibm.com/software/tivoli/products/maximo-asset-mgmt>, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [Ima09] IMAGE RECOGNITION INTEGRATED SYSTEMS GROUP: *Readiris*. Image Recognition Integrated Systems Group (I.R.I.S), 2009. – <http://www.irislink.com>, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [Inf09] INFOR GLOBAL SOLUTIONS: *Infor*. Friedrichsthal : Infor Global Solutions, 2009. – <http://www.infor.de/enterprise-resource-planning>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Int08] INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION (ISO): *ISO/IEC 18000-1:2008 Information technology radio frequency identification for item management*. International Organisation for Standardization (ISO), 2008. – http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=46145, Zugriffsdatum: 2010-01-20
- [int09a] INTELLIGENT VIEWS: *K-Infinity*. Darmstadt : intelligent views, 2009. – <http://www.i-views.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-11
- [Int09b] INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION (ISO): *ISO 10166 Document Filing and Retrieval (DFR)*. International Organisation for Standardization (ISO), 2009. – http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=18177, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [Jac08] JACOB, Olaf: *ERP Value: Signifikante Vorteile mit ERP-Systemen*. Berlin : Springer Verlag, 2008. – ISBN 9783540744399
- [Jad08] JADIN, Tanja: *Computerunterstütztes kooperatives Lernen*. Saarbrücken : VDM Verlag Dr. Müller, 2008. – ISBN 9783836476546

- [Jan08] JANSEN, Marc: *SAP Grundlagen und Projekte im SAP Umfeld*. Norderstedt : Books on Demand Verlag, 2008 (1. Auflage). – ISBN 9783837017427
- [Kal09] KALESKE, Stephan: *Praxishandbuch SAP Query-Reporting*. Bonn : Galileo Press, 2009 (1. Auflage). – ISBN 9783836214339
- [Kam99] KAMPPFMEYER, Ulrich: *Dokumentenmanagement Grundlagen und Zukunft*. Verlag PROJECT CONSULT, 1999 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783980675604
- [Kay10] KAYWA: *Datamatrix Generator*. Kaywa, 2010. – <http://datamatrix.kaywa.com>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [Ker03] KERSTEN, Wolfgang: *E-Collaboration: Prozessoptimierung in der Wertschöpfungskette*. Wiesbaden : Gabler Verlag, 2003 (1. Auflage). – ISBN 9783824479375
- [KK06] KELLER, Horst ; KRÜGER, Sascha: *ABAP Objects: ABAP-Programmierung mit SAP NetWeaver*. Bonn : Galileo Press, 2006 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783898423588
- [KLV09] KLV: *powerKNOW*. Troisdorf : KLV, 2009. – <http://www.powerknow.com>, Zugriffsdatum: 2009-12-11
- [KM08] KROOP, Sylvana ; MANGLER, Jürgen: *Unterlagen der Lehrveranstaltung 050064 Computerunterstütztes Lernen*. Wien : Universität Wien, 2008
- [Kün09] KÜNNETH, Thomas: *Einstieg in Eclipse 3.5*. Bonn : Galileo Press, 2009 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783814285
- [Koc04] KOCKS, Hans J.: *Betrieb und Instandhaltung von Stahlrohrleitungen*. München : Oldenbourg Industrieverlag Zeitschrift gwf Gas Erdgas, 2004 (3. Ausgabe). – <http://www.hjkocks.onlinehome.de/Dokumente/Instandhaltung.pdf>, Zugriffsdatum: 2009-12-19
- [KS09] KRÜGER, Guido ; STARK, Thomas: *Handbuch der Java Programmierung*. München : Addison Wesley Verlag, 2009 (6. überarb. Aufl.). – ISBN 9783827328748
- [Lad09] LADENGRUBER, Roland: *Eigene Darstellung des Autors*. Wien : Technische Universität Wien - Roland Ladengruber 0427435, 2009
- [Law09] LAWSON SOFTWARE: *Lawson*. Lawson Software, 2009. – <http://www.lawson.com>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Len07] LENK, Bernhard: *Data Matrix ECC 200 - Der 2D-Code für die Optische Identifikation*. Lenk Monika Fachbuchverlag, 2007 (1. Auflage). – ISBN 9783935551052

- [Lie08] LIEBSTÜCKEL, Karl: *Instandhaltung mit SAP*. Bonn : Galileo Press, 2008. – ISBN 9783836210416
- [Lim01] LIMPER, Wolfgang: *Dokumentenmanagement: Wissen, Informationen und Medien digital verwalten*. Verlag DTV-Beck, 2001 (1. Auflage). – ISBN 9783423502368
- [LN05] LAY, Gunter ; NIPPA, Michael: *Management produktbegleitender Dienstleistungen: Konzepte und Praxisbeispiele für Technik, Organisation und Personal in serviceorientierten Industriebetrieben*. Berlin : Physica Verlag, 2005 (1. Auflage). – ISBN 9783790815672
- [LZG06] LEBEDINSKI, Lara ; ZEILINGER, Siegfried ; GRECHENIG, Thomas: *SAP TUTORIAL*. Wien : Technische Universität Wien, 2006. – http://www.inso.tuwien.ac.at/uploads/media/SAPTutorial_01.pdf, Zugriffsdatum: 2009-12-14
- [Mai07] MAIER, Ronald: *Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management*. Berlin : Springer Verlag, 2007 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540714071
- [Mat01] MATYAS, Kurt: *Taschenbuch Produktionsmanagement*. München : Hanser Verlag, 2001. – ISBN 3446216676
- [Mat02] MATYAS, Kurt: *Ganzheitliche Optimierung durch individuelle Instandhaltungsstrategien*. Wien : Technische Universität Wien, 2002. – http://www.competence-site.de/downloads/d7/1e/i_file_3313/Ganzheitliche_Optimierung_Kurt_Matyas.pdf, Zugriffsdatum: 2009-12-08
- [Mat05] MATYAS, Kurt: *Taschenbuch Instandhaltungslogistik 3. Auflage*. München : Hanser Verlag, 2005. – ISBN 9783446411920. – <http://www.hanser.de/978-3-446-41192-0>, Zugriffsdatum: 2009-12-05
- [MHP09] MAIER, Ronald ; HÄDRICH, Thomas ; PEINL, Rene: *Enterprise Knowledge Infrastructures*. Berlin : Springer Verlag, 2009 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540897675
- [MHV03] MERTENS, Kai ; HEISIG, Peter ; VORBECK, Jens: *Knowledge Management. Concepts and Best Practices*. Berlin : Springer Verlag, 2003 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540004905
- [Mic09a] MICROSOFT CORPORATION: *Dynamics AX*. Microsoft Corporation, 2009. – <http://www.microsoft.com/germany/dynamics/produkte/ax/ueberblick>, Zugriffsdatum: 2009-12-13

- [Mic09b] MICROSOFT CORPORATION: *Dynamics NAV*. Microsoft Corporation, 2009. – <http://www.microsoft.com/germany/dynamics/produkte/nav/ueberblick>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Mic09c] MICROSOFT CORPORATION: *Microsoft SQL Server*. Microsoft Corporation, 2009. – <http://www.microsoft.com/germany/sql/2008/default.aspx>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Mic09d] MICROSOFT CORPORATION: *Microsoft Windows*. Microsoft Corporation, 2009. – <http://www.microsoft.com/Germany/Windows>, Zugriffsdatum: 2009-12-14
- [Mic10] MICROSOFT CORPORATION: *Microsoft Windows Mobile*. Microsoft Corporation, 2010. – <http://www.microsoft.com/windowsmobile/de-de/default.aspx>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [Mil00] MILLS, John: *Control: A History of Behavioral Psychology*. New York : New York University Press, 2000. – ISBN 9780814756126
- [MK99] MAIER, R. ; KLOSA, O.: *Wissensmanagementsysteme: Begriffsbestimmung, Funktionen, Klassifikation und Online-Marktübersicht*. Regensburg : Schriftenreihe Regensburg 36, 1999. – ISBN 3932345479
- [Mül06] MÜLLER, David: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure*. Berlin : Springer Verlag, 2006. – ISBN 9783540321941
- [Män90] MÄNNEL, Wolfgang: *Anlagencontrolling*. Lauf a.d. Pegnitz : Verlag der Gesellschaft für Angewandte Betriebswirtschaft, 1990 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783927878174
- [MNY99] MORI, Shunji ; NISHIDA, Hirobumi ; YAMADA, Hiromitsu: *Optical Character Recognition*. New York : Verlag John Wiley and Sons, 1999 (1. Auflage). – ISBN 9780471308195
- [Moc05] MOCZAR, Lajos: *Tomcat 5 Einsatz in Unternehmensanwendungen mit JSP und Servlets*. München : Addison Wesley Verlag, 2005. – ISBN 9783827322029
- [Mou96] MOUBRAY, John: *RCM Die hohe Schule der Zuverlässigkeit von Produkten und Systemen*. Landsberg : Verlag Moderne Industrie, 1996. – ISBN 9783478916301
- [Mös05] MÖSSENBOCK, Hanspeter: *Sprechen Sie Java?* Heidelberg : Dpunkt Verlag, 2005 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783898643627
- [MS09] MAY, Constantin ; SCHIMEK, Peter: *TPM Total Productive Management*. Ansbach : Centre of Excellence for TPM, 2009 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783940775054

- [MyS09] MySQL: *MySQL*. MySQL, 2009. – <http://www.mysql.com>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Nat09] NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION: *National Instruments*. National Instruments Corporation, 2009. – <http://www.ni.com/de>, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [Neu02] NEUMANN, C.: *Erfolgreiches Asset Management durch richtige Instandhaltungsstrategie*. Wien : Springer Verlag Zeitschrift Elektrotechnik und Informationstechnik, 2002 (Volume 119, Number 10). – Kurzfassung eines Vortrags der 40. Fachtagung der Österreichischen Gesellschaft für Energietechnik (OGE) <http://www.springerlink.de/content/x3332q2487524337/?p=cbc84e0afea64d3684fa65c251794285>, Zugriffsdatum: 2009-12-19
- [Nok10] NOKIA: *Nokia N95 8GB*. Nokia, 2010. – <http://www.nokia.at/produkte/alle-modelle/nokia-n95-8gb>, Zugriffsdatum: 2010-01-14
- [Nua09] NUANCE COMMUNICATIONS: *OmniPage*. München : Nuance Communications, 2009. – <http://www.nuance.de/imaging/products/omnipage.asp>, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [Onl09] ONLINE LEHRBUCH: *Geschäftsprozesse Aufbauoptimierung Traditionelle Formen der Aufbauorganisation*. EDUCATION HIGHWAY GmbH Innovationszentrum für Schule und neue Technologie, 2009
- [Ope09a] OPEN SOURCE INITIATIVE: *Open Source Initiative*. Open Source Initiative, 2009. – <http://www.opensource.org>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Ope09b] OPEN TEXT CORPORATION: *Open Text Document Management*. Open Text Corporation, 2009. – <http://www.opentext.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [Ora09a] ORACLE: *E - Business Suite*. Oracle, 2009. – <http://www.oracle.com/lang/de/applications/e-business-suite.html>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Ora09b] ORACLE: *Oracle*. Oracle, 2009. – <http://www.oracle.com/lang/de/database/index.html>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Ora09c] ORACLE: *PeopleSoft Enterprise*. Oracle, 2009. – <http://www.oracle.com/lang/de/applications/peoplesoft-enterprise.html>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Pal10] PALM: *Palm OS*. Palm, 2010. – <http://www.palm.com>, Zugriffsdatum: 2010-01-16

- [Par09] PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION: *Windchill PDMLink*. Parametric Technology Corporation, 2009. – <http://www.ptc.com/products/windchill-pdmlink>, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [PHP10] PHP GROUP: *PHP - serverseitig interpretierte objektorientierte Skriptsprache*. PHP Group, 2010. – <http://www.php.net>, Zugriffsdatum: 2010-01-25
- [Pos09] POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP: *PostgreSQL*. PostgreSQL Global Development Group, 2009. – <http://www.postgresql.org>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [Pro92] PROBST, Gilbert: *Organisation, Strukturen, Lenkungsinstrumente, Entwicklungsperspektiven*. Landsberg am Lech : Universität Genf, 1992
- [Ras00] RASCH, Alejandro A.: *Erfolgspotential Instandhaltung*. Berlin : Erich Schmidt Verlag, 2000. – ISBN 9783503058112
- [Rea10] REALVNC: *VNC - the original cross platform remote control solution*. Cambridge : RealVNC, 2010. – <http://www.realvnc.com/vnc/index.html>, Zugriffsdatum: 2010-01-25
- [Rei06] REICH, Kersten: *Konstruktivistische Didaktik*. Weinheim : Beltz Verlag, 2006 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783407254108
- [Res10] RESEARCH IN MOTION: *Blackberry*. Research In Motion, 2010. – <http://de.blackberry.com>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [Reu08] REUTER, Stephanie: *Lehr- und Lerntheorien- Behaviorismus Kognitivismus und Konstruktivismus*. München : Grin Verlag, 2008. – ISBN 9783640137978
- [Rie08] RIETHMÜLLER, Christian: *Kompendium für ERP-System-Auswahl und Inbetriebnahme*. Remscheid : Verlag Re Di Roma, 2008. – ISBN 9783868700084
- [rit10] RIT EDV-CONSULTING: *rit edv-consulting*. Wien : rit edv-consulting, 2010. – <http://www.rit.at>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [RMM09] REICHEL, J. ; MÜLLER, G. ; MANDELARTZ, J.: *Betriebliche Instandhaltung*. Berlin : Springer Verlag, 2009. – ISBN 9783642005015
- [Roc09] ROCKWELL AUTOMATION: *Rockwell Automation*. Rockwell Automation, 2009. – <http://www.rockwellautomation.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-07
- [SAP07a] SAP AG: *SAP ERP001 Schulungsunterlagen - Management mit SAP ERP*. Bonn : SAP AG, 2007

Literaturverzeichnis

- [SAP07b] SAP AG: *SAP NW001 Schulungsunterlagen - Technology Solutions Powered by SAP NetWeaver*. Bonn : SAP AG, 2007
- [SAP07c] SAP AG: *SAP PLM300 Schulungsunterlagen - Geschäftsprozesse in der Instandhaltung*. Bonn : SAP AG, 2007
- [SAP07d] SAP AG: *SAP PLM305 Schulungsunterlagen - Verwaltung technischer Objekte*. Bonn : SAP AG, 2007
- [SAP07e] SAP AG: *SAP SAP01 Schulungsunterlagen - SAP Überblick*. Bonn : SAP AG, 2007
- [SAP07f] SAP AG: *SAP SAP125 Schulungsunterlagen - SAP Navigation*. Bonn : SAP AG, 2007
- [SAP07g] SAP AG: *SAP SAP130 Schulungsunterlagen - Business Solutions Powered by SAP*. Bonn : SAP AG, 2007
- [SAP07h] SAP AG: *SAP SAPNW Schulungsunterlagen - SAP NetWeaver ein Überblick*. Bonn : SAP AG, 2007
- [SAP07i] SAP AG: *SAP SAPTEC Schulungsunterlagen - Grundlagen des SAP NetWeaver Application Server*. Bonn : SAP AG, 2007
- [SAP08] SAP AG: *SAP BC400 Schulungsunterlagen - ABAP Workbench Grundlagen*. Bonn : SAP AG, 2008
- [SAP09a] SAP AG: *Aufträge in SAP*. SAP AG, 2009. – http://help.sap.com/saphelp_45b/helpdata/de/35/26c2e3afab52b9e10000009b38f974/content.htm, Zugriffsdatum: 2009-12-16
- [SAP09b] SAP AG: *Equipment in SAP*. SAP AG, 2009. – http://help.sap.com/saphelp_di471/helpdata/DE/01/d544ef4ab311d189740000e8322d00/content.htm, Zugriffsdatum: 2009-12-16
- [SAP09c] SAP AG: *Meldungen in SAP*. SAP AG, 2009. – http://help.sap.com/saphelp_di46c2/helpdata/DE/0a/543d3854126956e10000009b38f842/content.htm, Zugriffsdatum: 2009-12-16
- [SAP09d] SAP AG: *SAP AG*. Walldorf : SAP AG, 2009. – <http://www.sap.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-07

- [SAP09e] SAP AG: *SAP Help Portal*. SAP AG, 2009. – <http://help.sap.com>, Zugriffsdatum: 2009-12-14
- [SAP09f] SAP AG: *Technischer Platz in SAP*. SAP AG, 2009. – http://help.sap.com/saphelp_40b/helpdata/de/01/d5438b4ab311d189740000e8322d00/content.htm, Zugriffsdatum: 2009-12-16
- [SAP09g] SAP AG: *Wartungsplanung in SAP*. SAP AG, 2009. – http://help.sap.com/saphelp_45b/helpdata/de/3c/abaeaa413911d1893d0000e8323c4f/frameset.htm, Zugriffsdatum: 2009-12-16
- [SAP09h] SAP AG: *Wartungspläne in SAP*. SAP AG, 2009. – http://help.sap.com/saphelp_45b/helpdata/de/50/9ebf96ceb511d1950f00a0c93029cf/content.htm, Zugriffsdatum: 2009-12-16
- [SAP10a] SAP AG: *SAP Java Connector*. SAP AG, 2010. – http://help.sap.com/saphelp_nw04/helpdata/en/6f/1bd5c6a85b11d6b28500508b5d5211/content.htm, Zugriffsdatum: 2010-01-14
- [SAP10b] SAP AG: *SAP Mobile Asset Management*. SAP AG, 2010. – <http://www.sap.com/solutions/business-suite/erp/mobileassetmanagement/index.epx>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [SBP08] SCHMIDL, R. ; BECKER, C. ; POPOVIC, V.: *ERP-Systeme im Mittelstand*. München : Grin Verlag, 2008. – ISBN 9783640178858
- [SCC10] SCC EDV-BERATUNG: *SCC EDV-Beratung*. Wien : SCC EDV-Beratung, 2010. – <http://www.scc.at>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [Sch99] SCHREIBER, K.: *ISO 9000 Die große Revision. Basis für die Integration von Managementsystemen, Wegweiser zur Umsetzung von Normforderungen*. International Organisation for Standardization (ISO), 1999
- [Sch06] SCHUH, Günther: *Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte*. Berlin : Springer Verlag, 2006 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540403067
- [Sch07] SCHÖNSLEBEN, Paul: *Integrales Logistikmanagement*. Berlin : Springer Verlag, 2007 (5. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540681786

- [Sch09a] SCHENK, Michael: *Instandhaltung technischer Systeme*. Berlin : Springer Verlag, 2009. – ISBN 9783642039485
- [Sch09b] SCHULENBURG, Joerg: *GOOCR open-source character recognition*. Sourceforge, 2009. – <http://jocr.sourceforge.net>, Zugriffsdatum: 2009-12-08
- [sea09] SEAT-1 SOFTWARE: *IntarS*. seat-1 Software, 2009. – <http://www.seat-1.com/ERP/Produkte/IntarS.html>, Zugriffsdatum: 2009-12-13
- [SH04] STAHLKNECHT, Peter ; HASENKAMP, Ulrich: *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. Berlin : Springer Verlag, 2004 (11. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540011835
- [Shi02] SHIELDS, Murrell: *ERP-Systeme und E-Business schnell und erfolgreich einführen: Ein Handbuch für IT-Projektleiter*. Weinheim : Verlag Wiley-VCH, 2002. – ISBN 9783527500178
- [Sie09] SIEMENS: *Teamcenter Express*. Siemens, 2009. – http://www.plm.automation.siemens.com/de_de/products/velocity/tcexpress/pdm.shtml, Zugriffsdatum: 2009-12-09
- [Ski82a] SKINNER, Burrhus F.: *Was ist Behaviorismus?* Reinbek : Rowohlt Verlag, 1982. – ISBN 9783498061241
- [Ski82b] SKINNER, Burrhus F.: *Wissenschaft und menschliches Verhalten*. Berlin : Kindler Verlag, 1982. – ISBN 9783463005621
- [Sky10] SKYPE: *Skype*. Skype, 2010. – <http://www.skype.com>, Zugriffsdatum: 2010-01-25
- [Smi09] SMITH, Ray: *Tesseract is an OCR Engine that was developed at HP Labs and now at Google*. Google, 2009. – <http://code.google.com/p/tesseract-ocr>, Zugriffsdatum: 2009-12-08
- [SNS06] SWEENEY, Patrick ; NIEMEYER-STEIN, Werner: *RFID für Dummies*. Weinheim : Verlag Wiley-VCH, 2006 (1. Auflage). – ISBN 9783527702633
- [SRB10] SRB CONSULTING TEAM: *SRB Consulting Team*. Wien : SRB Consulting Team, 2010. – <http://www.srb.at>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [SSS05] SCHUBERT, Petra ; SIEGENTHALER, Marcel ; SCHMID, Cyrill: *ERP für KMU: Praxisleitfaden: Richtig evaluieren und einführen*. Rheinfelden : Verlag Dalla Vecchia, 2005. – ISBN 9783905413717
- [Öst01] ÖSTERREICHISCHES NORMUNGsinstitut: *ÖNORM EN 13306 Begriffe der Instandhaltung*. Wien : ÖNORM Österreichisches Normungsinstitut, 2001

- [Sta10] STADLER EDV: *NetOp School*. Wien : Stadler EDV, 2010. – <http://www.systemsoftware.at/index.php?id=school>, Zugriffsdatum: 2010-01-25
- [Ste09] STECHBART, Dana: *Cognitive Load Theory*. München : Grin Verlag, 2009. – ISBN 9783640399666
- [Str88] STRAUBE, F.: *Kriterien zur Planung und Realisierung von Instandhaltungskonzepten in logistikorientierten Unternehmen*. München : Huss Verlag, 1988. – ISBN 3921455474
- [Str08] STROHMEIER, Stefan: *Informationssysteme im Personalmanagement*. Wiesbaden : Verlag Vieweg Teubner, 2008 (1. Auflage). – ISBN 9783834803108
- [Sun10a] SUN MICROSYSTEMS: *Java*. Sun Microsystems, 2010. – <http://java.sun.com>, Zugriffsdatum: 2010-01-14
- [Sun10b] SUN MICROSYSTEMS: *Sun Microsystems*. Sun Microsystems, 2010. – <http://at.sun.com>, Zugriffsdatum: 2010-01-14
- [Sym10] SYMBIAN: *Symbian*. Symbian, 2010. – <http://www.symbian.org>, Zugriffsdatum: 2010-01-16
- [T3 09] T3 THE KNOWLEDGE ARCHITECTS: *T3*. Erlangen : T3 - The Knowledge Architects, 2009. – <http://www.t-3.de>, Zugriffsdatum: 2009-12-11
- [Top09] TOP 100 RESEARCH FOUNDATION: *The worlds largest software companies*. Rotterdam : Top 100 Research Foundation, 2009. – <http://softwaretop100.org/list2009.php>, Zugriffsdatum: 2009-12-14
- [Ull09] ULLENBOOM, Christian: *Java ist auch eine Insel*. Bonn : Galileo Press, 2009 (8. überarb. Aufl.). – ISBN 9783836213714. – <http://openbook.galileocomputing.de/javainsel8>, Zugriffsdatum: 2010-01-14
- [Ver02] VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI): *VDI 2219:2002-11 Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung Einführung und Wirtschaftlichkeit von EDM/PDM-Systemen*. Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2002
- [Ver06] VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI): *VDI 4500-3:2006-06 Technische Dokumentation: Erstellen und Verteilen von elektronischen Ersatzteilm Informationen*. Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2006
- [VWBZ07] VAJNA, Sandor ; WEBER, Christian ; BLEY, Helmut ; ZEMAN, Klaus: *CAX für Ingenieure: Eine praxisbezogene Einführung*. Berlin : Springer Verlag, 2007 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540360384

- [War92] WARNECKE, Hans J.: *Instandhaltungsmanagement*. Köln : Verlag TÜV Rheinland, 1992 (2. überarb. Aufl.)
- [War95] WARNECKE, Hans J.: *Der Produktionsbetrieb*. Berlin : Springer Verlag, 1995 (2. überarb. Aufl.). – ISBN 9783540561262
- [WBAH05] WEISS, Dietmar ; BÖHN, Martin ; ANGERSHAUSEN, Katharina ; HAGN, Alexander: *Dokumenten-Management: 13 Dokumenten-Management-Systeme im Vergleich*. München : Oxygon Verlag, 2005 (3. überarb. Aufl.). – ISBN 9783937818078
- [Wei05] WEINRAUCH, Michael: *Wissensmanagement im technischen Service*. Wiesbaden : Deutscher Universitätsverlag, 2005. – ISBN 9783824483471
- [Wei08] WEISSENBOCK, Martin: *Unterlagen der Lehrveranstaltung 184.170 Schulinformatik - Einführung*. Wien : Technische Universität Wien, 2008
- [Wes05] WESTKÄMPER, Engelbert: *Einführung in die Organisation der Produktion*. Berlin : Springer Verlag, 2005 (1. Auflage). – ISBN 9783540260394
- [WHB07] WITTENAUER, Steffen ; HOLLMANN, Jan ; BÜLLING, Marc: *SAP R/3 Modul PS - Projektsystem*. München : GRIN Verlag, 2007 (1. Auflage). – ISBN 9783638646741
- [Wie06] WIEPCKE, Claudia: *Computergestützte Lernkonzepte und deren Evaluation in der Weiterbildung Blended Learning zur Förderung von Gender Mainstreaming*. Hamburg : Verlag Dr. Kovac, 2006 (1. Auflage). – ISBN 9783830024262
- [Woo09] WOOD, James: *Objektorientierte Programmierung mit ABAP Objects*. Bonn : Galileo Press, 2009 (1. Auflage). – ISBN 9783836213981
- [WSS07] WESTKÄMPER, E. ; STENDER, S. ; SIHN, W.: *Instandhaltungsmanagement in neuen Organisationsformen*. Berlin : Springer Verlag, 2007. – ISBN 9783540638629
- [WW98] WESTKÄMPER, E. ; WIELAND, J.: *Bewegtbilder aus der Ferne zur Instandhaltung - Unterstützende Videodiagnose durch den Maschinenhersteller*. Werkstattstechnik 88, Nr.7/8, S.347-348, 1998
- [ZGB05] ZÖLLER, Bernhard ; GULBINS, Jürgen ; BAUMEISTER, Hans: *Dokumenten-Management: Vom Archiv zum Enterprise-Content-Management*. Verband Organisations- und Informationssysteme, 2005 (1. Auflage). – ISBN 9783932898112
- [Zil08] ZILLNER, Sonja: *Unterlagen der Lehrveranstaltung 050065 Fachdidaktik Informatik für BMHS*. Wien : Universität Wien, 2008

- [ZVE96] ZVEI - ZENTRALVERBAND ELEKTROTECHNIK- UND ELEKTRONIKINDUSTRIE E.V.: *Ersatzteilbevorratungspflicht*. Frankfurt am Main : ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., 1996. – <http://www.zvei.org>, Zugriffsdatum: 2009-12-05

Abbildungsverzeichnis

1.1	Blended Learning mögliche Kombinationen von Lernmethoden, Medien sowie lerntheoretischen Ausrichtungen [Wie06]	11
1.2	Aktivitätsdiagramm möglicher Ablauf einer Lehrveranstaltung zum Erlernen einer Programmiersprache im Zusammenhang mit Blended Learning Konzepten [Lad09]	12
1.3	Beispielhafter Moodlekurs zur Erlernung der Programmiersprache Java [Lad09]	16
1.4	Beispielfrage eines „Multiple Choice Tests“ in einem Moodlesystem in Kontext der Java Programmierung [Lad09]	17
1.5	Beispielfrage eines „Multiple Choice Tests“ in einem Moodlesystem in Kontext der Java Programmierung [Lad09]	18
1.6	NetOp School Überwachungsfunktion zeigt sämtliche Bildschirme der Kursteilnehmer in Miniaturansicht auf dem Rechner des Kursleiters [Sta10]	19
1.7	Mögliche Mitarbeitskontrolle für eine Micro Teaching Einheit zum Thema „Was ist ein Datentyp?“ [Lad09]	21
2.1	Die vier Grundmaßnahmen der Instandhaltung nach DIN 31051:2003-06 [Deu03]	29
2.2	Teilmaßnahmen der Inspektion und verschiedene Durchführungsarten nach [War95]	30
2.3	Funktionsweise eines Überwachungs- und Diagnosesystems nach [BD82] . .	31
2.4	Teilmaßnahmen der Wartung und verschiedene Durchführungsarten [War95] .	32
2.5	Teilmaßnahmen der Instandsetzung und verschiedene Durchführungsarten nach [War95]	33
2.6	Ablauf Fehlerdiagnose bei Verbesserungen nach [Deu03]	35
2.7	Abnahme des Abnutzungsvorrates eines Lagers (z.B. Kugellager) über die Zeit nach [War92]	36
2.8	Abnahme des Abnutzungsvorrates eines elektronischen Bauteils über die Zeit nach [ZVE96]	37
2.9	Ausfallverhalten von technischen Objekten nach [Ras00]	38
3.1	Regelkreis des Instandhaltungsmanagements nach [BDK92]	40
3.2	Beispiel Einlinienorganisation nach [Mül06]	41

3.3	Grundstruktur eines Stabliniensystems nach [Mül06]	42
3.4	Vereinfachte Darstellung einer Matrixorganisation nach [Mat05]	43
3.5	Instandhaltungsstrategien nach [Deu80] [Mat05]	45
3.6	Regelgröße Zeit der präventiv periodischen Instandhaltungsstrategie [Sch09a]	48
3.7	Regelgröße Abnutzungsvorrat der zustandsabhängigen Instandhaltung [Sch09a]	50
3.8	Vorgehensweise zur Auswahl von Instandhaltungsmaßnahmen für eine vor- ausschauende Instandhaltung nach [Mou96] [Sch09a]	59
5.1	Anmeldeschirm eines SAP ECC 6.0 (ERP Central Component) Systems [Lad09]	82
5.2	SAP ECC 6.0 (ERP Central Component) Standardeinstiegsbild nach erfolgrei- cher Benutzeranmeldung [Lad09]	83
5.3	SAP Open SQL Datenbankschnittstelle - Ablauf einer Datenbankabfrage [LZG06] [SAP07i]	84
5.4	Übersicht der SAP R/3 und SAP ERP Module [SAP09d]	85
5.5	Mögliche technische Platzstruktur eines Gebäudes [Lad09]	87
5.6	Mögliche technische Platzstruktur eines Gebäudes im SAP [Lad09]	88
5.7	Technischen Platz im Detail mit SAP Standardtransaktion „IL03“ [Lad09]	89
5.8	Equipment anzeigen mit SAP Standardtransaktion „IE03“ [Lad09]	91
5.9	Mögliche Equipmenthierarchie in SAP [Lad09]	92
5.10	Struktur und Inhalt einer SAP Meldung mit den jeweiligen Informationen im Überblick [Lie08]	94
5.11	Anzeige einer SAP Instandhaltungsmeldung zum Equipment [Lad09]	95
5.12	Struktur und Inhalt eines SAP Standardauftrages mit den jeweiligen Informa- tionen im Überblick [Lie08]	97
5.13	Anlegen eines Wartungsplans im SAP System über die SAP Standardtrans- aktion „IP01“ [Lad09]	99
5.14	Terminierungsparameter für Wartungspläne festlegen über die SAP Standardtrans- aktion „IP01“ [Lad09]	100
5.15	Parameter Eröffnungshorizont eines Wartungsplans auf 100% [Lad09]	100
5.16	Parameter Eröffnungshorizont eines Wartungsplans auf 50% [Lad09]	101
5.17	SAP Prozess planbare Instandhaltung [SAP07c]	102
5.18	SAP Prozess der reaktiven Instandhaltung [SAP07c]	104
5.19	SAP Prozess zur Abwicklung einer vorbeugenden Instandhaltungsstrategie [SAP07c]	105
5.20	Funktionsweise der zustandsorientierten Instandhaltung in SAP [Lad09] [Lie08]	107
6.1	Möglicher Prozessablauf zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmel- dungen [Lad09]	110

6.2	Möglicher technischer Prozessablauf zur mobilen Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungen [Lad09]	111
6.3	Einrichten der SAP Dokumentart ZIHSCHADBI für die Archivierung der über die Java Schnittstelle übertragenen Dokumente via SAP Standardtransaktion „OAC2“ [Lad09]	115
6.4	Zuweisung der Dokumentart ZIHSCHADBI zu einem Dokumentenarchiv und Objekttyp via SAP Standardtransaktion „OAC3“ [Lad09]	115
6.5	Webseite für die Erfassung von SAP Instandhaltungsmeldungsdaten am mobilen Endgerät (Servlet „FormCreateSAPNotificationServlet“) [Lad09]	116
6.6	Importparameter des SAP Funktionsbausteins „Z_PM_NOTIF_JCO“ [Lad09] .	128
6.7	Importtabelle für Attachments des SAP Funktionsbausteins „Z_PM_NOTIF_JCO“ [Lad09]	128
6.8	Exportparameter des SAP Funktionsbausteins „Z_PM_NOTIF_JCO“ [Lad09] .	128
6.9	Rückmeldung der erstellten SAP Meldungsnummer auf das mobile Endgerät [Lad09]	132
6.10	Vom mobilen Endgerät erfasste Instandhaltungsmeldung im SAP System [Lad09]	133
6.11	Dienste zum Objekt bei SAP Instandhaltungsmeldungen [Lad09]	134
6.12	SAP Business Dokument aus der Anlagenliste einer Instandhaltungsmeldung anzeigen [Lad09]	135
7.1	Angebrachter Data Matrix Barcode auf dem technischen Objekt Motor (SAP Equipmentnummer EQUI5) [Lad09] [Flo10] [Kay10]	140
7.2	Data Matrix Barcode um die Applikation zur mobilen Erfassung von Instandhaltungsmeldungen aufzurufen [Lad09] [Kay10]	141
7.3	Standard Nokia Data Matrix Barcodescanner am mobilen Endgerät Nokia N95 8GB [Lad09]	141
7.4	Data Matrix Barcode erfolgreich mit Barcodescanner am mobilen Endgerät Nokia N95 8GB eingelesen [Lad09]	142
7.5	Automatische Befüllung des Eingabefeldes Equipment durch den Aufruf des Links aus dem Data Matrix Barcodescanner [Lad09]	143