



Thema:

**Prototypische Entwicklung einer Schnittstelle zur Integration eines
ERP-Systems und einer Projektmanagement-Software als Bestandteil eines
Turnaround Management Systems**

Diplomarbeit

Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik

Themensteller: TECTURA GmbH
Listemannstr. 10, 39104 Magdeburg
Betreuer: Dipl.-Wirtsch.-Inf. Stefan Breitenfeld

Vorgelegt von: Dirk Schumann

Abgabetermin: 14.03.06

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme	III
Verzeichnis der Tabellen	IV
Verzeichnis der Abbildungen	V
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
2 Projekte als eine spezielle Art der Leistungserstellung	3
2.1 Der Projektbegriff.....	3
2.2 Charakterisierung von Projekten	6
2.2.1 Projektdauer	6
2.2.2 Projektgröße	7
2.2.3 Projektarten	8
3 Projektmanagement	10
3.1 Der Managementbegriff	10
3.2 Entwicklung des Projektmanagements.....	11
3.3 Definition Projektmanagement.....	12
3.4 Hauptbereiche des Projektmanagements.....	12
3.4.1 Institutionelles Projektmanagement.....	12
3.4.2 Funktionelles Projektmanagement.....	14
3.4.3 Unterteilung der Projektlaufzeit in Phasen	14
4 Instandhaltung und Instandhaltungsmanagement.....	23
4.1 Definitionen und Grundlagen.....	23
4.1.1 Wartung.....	24
4.1.2 Inspektion.....	25
4.1.3 Instandsetzung.....	25
4.1.4 Verbesserung.....	26
4.2 Grundstrategien der Instandhaltung	26
4.2.1 Ausfallbedingte Strategie.....	26
4.2.2 Vorbeugende Strategie	27
4.2.3 Zustandsbezogene Strategie	27
4.2.4 Der richtige Mix.....	28
4.3 Wozu Instandhaltungsmanagement?.....	29
5 Management von Shutdowns, Turnarounds und Stillständen	31
5.1 Begriffsklärung und -abgrenzung.....	31
5.2 Notwendigkeit von Turnarounds und Turnaround Management.....	32
5.3 Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu normalen Projekten.....	33
5.4 Der Ablauf eines Turnarounds	36
5.4.1 Initiierung des Turnarounds	36

5.4.1.1	Geschäftsplanung.....	37
5.4.1.2	Strategie und Ausrichtung.....	37
5.4.1.3	Die Organisation	39
5.4.2	Die Turnaround-Planung.....	40
5.4.2.1	Der richtige Arbeitsumfang	40
5.4.2.2	Materials Management.....	44
5.4.2.3	Die Personalplanung	45
5.4.2.4	Kontrolle der Pläne, Termine und Kosten	47
5.4.3	Die Turnaround-Durchführung	48
5.4.3.1	Pre-Turnaround und Vorbereitung.....	48
5.4.3.2	Die eigentliche Ausführung	49
5.4.4	Post-Turnaround und Auswertung	49
6	Die Entwicklung eines Turnaround Management Systems	51
6.1	Anforderungen an ein Turnaround Management System	51
6.2	Aufnahme des Ist-Zustandes und Bewertung.....	52
6.2.1	Ist-Zustand	52
6.2.2	Analyse und Bewertung	54
6.3	Angestrebter Entwicklungsverlauf	56
6.4	Implementierung des Schnittstellen-Prototypen	58
6.4.1	Funktionsweise und Implementierung der Schnittstelle	58
6.4.2	Ablauf anhand eines Beispiels	62
6.5	Das Turnaround Reporting.....	67
6.5.1	Kritische Vorgänge	68
6.5.2	Plan/Ist-Vergleich bezüglich der Arbeit	68
6.5.3	Plan/Ist-Vergleich zur Kostenkontrolle	69
7	Zusammenfassung	71
8	Ausblick.....	72
	Literaturverzeichnis.....	73

Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme

AktG	Aktiengesetz
API	Application Programming Interface
CPM	Critical Path Method
ERP	Enterprise Resource Planning
FGR	Fortschrittsgrad
IT	Informationstechnologie
MSP	Microsoft Project
NASA	National Aeronautic and Space Administration
ODBC	Open Database Connectivity
OLAP	Online Analytical Processing
PDS	Project Data Service
PMI	Project Management Institute
PMS	Projektmanagementsystem
PSP	Projektstrukturplan
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
TARMAP	Turnaround Management Process
WSAP	Work Scope Approval Process
WSRT	Work Scope Review Team
XML	Extensible Markup Language

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 2.1: Mögliche Einteilung der Projektgröße	7
Tab. 6.1: Beispiel für eine Anfrage und die zugehörige Antwort über den Project Data Service	61

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 3.1: Projektmanagement Regelkreis	16
Abb. 3.2: Magisches Dreieck des Projektmanagements.....	19
Abb. 4.1: Abnutzungsvorrat.....	24
Abb. 4.2: Darstellung der Ausfallwahrscheinlichkeit während der Lebensdauer einer Betrachtungseinheit (vereinfacht).....	29
Abb. 4.3: Entwicklung der Instandhaltungskosten von bundesdeutschen Industrieunternehmen	30
Abb. 5.1: Gegenüberstellung von normalen Projekten und Turnarounds	35
Abb. 5.2: Beispiel für einen Work Scope Approval Process.....	42
Abb. 5.3: Beispiel eines Ressourcenplans als Balkendiagramm (Ist und Soll)	45
Abb. 5.4: Beispiel für eine Stundenverbrauchskurve (Ist und Soll)	46
Abb. 6.1: Darstellung des Ist-Zustandes bei der Planung, Terminierung und Durchführung von Turnarounds in den befragten Unternehmen	53
Abb. 6.2: Darstellung eines möglichen Soll-Zustandes für die Planung, Terminierung und Durchführung von Turnarounds	56
Abb. 6.3: X++ Code-Beispiel	62
Abb. 6.4: Eine Kolonne in einer Raffinerie	63
Abb. 6.5: Demontierte Wärmetauscher mit Rohrbündeln (links) und Mänteln (rechts)	63
Abb. 6.6: Das Beispielprojekt im Projektmodul von Axapta	64
Abb. 6.7: Hauptfenster der Schnittstelle	64
Abb. 6.8: Export des Beispielprojekts zum Project Server.....	65
Abb. 6.9: Das exportierte Beispielprojekt im Project Professional Client	65
Abb. 6.10: Die beplanten und terminierten Anlagenteile und das zugehörige Gantt- Diagramm	66
Abb. 6.11: Die vollständige Projektstruktur und die Aktivitäten eines Unterprojekts in Axapta.....	67
Abb. 6.12: Kritische Vorgänge für das Beispielprojekt.....	68
Abb. 6.13: Vergleich der geplanten und aktuellen Arbeit nach Ressourcen	69
Abb. 6.14: Gegenüberstellung von geplanten und tatsächlich angefallenen Kosten nach Ressourcen.....	69

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Moderne Produktionsanlagen stellen heutzutage neben einem hohen Leistungspotenzial auch einen erheblichen Anlagenwert mit entsprechender Kapitalbindung dar. Für eine möglichst wirtschaftliche Produktion müssen diese Anlagen einen störungsfreien Betrieb über den gesamten Lebenszyklus aufweisen. Ungeplante Anlagenstillstände führen häufig zu teuren Produktionsausfällen.

Großabstellungen von technischen Anlagen, so genannte Turnarounds, spielen für die Sicherstellung der Produktion eine zunehmend wichtigere Rolle. Sie bedürfen je nach Umfang der zu verrichtenden Arbeiten einer Planung und Vorbereitung von teilweise mehreren Jahren und werden in nur wenigen Wochen durchgeführt. Während der Ausführung von Turnarounds werden eine Reihe von Maßnahmen wie beispielsweise Inspektionen, Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten sowie Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt. Gleichzeitig wird damit auch gesetzlichen und versicherungstechnischen Verpflichtungen und Auflagen nachgekommen.

An einem großen Turnaround sind mitunter hunderte Mitarbeiter von verschiedenen Zulieferern und Servicedienstleistern beteiligt. Alle diese Mitarbeiter müssen organisiert und koordiniert werden. Benötigte Materialien müssen pünktlich in ausreichender Menge am richtigen Ort sein. Das Turnaround-Management ist für Betreiber von technischen Anlagen wie auch für die Dienstleister mit erheblichen finanziellen und terminlichen Risiken verbunden, da ein gesamtes Servicenetzwerk die Anlagen zum Teil komplett demontieren, inspizieren, montieren und rechtzeitig zum geplanten Termin wieder in Betrieb nehmen muss.

Ein Turnaround Management System soll dazu beitragen, Turnarounds optimal durchzuführen. Denn eine Verlängerung der ursprünglich geplanten Turnaround-Dauer ist mit hohen zusätzlichen Kosten durch Produktionsausfälle verbunden, die es unbedingt zu vermeiden gilt. Durch Integration der vorhandenen IT-Systeme soll die Planung, Terminierung und Durchführung von Turnarounds optimiert werden. Das Wissen der Instandhaltungsabteilung über den Zustand jeder einzelnen Anlage und jedes einzelnen Anlagenteils sowie eine durchgängige Dokumentation der Tätigkeiten und die Möglichkeit der Nutzung von Erfahrungen vorangegangener Turnarounds bieten ein großes Potential zur Verbesserung zukünftiger Turnarounds.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollen die Anforderungen an ein Turnaround Management System aufgezeigt und erläutert werden. Eine dieser Anforderungen beinhaltet die Integration von vorhandenen IT-Systemen zur Planung, Terminierung, Steuerung und Kontrolle von Turnarounds. Für diese Integration ist eine Schnittstelle

zwischen einem ERP-System und einer Projektmanagement-Software notwendig. Bedingt durch die Eigenschaften von Turnarounds soll außerdem dargelegt werden, dass ein Turnaround durchaus als Projekt anzusehen ist und demnach die Anwendung von Projektmanagement-Techniken und -Methoden sinnvoll ist.

Die Schnittstelle soll als Demonstrationsprototyp implementiert werden und in erster Linie der Sammlung von Erfahrungen und dem Beweis der prinzipiellen Umsetzbarkeit einer solchen Schnittstelle zum Zweck der Akquisition von potentiellen Auftraggebern für ein Turnaround Management System dienen.

Die vorliegende Diplomarbeit wurde bei der TECTURA GmbH in Magdeburg erstellt. Die TECTURA GmbH ist der führende Partner von Microsoft Business Solutions in Deutschland und bundesweit mit 12 Standorten vertreten. Dabei ist der Standort Magdeburg auf den Bereich Anlagen- und Servicemanagement spezialisiert. Die Diplomarbeit soll die Kompetenz in diesem Bereich unterstützen und weiter ausbauen.

2 Projekte als eine spezielle Art der Leistungserstellung

2.1 Der Projektbegriff

Das Wort *Projekt* leitet sich aus dem lateinischen Verb *proicere* (vorwerfen, hinwerfen) ab. Im 17. Jahrhundert entstand daraus das Substantiv *proiectus*, was soviel wie „Das nach vorn Geworfene“ bedeutet. Heutzutage wird der Begriff *Projekt* mitunter sehr inflationär gebraucht und für viele einigermaßen wichtige Vorhaben benutzt (vgl. Jankulik et al. (2005), S. 40). Deshalb soll der Projektbegriff in den folgenden Abschnitten definiert werden.

Eine frühe und viel zitierte Definition legte MARTINO im Jahr 1964 vor:

Er bezeichnet als Projekt „jede Aufgabe, die einen definierbaren Anfang und einen definierbaren Abschluss hat und den Einsatz mehrerer Produktionsfaktoren für jeden der einzelnen, miteinander verbundenen und wechselseitig voneinander abhängigen Teilvorgänge fordert, die ausgeführt werden müssen, um das dieser Aufgabe vorgegebene Ziel zu erreichen“ (Schröder (1973), S. 15 f.)¹.

Diese Definition von MARTINO ist unzureichend. Die Merkmale *definierbarer Anfang* und *definierbares Ende* können auch auf industrielle Massen- und Serienfertigung zutreffen. Erst recht ist ein Einsatz von Produktionsfaktoren kein alleiniges Merkmal von Projekten (vgl. Reschke et al. (1989), S. 3).

Eine weitergehende Begriffsdefinition nimmt LACHNIT vor:

Ein Projekt ist „die Gesamtheit aller Maßnahmen (Projekt-Aufgaben), deren gemeinsames Ziel darin besteht, eine ganz bestimmte, wohl definierte Leistung (Projekt-Ziel) innerhalb einer im voraus festgelegten Zeitspanne (Projekt-Dauer) mit Hilfe einer zieladäquaten Aufbau- und Ablauforganisation (Projekt-Organisation) unter Verwendung geeigneter Hilfsmittel (Projekt-Techniken) und dem Einsatz quantitativ und qualitativ ausreichender Ressourcen (Projekt-Ressourcen) von kompetenten Stellen (Projekt-Träger) durchführen zu lassen, wobei das einzelne Projekt wesentliche Bedeutung für die Erfolgs- und Finanzlage des Unternehmens hat (Projekt-Wertigkeit)“ (Lachnit (1994), S. 22).

JENNY definiert Projekte als „in sich geschlossene, komplexe Aufträge, deren Erfüllung eine Organisation bedingt, die für die Umsetzung der Tätigkeiten eine Methode

¹ Übersetzung durch SCHRÖDER. Das Originalzitat stammt von MARTINO, R.L. in: Project Management and Control, Vol. 1, Finding the Critical Path, New York (1964).

anwendet, mit der alle anfallenden Arbeiten geplant, gesteuert, durchgeführt und kontrolliert werden können.“ (Jenny (1997), S. 58).

JENDROSCH fasst ein Projekt als einmalige Sonderaufgabe von beschränkter Dauer auf, welches durch bestimmte Merkmale gekennzeichnet ist (vgl. Jendrosch (1998), S. 10 f.):

- Eine Vielzahl von Beteiligten verschiedener Funktionsgruppen bzw. Disziplinen,
- das im voraus definierte Ziel,
- eine festgelegte Frist für die Zielerreichung,
- ein relativ hoher Kapitaleinsatz,
- zumeist beschränkte Finanzmittel,
- ein erheblicher Koordinationsaufwand für unterschiedliche geplante und aufeinander abgestimmte Maßnahmen,
- der Einsatz unterschiedlichster Mittel wie Geld, Zeit, Technologie, Material,
- die Koordination des Mitteleinsatzes nach Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten,
- Termin- und Erfolgsdruck,
- ein komplizierter Entscheidungsprozess durch unterschiedliche Meinungen und Ergebnisse oder eine vorhandene politische Ausrichtung,
- ein hierarchischer Entscheidungsprozess durch die Beteiligung verschiedener Führungsebenen und Funktionsbereiche,
- eine begrenzte Übertragbarkeit der Projektplanung auf andere Projekte.

Häufig wird die Definition des Deutschen Normenausschusses für den Projektbegriff zitiert. Ein Projekt ist nach DIN ein „Vorhaben, das im Wesentlichen durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, z. B. Zielvorgabe, zeitliche, finanzielle, personelle oder andere Begrenzungen, Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben und projektspezifische Organisation“ (DIN 69901²).

² Projektmanagement-Begriffe.

Die Einmaligkeit kann hierbei sowohl gegenständlich als auch unter dem Aspekt der Risiken (Terminrisiko, Kostenrisiko, Qualitätsrisiko, etc.) gedeutet werden (vgl. Projekt-Magazin (2005)).

BURGHARDT stützt sich bei seiner Definition des Projektbegriffs auf die Definition in der DIN 69901. Dabei hebt er besonders das Merkmal der Einmaligkeit hervor. Das Projektziel besteht nach Burghardt in der Erstellung eines Produkts³. Zur Erreichung dieses Ziels ist ein bestimmtes Vorgehen im Projekt notwendig. Dieses Vorgehen wird als Prozess bezeichnet und beschreibt den Planungs- und Realisierungsablauf. Als Hauptkriterien für ein Projekt zählt BURGHARDT folgende Merkmale auf (vgl. Burghardt (2000), S. 20 f.):

- Eindeutigkeit der Aufgabenstellung,
- definierte Dauer mit festem Endtermin,
- abgestimmtes Kostenvolumen und
- klare Verantwortungen.

Nach PATZAK und RATTAY sind Projekte weiterhin auch durch folgende Merkmale geprägt:

- Neuartigkeit
- Komplexität und Dynamik
- Interdisziplinarität

Dabei bedeutet neuartig, dass die Aufgabenstellung sich nicht oder nur teilweise wiederholt⁴. Die Komplexität und Dynamik spiegelt sich durch die starke Vernetzung der Teilaufgaben wider. Inhalt und Abhängigkeiten können sich während der Projektlaufzeit laufend ändern. Fachübergreifend ist ein Projekt, weil die erfolgreiche Durchführung des Projekts nur durch das Zusammenwirken unterschiedlichster Qualifikationen, die meist aus verschiedenen Organisationseinheiten kommen, möglich ist (vgl. Patzak/Rattay (2004), S. 19).

³ Unter einem Produkt ist ein Erzeugnis oder ein Ergebnis eines Tätigkeitsvorhabens zu verstehen. Es bildet den Output einer Entwicklung. Dabei muss ein Produkt kein Gegenstand sein, sondern kann z. B. auch Software oder eine Dienstleistung darstellen (vgl. Burghardt (2000), S. 21).

⁴ Das Merkmal der Neuartigkeit ist aus der Sicht des jeweiligen Unternehmens zu verstehen. Deshalb wird häufig auch von relativer Neuartigkeit gesprochen (vgl. Corsten (2000), S. 3).

Um Projektmanagement-Techniken anwenden zu können, muss eine Tätigkeit zuerst als Projekt identifiziert werden. Allzu oft werden Aufgaben und Aufträge fälschlicherweise als Projekt betitelt. Projektarbeit grenzt sich von Routinearbeit vor allem dadurch ab, dass es sich um ein einmaliges, komplexes und im Wesentlichen neuartiges Vorhaben handelt (vgl. TenStep (2006)). Innerhalb von festgelegten Start- und Endterminen soll dabei ein definiertes Ziel erreicht werden. Dieses Ziel lässt sich unterteilen in ein Sachziel und ein Formalziel. Während das Sachziel das zu erbringende inhaltliche Ergebnis spezifiziert, begrenzen die Formalziele den für die Erreichung des Sachziels erforderlichen Zeit- und Mitteleinsatz (vgl. Patzak/Rattay (2004), S. 19). An der Realisierung eines Projektes sind für gewöhnlich diverse Spezialisten beteiligt, unter denen die einzelnen Problemstellungen aufgeteilt werden (vgl. Frese (1998), S. 472).

Im Gegensatz zu ständig wiederkehrenden Arbeiten birgt ein Projektvorhaben meist auch ein höheres Risiko des Scheiterns⁵. Aus diesem Grund wird ein Projekt in einer speziellen und befristeten Organisationsform, der so genannten Projektorganisation abgewickelt, innerhalb derer auf das Ziel hingearbeitet wird (vgl. Wikipedia (2005a)).

Vereinfachend lässt sich für die Praxis ein Projekt also eingrenzen als ein Vorhaben, das in vorgegebener Zeit und mit beschränktem Aufwand ein definiertes Ziel erreichen soll, wobei der genaue Lösungsweg weder vorgegeben noch bekannt ist (vgl. Projekt-Magazin (2005)).

2.2 Charakterisierung von Projekten

Projekte können z. B. unterschieden werden durch (vgl. Burghardt (2000), S. 23):

- Projektdauer
- Projektgröße
- Projektart

2.2.1 Projektdauer

Durch die zeitliche Eingrenzung eines Projekts durch den Start- und Endtermin ergibt sich auch eine Projektdauer. Diese Dauer bewegt sich in Zeiträumen von wenigen

⁵ Dieses erhöhte Risiko ist begründet durch den einmaligen Charakter der Projektaufgaben (vgl. Frese (1998), S. 472). Es kann nur in begrenztem Maß auf bereits vorhandene Kenntnisse und Erfahrungswerte zurückgegriffen werden (vgl. Schiersmann/Thiel (2000), S. 80).

Monaten bis hin zu mehreren Jahren. Nach BURGHARDT sollte die Projektdauer nicht kürzer als zwei Monate, allerdings auch nicht länger als fünf Jahre sein (vgl. Burghardt (2000), S. 22). Die Dauer eines Projekts kann durch die Anzahl der am Projekt beteiligten Mitarbeiter gesteuert werden. Allerdings bemerkt BURGHARDT, dass ein in Verzug geratenes Projekt nicht automatisch durch den Einsatz von zusätzlichem Personal wieder im Zeitplan liegt. Vielmehr kann es zu weiteren Verzögerungen kommen, weil die neuen Mitarbeiter erst eingearbeitet werden müssen. Deshalb ist eine rechtzeitige Bereitstellung des Personals notwendig. Hinzu kommt ein erhöhter Aufwand für die Kommunikation und Koordination, was ebenfalls einen negativen Einfluss auf die Projektdauer hat. BURGHARDT führt weiterhin an, dass die Qualifikationen der einzelnen Mitarbeiter bei der Personalplanung häufig nicht genügend berücksichtigt werden, sondern lediglich von der Anzahl der Personen ausgegangen wird. Durch die teilweise erheblichen Unterschiede bezüglich der Qualifikationen variiert auch die Produktivität der Mitarbeiter, was ebenfalls Auswirkungen auf die Projektdauer hat (vgl. Burghardt (2000), S. 42 f.).

2.2.2 Projektgröße

Die Projektgröße und die Dauer eines Projekts hängen voneinander ab. Der Projektumfang wird entweder durch die bei der Realisierung zu erwartenden Kosten, die benötigte Anzahl an Mitarbeitern oder durch Personenjahre ausgedrückt.

Tab. 2.1: Mögliche Einteilung der Projektgröße

Projektgröße	Mitarbeiter	Personenjahre	Mio. EUR
Sehr klein	< 3	< 0,5	< 0,1
Klein	3 – 10	0,5 – 5	0,1 - 1
Mittel	10 – 50	5 – 50	1 - 10
Groß	50 – 150	50 – 500	10 - 80
Sehr groß	> 150	> 500	> 80

In Anlehnung an Burghardt (2000), S. 22.

Kleine Projekte kommen mit nur wenigen Mitarbeitern aus, wogegen Großprojekte mehrere hundert Mitarbeiter umfassen können. Die Unterteilung der Projektgrößen in Tab. 2.1 ist als Vorschlag zu sehen (vgl. Burghardt (2000), S. 22). Es existieren auch Unterteilungen in kleine, mittlere und große Projekte. Diese Einteilung ist vor allem abhängig von der Gesamtmitarbeiteranzahl im Unternehmen oder dessen Jahresumsatz (vgl. Madauss (1990), S. 48).

2.2.3 Projektarten

Projekte werden weiterhin nach ihrer Art differenziert. Die Art eines Projekts wird durch das Ziel des Vorhabens bestimmt. Unter anderem findet sich eine Unterscheidung in

- Anlagenbauprojekte/Bauprojekte,
- Forschungsprojekte,
- Entwicklungsprojekte,
- Organisationsprojekte und
- IT-Projekte

häufig in der Literatur zum Thema Projektmanagement wieder.

Anlagenbauprojekte bzw. Bauprojekte werden häufig auch unter dem Begriff Investitionsprojekte zusammengefasst. Dies verdeutlicht, dass es sich bei dieser Projektart meist um sehr kostenintensive Vorhaben handelt, welche die initiiierenden Unternehmen stark finanziell belasten. Oft ist für die Planung und Umsetzung dieser Projekte eine Vielzahl von externen Lieferanten notwendig. Eine mangelhafte Auswahl und Koordination der Beteiligten kann zu Terminverzügen führen und hat oft unmittelbare Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit eines Projekts. Durch intensive Planung, klare Anforderungsspezifikation und eine qualitätsbewusste Auswahl der externen Projektpartner können überraschende Schwierigkeiten und Probleme vermieden werden (vgl. Pftzing/Rohde (2001), S. 19 f.).

Forschungsprojekte sind in der Regel zeitaufwändig und sehr risikobehaftet. Am Ende können sie sich als Geldverschwendung herausstellen oder in einer rentablen Entdeckung resultieren. Oft ist im Gegensatz zu den anderen Projektarten das Projektziel noch sehr unklar und schwierig zu spezifizieren. Eine systematische Planung

und Kontrolle des Projektfortschritts ist bei dieser Art von Projekten nur schwer möglich. Jedoch sind die Methoden des Projektmanagements auch hier anwendbar - wenn auch nur bedingt (vgl. Burghardt (2000), S. 23; Pftzing/Rohde (2001), S. 20).

Im Gegensatz zu Forschungsprojekten, haben Entwicklungsprojekte ein klar definiertes Ziel. Die Unsicherheiten im Erreichen des Projektziels sind wesentlich geringer einzustufen. Auf Grund des Zwangs einer termingerechten Fertigstellung (z. B. Markteintritt eines Produktes), ist auf das Projektmanagement besonderes Gewicht zu legen (vgl. Burghardt (2000), S. 23).

Organisationsprojekte (oft auch als Rationalisierungsprojekte bezeichnet) dienen dazu, bestehende und geplante Prozessstrukturen so zu gestalten, dass Kosten gesenkt werden können und die Qualität der Leistungserstellung verbessert wird. „Der Erfolg eines Rationalisierungsprojekts drückt sich nicht direkt in einem Gewinn am Markt aus, sondern in der kostengünstigeren Abwicklung unternehmensinterner Vorgänge“ (Burghardt (2000), S. 23). Da eine Veränderung von bestehenden Prozessen vor allem Auswirkungen für die betroffenen Mitarbeiter hat, muss auch das Projektmanagement ihre Interessen berücksichtigen. Denn werden die Maßnahmen von den Mitarbeitern nicht akzeptiert, werden sich auch die erhofften Rationalisierungseffekte nicht einstellen. Häufig beinhalten die Maßnahmen den Einsatz von Hard- und Software (vgl. Burghardt (2000), S. 23; Pftzing/Rohde (2001), S. 21).

Aus diesem Grund sind IT-Projekte sehr oft eng mit Organisationsprojekten verbunden. So ist beispielsweise eine Eigenentwicklung für kritische Geschäftsprozesse nötig oder es wird beschlossen, eine neue Standardsoftware im Unternehmen einzuführen (z. B. ERP-System). Als Besonderheit von IT-Projekten gilt die Projektdauer. Komplexe Projekte mit einer langen Projektlaufzeit bergen die Gefahr eines zwischenzeitlichen Hard- oder Softwarewechsels. Zusätzlich steigt mit der Dauer das Risiko eines Mitarbeiterwechsels, was dann wiederum zu Verzögerungen führen kann (vgl. Grupp (2003), S. 20).

Zweck dieser Klassifizierung ist die Auswahl der richtigen Projektmanagement-Methoden.

3 Projektmanagement

3.1 Der Managementbegriff

RINZA beschreibt *Management* als „die Leitung oder die ‚geschickte Behandlung‘ einer Aufgabe selbst, zugleich aber auch die Institution, die diese Leitung ausführt“ (Rinza (1998), S. 3).

Eine genauere Definition findet sich bei KEBLER und WINKELHOFER. Die Autoren verstehen Management als „das Erreichen bestimmter Ziele durch Personen, das Sicherstellen von günstigen Rahmenbedingungen und Strukturen im Rahmen von gegebenen Verhältnissen zur Beschaffung und Steuerung des Einsatzes von Ressourcen“ (Kessler/Winkelhofer (1999), S. 10). Management ist sowohl als Funktion, als auch als Prozess zu sehen. Innerhalb einer Organisation erfüllt das Management Funktionen wie Ressourcenbeschaffung, die Schaffung und Anpassung von Organisationsstrukturen, die Steuerung und die Regelung. Dabei ist Management keine einmalige Angelegenheit, sondern „eine Abfolge von Handlungen, Maßnahmen, Abstimmungen, Entscheidungen, Kontrollen usw., die sich meist als Prozess oder als Zyklus beschreiben lassen.“ (Keßler/Winkelhofer (1999), S. 10).

Wesentlich ausführlicher wird das Thema Management im Buch *Projektmanagement Fachmann* behandelt. Hier wird Management, wie auch schon bei KEBLER und WINKELHOFER als Funktion, aber auch als Institution gesehen. Die funktionale Interpretation wird wiederum unterteilt in sachbezogene und personenbezogene Aufgaben. Sachbezogene Funktionen, wie „Planen, Organisieren und Kontrollieren, behandeln Sachfragen bzw. Objekte im Betrieb“ (Dworatschek (2004), S. 8). Die personenbezogenen Funktionen werden häufig auch unter dem Begriff Personalführung zusammengefasst. Sie betreffen das unmittelbare, kommunikative Einwirken auf die Mitarbeiter. Der Autor führt jedoch berechtigterweise an, dass eine Unterscheidung in konkreten Führungssituationen kaum möglich ist. Vielmehr sind beide Funktionsarten gleichzeitig auszuüben (vgl. Dworatschek (2004), S. 8).

Neben dem Management als Funktion wird das Management als Institution aufgeführt. Wenn umgangssprachlich von dem Management gesprochen wird, ist im Allgemeinen von Stellen, Instanzen und Organen in einem Unternehmen oder in einer Organisation die Rede, denen Führungsaufgaben übertragen wurden. So haben alle eine Weisungsbefugnis gegenüber den anderen Mitarbeitern dieser Organisation. Inhaber einer dieser organisatorischen Positionen werden Führungskräfte oder Manager genannt. In größeren Unternehmen ist oft eine Einteilung in obere, mittlere und untere Führungskräfte gebräuchlich (vgl. Dworatschek (2004), S. 8)

3.2 Entwicklung des Projektmanagements

In der Literatur findet sich fast immer das Beispiel vom Bau der Pyramiden oder der chinesischen Mauer, wenn es um die historische Entwicklung des Projektmanagements geht. Auch in der jüngeren Geschichte sind vergleichbare Projekte, wie beispielsweise der Bau des Panama-Kanals, zu finden. Auffallend oft haben große Vorhaben einen militärischen Hintergrund. So z. B. der Aufbau großer Kriegsflotten in verschiedenen Epochen. Ohne ein wirkungsvolles Management, wäre die Umsetzung dieser Vorhaben kaum möglich gewesen (vgl. Madauss (1990), S. 10 f.).

Das moderne Projektmanagement entstand während und nach dem zweiten Weltkrieg in den USA. Äußerst große, komplexe und interdisziplinäre Vorhaben, wie die Entwicklung der ersten Atombombe, erforderten völlig neue Organisationsstrukturen. Vor allem die enorme Verflechtung von Wissenschaftlern und Ingenieuren aus Universitäten, Industrie und Regierungsstellen stellte ein großes Problem dar, da die fachübergreifende Koordination der existierenden Abteilungen, Institute und Unternehmen kaum oder nicht möglich war (vgl. Madauss (1990), S. 10 f.).

Daher bildete sich das Projektmanagement heraus. Die zahlreichen Projektbeteiligten sollten so nicht nur ihre eigenen Ziele verfolgen, sondern das Projekt als Ganzes zum Erfolg führen. Durch spezielle Organisationsformen und neue Planungs- und Kontrollinstrumente gelang es, den projektspezifischen Koordinationsbedarf zu befriedigen. Zusätzlich wurde auf diese Weise eine Managementfunktion etabliert, die für die technischen und administrativen Belange der Projektrealisierung verantwortlich war (vgl. Madauss (1990), S. 10 f.).

Einen hohen Anteil an der Entwicklung, Verbesserung und Dokumentation der Methoden, Instrumente und Konzepte des Projektmanagements hatten das Department of Defense, die NASA⁶ sowie die Air Force, die Navy und die Army (vgl. Madauss (1990), S. 10 f.).

Die neuen Managementkonzepte wurden vorerst erfolgreich in der Luft- und Raumfahrtindustrie eingesetzt. In den sechziger und siebziger Jahren hielten die Projektmanagement-Konzepte schließlich auch Einzug in andere Branchen. Besonders im Anlagenbau wurden Anpassungen vorgenommen und die Konzepte branchenspezifisch weiterentwickelt (vgl. Mörsdorf (1998), S. 69).

⁶ National Aeronautic and Space Administration.

Durch internationale Projekte wurde das Projektmanagement-Know-How der USA letztlich auch in Europa und Deutschland⁷ bekannt (vgl. Mörsdorf (1998), S. 70).

3.3 Definition Projektmanagement

Die DIN definiert Projektmanagement als „die Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und –mittel für die Abwicklung eines Projekts“ (DIN 69901).

Das Project Management Institute (PMI)⁸ grenzt den Projektmanagement-Begriff wie folgt ab: „Project management is the application of knowledge, skills, tools, and techniques to a broad range of activities in order to meet the requirements of a particular project“ (PMI (2006)).

3.4 Hauptbereiche des Projektmanagements

In der allgemeinen Managementliteratur⁹ wird zwischen

- Institutionellem und
- funktionellem Projektmanagement

differenziert. Im Mittelpunkt des funktionalen Projektmanagements stehen die Funktionen und Prozesse eines Projekts. Institutionelles Projektmanagement konzentriert sich dagegen auf die Personen und Personengruppen, die die anfallenden Managementaufgaben wahrnehmen sowie deren Tätigkeiten und Rollen¹⁰. Diese beiden Bereiche sollen im Folgenden näher erläutert werden.

3.4.1 Institutionelles Projektmanagement

Um große Aufträge und Vorhaben bewältigen zu können, ist es notwendig, eine projektspezifische Aufbaustruktur bereitzustellen. Fachkräfte aus mehreren Dienststellen und Abteilungen sollen zeitlich begrenzt zusammenarbeiten und müssen

⁷ In Deutschland wurde zunächst nur die Netzplantechnik übernommen, die teilweise heute noch als Synonym für Projektmanagement betrachtet wird (vgl. Schelle (2004), S. 36).

⁸ <http://www.pmi.org>.

⁹ Zum Beispiel Staehle (1999), S. 69 ff.; Steinmann/Schreyögg (2005), S. 5 f.

¹⁰ WITTMANN nennt als weitere Kategorie das personelle Projektmanagement, welches dem institutionellen Projektmanagement zuzurechnen ist (vgl. Wittmann (1993), Sp. 3560 ff.).

deshalb aus der herkömmlichen Linienorganisation herausgelöst werden (vgl. Burghardt (2000), S. 90).

Zu den Aufgaben des institutionellen Projektmanagements gehören (vgl. Jenny (1997), S. 98):

- Erstellen einer flexiblen Aufbauorganisation
- Fachliche und personelle Beziehungen und Hierarchien
- Abgrenzung und Zuordnung der Aufgaben
- Kompetenz- und Verantwortungsverteilung
- Ressourcenzuordnung zur effizienten Nutzung
- Festlegung des Informationssystems: Kommunikationswege und Art der Information
- Festlegung der Projektdokumentation in Form von Projekt- und Systemergebnissen

Die DIN definiert eine *Projektorganisation* als die „Gesamtheit der Organisationseinheiten und der aufbau- und ablauforganisatorischen Regelungen zur Abwicklung eines bestimmten Projektes“ (DIN 69901). Weiterhin wird in der DIN bemerkt, dass die Projektorganisation üblicherweise aus Teilen der vorhandenen Betriebsorganisation und ergänzenden projektspezifischen Regelungen besteht (vgl. DIN 69901).

Hauptbestandteil einer Projektorganisation sind neben dem Auftraggeber der Projektleiter und das Projektteam. Der Projektleiter ist während der Projektlaufzeit für die Planung, Durchführung, Überwachung und Steuerung des Projekts im Sinne des Auftraggebers verantwortlich. Das Projektteam und der Projektleiter bilden für die Dauer des Projekts eine Organisationseinheit (vgl. Wiczorrek/Mertens (2005), S. 23).

Häufig angewandte Projektorganisationsformen sind beispielsweise die *reine Projektorganisation*, die *Einfluss-Projektorganisation*, die *Matrix-Projektorganisation* und die *Auftrags-Projektorganisation*. Alle diese Projektorganisationen unterscheiden sich in Bezug auf die Einbettung in die bestehende Unternehmensorganisation oder der Weisungs- und Entscheidungsbefugnis des Projektleiters (vgl. Burghardt (2000), S. 90 ff.). Auf eine detaillierte Beschreibung dieser Organisationsformen soll in dieser Arbeit verzichtet werden. CORSTEN und BURGHARDT beschreiben ausführlich die

Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowie die Vor- und Nachteile der jeweiligen Organisationsformen¹¹.

3.4.2 Funktionelles Projektmanagement

Die zweite Sichtweise des Projektmanagements widmet sich der Fragestellung, welche Aufgaben und Prozesse in einem Projekt durchzuführen sind. Funktionelles Projektmanagement ist „die konkrete planerische Auslegung dieser Aufgaben in einer logischen, mengenmäßigen, räumlichen und zeitlichen Abfolge (Ablauforganisation)“ (Jenny (1997), S. 197).

Die drei Hauptaufgabenbereiche des funktionellen Projektmanagements umfassen (vgl. Jenny (1997), S. 197):

- Projektplanung
- Projektsteuerung und Koordination
- Projektüberwachung und –kontrolle

Für eine zielgerichtete Abwicklung des Projekts ist es erforderlich, klare Zeitabschnitte zwischen dem Projektbeginn und dem Projektende einzufügen (vgl. Burghardt (2000), S. 110). Die drei Hauptaufgabenbereiche gliedern sich in diese Projektphasen ein oder begleiten sie während der Dauer des Projekts. Im folgenden Abschnitt sollen die Phasen und die Aufgabenbereiche des funktionellen Projektmanagements genauer beschrieben werden.

3.4.3 Unterteilung der Projektlaufzeit in Phasen

Das Ziel einer Untergliederung der Projektlaufzeit in bestimmte Phasen ist es, das Risiko der technischen Realisierbarkeit zu vermindern. Diese Projektphasen sind überschaubar und zeitlich begrenzt. Für jede Phase sind bestimmte Arbeitsinhalte und Ergebnisse festgelegt (vgl. Mörsdorf (1998), S. 71).

¹¹ Vgl. dazu Corsten (2000), S. 51 ff.; Burghardt (2000), S. 90 ff.

Anhand dieser Ergebnisse muss schließlich entschieden werden, ob

- die Folgephase beginnen kann,
- die letzte Phase wiederholt werden muss oder
- das Projekt eingestellt wird (vgl. Mörsdorf (1998), S. 73).

Zudem entspricht die Unterteilung eines Vorhabens in einzelne Phasen und die anschließende Abarbeitung der menschlichen Denkweise. Das zeitlich Naheliegende wird dabei detailliert, später ablaufende Prozesse werden vorerst nur grob geplant.

Die genaue Einteilung der Phasen eines Projekts hängt vor allem von der Projektart ab. So beinhaltet z. B. ein IT-Projekt normalerweise mehrere Pflege- bzw. Wartungsphasen. Ein Bauprojekt endet in der Regel mit einer Abnahme des fertig gestellten Baus.¹²

In der Regel können jedoch vier Hauptphasen (vgl. Corsten (2000), S. 12 ff.; Burghardt (2000), S. 15 ff.)¹³ unterschieden werden:

- Projektdefinition
- Projektplanung
- Projektabwicklung/ -realisation
- Projektabschluss

Die einzelnen Projektphasen und die Aufgabenbereiche des funktionellen Projektmanagements lassen sich in einem Regelkreis darstellen (siehe Abb. 3.1).

Als Projektbeginn wird der Anfang der Projektdefinition betrachtet. Das Ende der vierten Phase bildet gleichzeitig das Projektende. Diese Phasen werden in der Literatur als *Projektlebenszyklus* oder auch *Project Life Cycle* bezeichnet. In der Regel ist diesen Projektphasen eine *Vorbereitungsphase* vorgelagert. In dieser Vorphase werden beispielsweise die zu bearbeitenden Projekte aus einer Vielzahl von Projektvorschlägen und -ideen mit Hilfe von Machbarkeitsstudien, Risikobeurteilungen und ähnlichen

¹² Typische Phasenmodelle für bestimmte Projektarten sind bei HOEHNE beschrieben (Hoehne (2004), S. 222 ff.).

¹³ BURGHARDT nennt die dritte Phase nicht Projektabwicklung bzw. -realisation, sondern Projektkontrolle. Er führt aber im Text an, dass nach der Planungsphase die eigentliche Projektdurchführung folgt und diese von der Projektkontrolle begleitet wird. Deshalb soll hier auch der Begriff Projektdurchführung gebraucht werden. Allerdings ist die Benennung der letzten Phase bei BURGHARDT treffender als bei CORSTEN (Projektdokumentation/Übergabe an den Auftraggeber), weshalb hier der Begriff Projektabschluss verwendet werden soll.

Wichtige Aufgaben der Projektplanung (vgl. Burghardt (2000), S. 15; Corsten (2000), S. 20) sind:

- Strukturplanung
- Aufwandschätzung
- Terminplanung
- Einsatzmittelplanung
- Kostenplanung
- Risikomanagement
- Erstellung von Projektplänen

Mit Hilfe der Strukturplanung werden die Produktstruktur, die Projektstruktur und die Kostenstruktur erstellt. Basis hierfür bilden die Vorgaben im Anforderungskatalog. Anhand des Projektstrukturplans (PSP) können die Arbeitspakete abgeleitet werden, für welche dann eine Aufwandschätzung durchzuführen ist. Ist die Aufwandschätzung für die Aufgabenpakete abgeschlossen, kann eine Terminplanung vorgenommen werden. Hierbei ist es hilfreich, bei größeren Projekten fasst unumgänglich, die Netzplantechnik als Hilfsmittel zu nutzen (vgl. Burghardt (2000), S. 16 f.; Pfetzling/Rohde (2001), S. 178 ff.).

Aufgabe der Einsatzmittelplanung ist es, das zur Verfügung stehende Personal und die Betriebs- und Sachmittel optimal einzusetzen. Besonders wichtig ist dies beim Multiprojektmanagement, bei dem ein Abgleich der vorhandenen Ressourcen über alle Projekte durchzuführen ist. Bei einer optimalen Planung können so Engpässe und Leerläufe vermieden werden, was zu einer Verkürzung der Laufzeit bei der Projektdurchführung führt. Zwangsläufig geht damit auch eine Reduzierung der Kosten einher (vgl. Burghardt (2000), S. 17; Pfetzling/Rohde (2001), S. 203 ff.).

Die Kosten- und Finanzmittelplanung bettet ein Projekt in das Finanz- und Rechnungswesen eines Unternehmens ein. Mittels des daraus resultierenden Zahlenmaterials können Budgets für die einzelnen Teilprojekte festgelegt und schrittweise freigegeben werden. Außerdem ist die Planung Grundvoraussetzung, um die Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens regelmäßig überprüfen zu können. Zusätzlich können so Projektleistungen intern und extern abgerechnet werden. Zu beachten ist dabei, dass eine signifikante Beeinflussung der Kosten eines Projekts nur in den

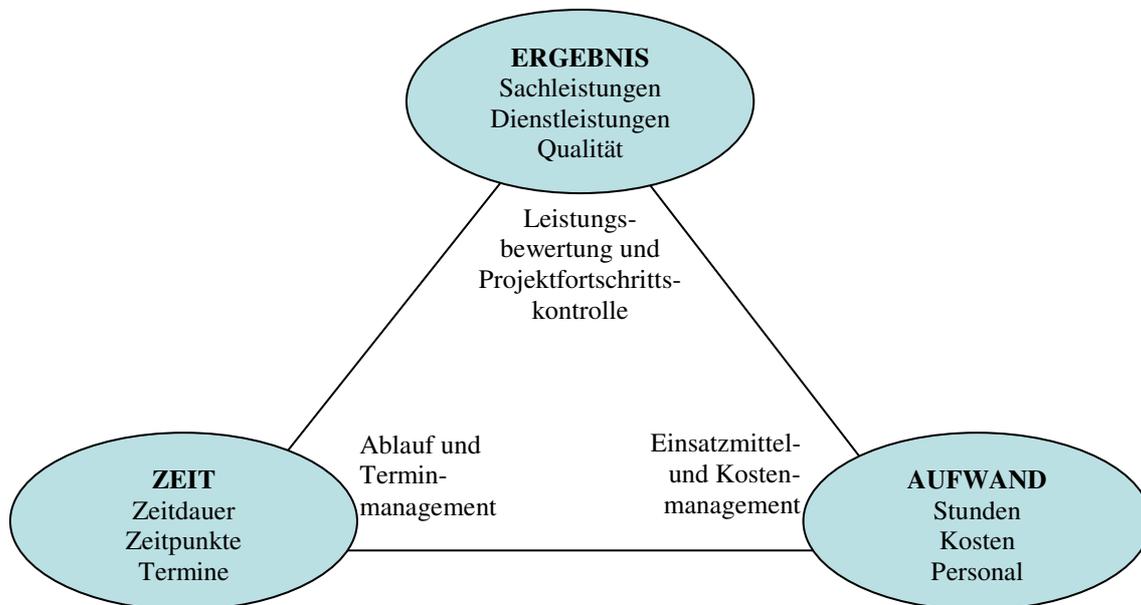
Planungsphasen erfolgen kann (vgl. Pftzing/Rohde (2001), S. 218 ff.; Burghardt (2000), S. 17).

Umweltveränderungen und Einflüsse der Unternehmensstruktur und –kultur auf das aktuelle Projektgeschehen bergen teilweise erhebliche Risiken für den Erfolg eines Projekts in sich. Das Risikomanagement dient dazu, potentielle Gefahren systematisch zu erforschen und Konzepte zu erarbeiten, wie diesen Gefahren am besten begegnet werden kann (vgl. Pftzing/Rohde (2001), S. 304). Von jedem Unternehmen wird inzwischen ein angemessenes Risikomanagement gesetzlich gefordert (vgl. Ernst et al. (1998), S. 52 f.; § 91 Abs. 2 AktG). Dabei gliedert sich der Risikomanagement-Prozess in die drei Bereiche *Risikoanalyse*, *Risikoabsicherung* und *Risikoeintrittsmanagement*. Mit Hilfe einer Risikoanalyse soll eine frühzeitige Risikovorbeugung oder -minderung erreicht werden. Sie dient dem Identifizieren von potentiellen Projektrisiken und ergründet mögliche Ursachen und Auswirkungen. Sind sich die Projektbeteiligten über die Risiken und Risikozusammenhänge im Klaren, ermöglicht dies auch ein bewusstes Eingehen von Risiken, weil Handlungsalternativen erstellt werden können. Die Risikoabsicherung plant Steuerungsmaßnahmen, die der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Risikos entgegenwirken (*Präventivmaßnahmen*) und setzt diese um. Andererseits werden *Eventualmaßnahmen* erarbeitet, die die Folgen von eingetretenen Risiken mildern sollen. Treten im Projektverlauf doch Probleme auf, kann durch das Risikoeintrittsmanagement und der zuvor durchgeführten Risikoanalyse bzw. der erarbeiteten Eventualmaßnahmen schnell reagiert werden (vgl. Burghardt (2000), S. 17; Pftzing/Rohde (2001), S. 304 ff.).

Die Ergebnisse der Projektplanung sind in jedem Fall in Form von Tabellen, Diagrammen, Graphiken und Beschreibungen schriftlich festzuhalten. Mit Hilfe dieser schriftlichen Ergebnisse (Pläne) wird eine effiziente Kommunikation zwischen allen Beteiligten ermöglicht und deren Anstrengungen auf die Erreichung der Projektziele ausgerichtet (vgl. Jenny (1997), S. 200; Burghardt (2000), S. 17).

Die Umsetzung der Projektplanung erfolgt in der Phase der *Projektentwicklung bzw. -realisation*. Begleitet wird diese Phase von der *Projektkontrolle*. Ihr obliegt in erster Linie die Aufgabe, Plan- und Ist-Werte ständig zu vergleichen. Nur auf diese Weise ist es möglich, Abweichungen von den Planvorgaben frühzeitig zu erkennen. Durch die Auswertung der Ergebnisse dieses Plan/Ist-Vergleichs können und müssen adäquate Maßnahmen getroffen werden, um die Erreichung der Projektziele nicht zu gefährden (*Projektsteuerung*). Dies kann auch geänderte Planvorgaben bedeuten (vgl. Burghardt (2000), S. 17).

Die Zielgrößen Zeit, Aufwand und Ergebnis werden oft im so genannten „Magischen Dreieck des Projektmanagements“ (auch „Zieldreieck“ genannt) dargestellt (siehe Abb. 3.2). Diese Darstellung soll vermitteln, dass Zeit, Aufwand und Ergebnis nicht unabhängig voneinander verändert werden können (vgl. Felske (2004), S. 726; Jenny (1997), S. 59 f.).



Quelle: Motzel (2004), S. 693.

Abb. 3.2: Magisches Dreieck des Projektmanagements

Die wichtigsten Bestandteile der Projektkontrolle sind (vgl. Burghardt (2000), S. 17):

- Terminkontrolle
- Aufwands- und Kostenkontrolle
- Sachfortschrittskontrolle
- Qualitätssicherung
- Konfigurationsmanagement
- Projektdokumentation
- Projektberichterstellung

Bei der Terminkontrolle empfiehlt sich wieder die Anwendung der Netzplantechnik, insbesondere von computergestützten Netzplanverfahren. Des Weiteren sollten auch Trendanalysen durchgeführt werden, um beispielsweise Trends in aktualisierten Plandaten zu erkennen. Zur Aufwands- und Kostenkontrolle gehört z. B. das Erfassen der erbrachten Personalstunden und der Nutzungszeit der Sachmittel. Die Personaleinsatzzeiten sollten zu einzelnen Arbeitspaketen, Organisationseinheiten, Teilprojekten, Projektphasen, Tätigkeitsarten und Konten zuordenbar sein.

Wird eine EDV-gestützte Stundenkontierung eingesetzt, reduziert sich der Aufwand für das Erfassen der Stunden erheblich, da nur noch die Zeiten selbst eingetragen werden müssen. Alle anderen relevanten Informationen sind bereits eingetragen (vgl. Burghardt (2000), S. 18 und S. 338 ff.; Felske (2004), S. 742 f.).

Für die Kostenerfassung des eigenen Personals werden die zuvor gemeldeten Kosten mit internen Stundenverrechnungssätzen multipliziert bzw. bewertet. Diese Kosten können schließlich den Kostenstellen und Kostenarten zugeordnet werden. Dabei bestimmt das Rechnungswesen des jeweiligen Unternehmens die genaue Aufteilung der Kostenstellen und -arten. Ebenfalls erfasst werden müssen die Kosten für externe Mitarbeiter (etwa Consultantkräfte). Diese Kosten werden in der Regel durch eingehende Rechnungen belastet. Zusätzlich zu den Personalkosten sind außerdem zusätzliche Entwicklungskosten, wie z. B. Kosten für die Nutzung von Maschinen oder Materialbezüge, zu berücksichtigen (vgl. Burghardt (2000), S. 343 ff; Felske (2004), S. 743 f.).

Das „Magische Dreieck“ in Abb. 3.2 führt neben den Größen Zeit und Aufwand auch das Ergebnis auf. Diese Größe ist wohl die Wichtigste, wenn es darum geht, den tatsächlichen Projektfortschritt („physical progress“) aufzuzeigen. Die zu erbringenden Sach- und Dienstleistungen sind entweder durch Lasten- bzw. Pflichtenhefte oder Leistungsverzeichnisse spezifiziert oder im Projektauftrag bzw. Kundenvertrag festgehalten. Eine bedeutende Maßangabe ist hierbei der Fortschrittsgrad (FGR). Er definiert die Zielerreichung zu einem bestimmten Zeitpunkt in Prozent. Zu unterscheiden sind dabei der Plan-Fortschrittsgrad und der Ist-Fortschrittsgrad (auch Fertigstellungsgrad genannt). Zusätzlich zum Grad des Fortschritts kann auch ein Fertigstellungswert (Wert der erbrachten Sach- und Dienstleistungen) zu einem bestimmten Stichtag ermittelt werden (vgl. Motzel (2004), S. 694; Felske (2004), S. 745 f.).

Die Qualitätssicherung ist genau genommen nicht auf die Projektdurchführung beschränkt, sondern findet projektbegleitend und entwicklungsunterstützend statt. Ziel ist es, qualitativ hochwertige Produkte zu schaffen. Damit dies gelingt, ist eine

genaueste Prüfung der Entwurfsdokumente während der Planung zur Fehlervermeidung notwendig. In der Realisierung kommt es dagegen auf eine gezielte und schnelle Fehlerbehebung an (vgl. Burghardt (2000), S. 18). Das Qualitätsmanagement sollte deshalb auf Normen und Richtlinien zur Qualitätssicherung aufbauen¹⁴.

Das Konfigurationsmanagement als eine zentrale Aufgabe im Projektmanagement legt die Abwicklungsschritte des jeweiligen Projekts als eine Folge kontrollierter Änderungen, aufbauend auf gesicherten Arbeitsergebnissen fest. *Konfiguration* kann definiert werden als „Funktionelle und physische Merkmale eines Produkts, wie sie in seinen technischen Dokumenten beschrieben und im Produkt verwirklicht sind“ (DIN EN ISO 10007¹⁵). Änderungen an den Produkthanforderungen müssen zur Vermeidung von Unklarheiten, Unvollständigkeitsen und Fehlern genehmigt und dokumentiert werden. Die Auswirkungen dieser Änderungen sind rechtzeitig transparent zu machen. Damit besitzt ein Konfigurationsmanagement auch eine Frühwarnfunktion (vgl. Saynisch/Bürgers (2004), S. 1010 f.).

Bei der Projektdokumentation werden alle Informationen rund um das Projektgeschehen berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise Spezifikationen, Verträge, Test- bzw. Prüfunterlagen und die erstellten Projektpläne (Plan-Informationen) (vgl. z. B. Andreas et al. (1992), S. 96). Aber auch Projektberichte, die zusätzlich Ist-Informationen enthalten, gehören zu einer vollständigen Projektdokumentation. Für eine verständliche Dokumentation ist eine verbindliche Dokumentationsordnung notwendig (vgl. Burghardt (2000), S. 19; Corsten (2000), S. 38 f.).

Ziel der Projektberichterstattung ist es, allen Projektbeteiligten die notwendigen Projektinformationen zur rechten Zeit und in verwendbarer Form zukommen zu lassen. Dabei müssen die Informationen je nach Empfänger bzw. Zielgruppe verdichtet, gefiltert und aufbereitet sowie die Häufigkeit ihrer Verteilung berücksichtigt werden. Die Projektberichte stellen somit ein maßgebliches Instrument zur zielgerichteten Projektsteuerung dar (vgl. Burghardt (2000), S. 19; Dörrenberg (2004), S. 1127). Die Verbreitung der Informationen sollte neben gedruckten Berichten auch in Form von regelmäßig stattfindenden Besprechungen und Präsentationen sowie durch so genannte Informationsmärkte erfolgen. Diese Art der Informationsverteilung ermöglicht es, einen großen Teilnehmerkreis in kurzer Zeit zu erreichen (vgl. Dörrenberg (2004), S. 1131).

In der letzten Phase, dem *Projektabschluss*, finden eine Abnahme des Projektergebnisses und eine Beurteilung des Projekts selbst statt. Das Produkt kann schließlich an den Auftraggeber übergeben werden. Die Abnahme und Übergabe

¹⁴ Etwa nach ISO 9000, Qualitätsmanagementsysteme.

¹⁵ Qualitätsmanagement - Leitfaden für Konfigurationsmanagement.

werden in einem Projektabnahmebericht festgehalten (vgl. Burghardt (2000), S. 452 f.). Des Weiteren dient diese Phase dazu, die während der Bearbeitung des Projekts gemachten Erfahrungen zu sichern, damit sie in zukünftige Projekte einfließen können. Dazu empfiehlt sich das Einrichten einer Erfahrungsdatenbank. Diese kann beispielsweise auch zur Kalibrierung von Aufwandschätzverfahren nützlich sein (vgl. Burghardt (2000), S. 484, S. 491 ff.).

Als letzter Schritt dieser Phase - und im ganzen Projektablauf - wird das Projekt schließlich aufgelöst. Die durch das Projekt gebundenen Ressourcen stehen nun neuen Projekten zur Verfügung (vgl. Burghardt (2000), S.494).

4 Instandhaltung und Instandhaltungsmanagement

4.1 Definitionen und Grundlagen

Da sich die vorliegende Arbeit auf Projekte im Anlagenbau konzentriert, wird speziell beim Thema Instandhaltung auf die besonderen Gegebenheiten dieser Projektart Bezug genommen. Die DIN definiert Instandhaltung als „Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes von technischen Mitteln eines Systems“ (DIN 31051¹⁶). Als eben diese Maßnahmen werden aufgeführt

- Wartung¹⁷,
- Inspektion,
- Instandsetzung und
- Verbesserung¹⁸.

Der Soll-Zustand ergibt sich dabei beispielsweise aus den Plänen, Zeichnungen und Spezifikationen, die bereits auch bei der Planung zur Erstmontage einer Anlage verwendet wurden, ergänzt durch die Dokumente von zwischenzeitlich neu hinzugekommenen bzw. ausgetauschten Komponenten. Eine Instandhaltung von Industrieanlagen und Maschinen ist nötig, weil diese ständig Einflüssen unterliegen, die zu einer Verminderung bzw. zum Verlust des Soll-Zustandes führen. So führt WEGENER beispielsweise als Ursachen für eine Verminderung des Soll-Zustandes *Abnutzung*, *Fehlbehandlung* und *moralischen Verschleiß* auf (vgl. Wegener (2003), S. 199).

Abnutzung entsteht durch chemische und/oder physikalische Vorgänge¹⁹. Dabei wird der so genannte Abnutzungsvorrat²⁰ abgebaut (siehe Abb. 4.1). Ist der gesamte Vorrat aufgebraucht, treten an der Maschine bzw. Anlage Schäden auf. Bei einer Fehlbehandlung wird der Abnutzungsvorrat unter Umständen bedeutend schneller abgebaut. So ist beispielsweise der Einsatz eines ungeeigneten Schmierstoffes oder ein falsch eingestelltes Ventil denkbar. Unter moralischem Verschleiß von Anlagen oder

¹⁶ Instandhaltung; Begriffe und Maßnahmen.

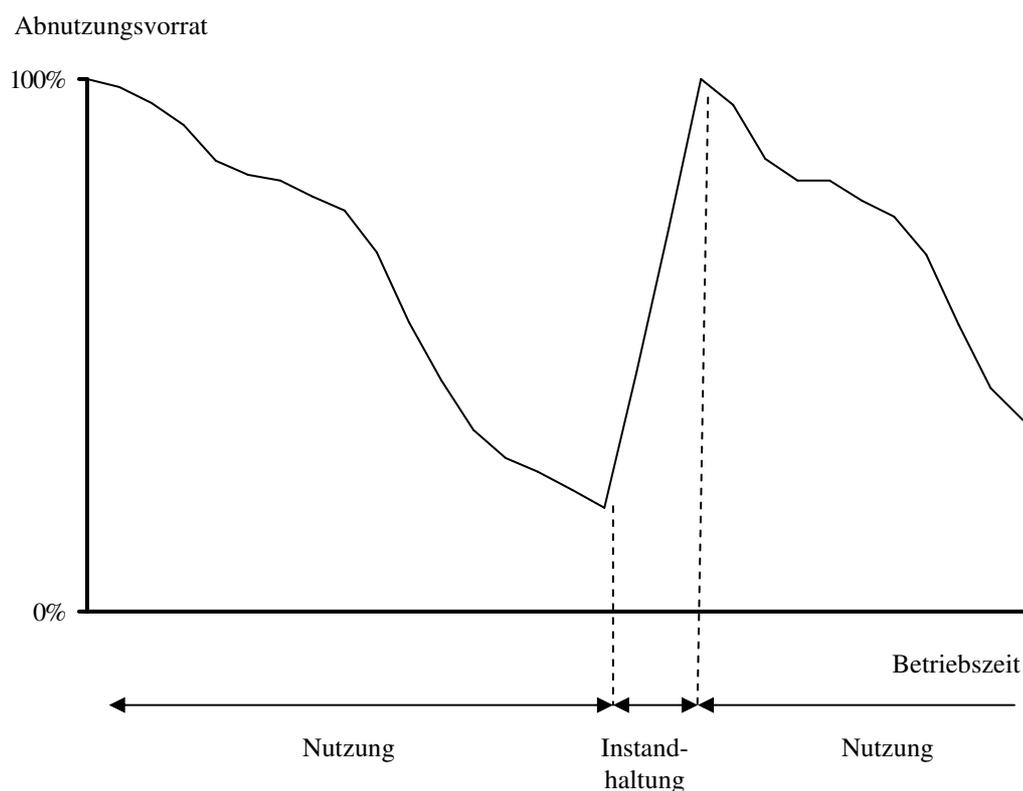
¹⁷ Bei der Wartung von Software sei auf die Norm ISO 12207 (Prozesse im Software-Lebenszyklus) und z. B. auf DUMKE (Dumke (2003), S. 104 ff.) verwiesen.

¹⁸ Die *Verbesserung* wurde als viertes Grundelement der Instandhaltung bei der Überarbeitung der DIN 31051 im Juni 2003 hinzugenommen.

¹⁹ Vgl. DIN 31051 Definition des Begriffs *Abnutzung*; Zu den chemischen und physikalischen Vorgängen zählen z. B. Korrosion, Reibung, Ermüdung usw.

²⁰ Der Abnutzungsvorrat ist der „Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einer Betrachtungseinheit aufgrund Herstellung, Instandsetzung oder Verbesserung innewohnt“; vgl. DIN 31051 Definition des Begriffs *Abnutzungsvorrat*.

Maschinen ist der (teilweise) Verlust ihres Wertes zu verstehen, ohne dass sich ihr Gebrauchswert ändert. Moralischer Verschleiß entsteht durch technischen Fortschritt. Eine neue, leistungsfähigere Maschine, die in der Anschaffung genauso viel kostet wie das Vorgängermodell, muss zwangsläufig zu einer Verminderung des Wertes der alten Maschine beitragen. Es findet also gewissermaßen eine Entwertung statt (vgl. Wikipedia (2005b)).



Quelle: Lüring (2001), S. 11.

Abb. 4.1: Abnutzungsvorrat

4.1.1 Wartung

Die in der DIN 31051 aufgeführte Wartung als eine Teilaufgabe der Instandhaltung umfasst alle „Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates der Betrachtungseinheit“ (Wikipedia (2005c)). Diese Maßnahmen umfassen in aller Regel Tätigkeiten wie reinigen, ölen, schmieren, Auffüllen oder Austauschen von Verbrauchsstoffen und Einstellarbeiten. Ein Austausch von

Verschleißteilen²¹ sollte vorgenommen werden, wenn dies nicht mehr während der nächsten Wartungsphase erledigt werden kann, weil die noch zu erwartende Lebensdauer in diesem Fall überschritten werden würde. Diese Tätigkeiten können sowohl im laufenden Betrieb als auch während eines Stillstandes durchgeführt werden (vgl. Wegener (2003), S. 199; Wikipedia (2005c)).

4.1.2 Inspektion

„Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung“ (Wikipedia (2005d)) werden unter dem Begriff *Inspektion* zusammengefasst. Die Feststellung des Ist-Zustandes kann durch subjektive²² oder objektive²³ Methoden ermittelt werden (vgl. Wegener (2003), S. 199). Hier hat insbesondere die Online-Auswertung an Bedeutung gewonnen, bei der eine permanente Zustandsüberwachung erfolgt. Im Gegensatz dazu wird bei einer Offline-Auswertung nur zu bestimmten Zeitpunkten inspiziert (vgl. Lüring (2001), S. 25). Wird die Inspektion durch einen oder mehrere Inspektoren durchgeführt, muss im Vorhinein ein Plan erstellt werden, welcher die Termine, Methoden und Hilfsmittel für die Durchführung dieser Überprüfung festlegt.

4.1.3 Instandsetzung

Wird bei einer Inspektion eine Abweichung vom Ist-Zustand festgestellt²⁴ oder tritt ein plötzlicher Anlagenausfall ein, wird die Instandsetzung ausgelöst (vgl. Wolff (1995), S. 33). Nach DIN 31051 umfasst *Instandsetzung* die „Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand, mit Ausnahme von Verbesserungen“ (Wikipedia (2005e)). Der aufgrund des Betriebs abgebaute Abnutzungsvorrat wird durch die Instandsetzung ganz oder teilweise wieder hergestellt²⁵. Dies kann durch Ausbesserung oder Austauschen von einzelnen Elementen

²¹ Zum Beispiel Dichtungen und Filter.

²² Üblicherweise mit Hilfe der menschlichen Sensorik (vgl. Westkämper et al. (1999), S. 104).

²³ Beispielsweise mittels Schwingungs-, Temperatur- oder optischer Messtechniken (vgl. Westkämper et al. (1999), S. 104).

²⁴ Das Ausmaß der Abweichung beeinflusst die Entscheidung über Instandsetzungsmaßnahmen (z. B. Unterschreitung von festgelegten Grenzwerten). Ist die Abweichung nur gering und hat somit keine größeren Auswirkungen auf den Produktionsprozess oder auf die Sicherheit, kann vorerst von einer Instandsetzung abgesehen werden.

²⁵ Durch Verbesserungs- oder Aufrüstungsmaßnahmen kann der Abnutzungsvorrat auch über dem ursprünglichen Wert liegen (vgl. Lüring (2001), S. 10).

geschehen (vgl. Lüring (2001), S. 25). Um die Instandsetzungsmaßnahmen durchführen zu können, ist ebenfalls eine vorherige Planung notwendig. Es sollen mehrere alternative Lösungen aufgezeigt, bewertet und schließlich die Beste ausgewählt werden. Anschließend sind alle Termine, Personen, Einsatzmittel und finanzielle Mittel einzuplanen (vgl. HDT (2005)).

4.1.4 Verbesserung

Die DIN definiert Verbesserung als „Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements zur Steigerung der Funktionssicherheit einer Betrachtungseinheit, ohne die von ihr geforderte Funktion zu ändern“ (DIN 31051). Eine Verbesserung dient beispielsweise zur Modernisierung einer Maschine oder Anlage. Ziel dieser Maßnahme kann beispielsweise die Erhöhung der Leistungsfähigkeit, der Zuverlässigkeit oder der Umweltfreundlichkeit sein (vgl. Hoppe/Pahl (1994), S. 32 ff.).²⁶

4.2 Grundstrategien der Instandhaltung

4.2.1 Ausfallbedingte Strategie

Während die Instandhaltungsmaßnahmen in der Vergangenheit²⁷ oft nur daraus bestanden, dass eine fehlerhafte Maschine oder Anlage wieder in einen betriebsfähigen Zustand versetzt wurde, ist dieses Vorgehen in den letzten Jahren kaum noch anwendbar. Denn verfolgt die mit der Instandhaltung beauftragte Abteilung lediglich das Ziel, die Anlagen in einem betriebsfähigen Zustand zu halten, und reagiert sie somit nur auf einen Ausfall einer Anlage, entstehen mitunter sehr hohe Kosten²⁸. Diese sind vor allem auf eine schlechte Planung zurückzuführen, da die Reparatur meist unter hohem Zeitdruck durchgeführt werden muss, um den Produktionsausfall so gering wie möglich zu halten. Zudem erschwert eine schlechte Planung die Personalbereitstellung,

²⁶ Die Erweiterung der DIN 31051 um die Maßnahme der Verbesserung als Bestandteil der Instandhaltung (siehe Fußnote 18) wurde von diversen Autoren diskutiert und gefordert, da es durchaus sinnvoll ist, den Abnutzungsvorrat über seinen ursprünglichen Sollzustand hinaus zu erhöhen (vgl. z. B. Hoppe/Pahl (1994), S. 35; Wolff (1995), S. 31 f.).

²⁷ Bis in die fünfziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts war diese Strategie dominierend (vgl. Lüring (2001), S. 34; Westkämper (1999), S. 33 f.).

²⁸ Hierbei sei angemerkt, dass es begründete Ausnahmen gibt, bei denen diese Strategie verfolgt werden kann. Beispielsweise kann es kostengünstiger sein, ähnliche Maschinen, die in einer größeren Stückzahl eingesetzt werden und leicht zu ersetzen oder zu reparieren sind, im Falle einer Störung auszutauschen, anstatt ständig ihren Zustand zu überwachen. Die verbleibenden Maschinen kompensieren dann die nicht zur Verfügung stehende Maschinenkapazität ohne größere Auswirkungen auf die Produktion (vgl. NASA (2004)).

was in der Regel zu einem viel höheren Personaleinsatz als nötig führt. Die begrenzte Zeitdauer für solche Arbeiten führt gegebenenfalls auch zu einer unvollständigen Reparatur und verursacht wiederum Folgekosten. Hinzu kommt ebenfalls, dass die Ersatzteile im Lager verfügbar sein müssen, damit sich die Reparatur nicht verzögert. Diese Instandhaltungsstrategie wird als ausfallbedingte Strategie²⁹ bezeichnet (vgl. Higgins (2002), S. 2.3; Lüring (2001), S. 34).

4.2.2 Vorbeugende Strategie

Die fortschreitende Mechanisierung brachte bei Ausfällen auch dementsprechend höhere Kosten mit sich (vgl. Lüring (2001), S. 35). Diese Kosten sollen durch eine genaue Planung der Instandhaltungsaktivitäten unter Kontrolle gebracht und reduziert werden. Bei Anwendung der vorbeugenden Strategie³⁰ werden Reparaturen an Anlagen oder einzelnen Elementen durchgeführt bzw. diese ausgetauscht, bevor Ausfälle auftreten. Der Abnutzungsvorrat ist dementsprechend noch nicht aufgebraucht. Durch die vorherige Planung ist es möglich, den einzelnen Arbeitsanweisungen entsprechend qualifizierte Arbeitskräfte und die genauen Termine zuzuordnen. Außerdem wird bei dieser Vorgehensweise die Ersatzteilbeschaffung erheblich erleichtert (vgl. Lüring (2001), S. 35).

Den verminderten Kosten, die mit dem Stillstand von Anlagen einhergehen, stehen die zusätzlichen Kosten für die Planung der Instandhaltungsmaßnahmen und die Kosten zur Ermittlung der Daten über die Anlagenausfälle gegenüber. Des Weiteren werden durch einen vorzeitigen Austausch von Teilen die Abnutzungsvorräte nicht vollständig aufgebraucht. Das hat auch eine erschwerte Ermittlung der Lebensdauer der Bauteile zur Folge (vgl. Lüring (2001), S. 35).

4.2.3 Zustandsbezogene Strategie

Der wesentliche Nachteil bei der vorbeugenden Strategie, nämlich das Verschwenken des Restabnutzungsvorrats, kann mit Hilfe der zustandsbezogenen Strategie³¹ gemildert oder gar beseitigt werden. In den 1970er Jahren wurden die Diagnosemethoden soweit verbessert, dass der Zustand der Anlagen und Anlagenteile genau festgestellt und

²⁹ Auch als Breakdown Maintenance, Reactive Maintenance, Run-to-Failure Maintenance oder Fix-when-Fail bezeichnet.

³⁰ Auch als Präventivstrategie oder Preventive Maintenance bekannt.

³¹ In der Literatur sind häufig auch die Begriffe Condition Based Maintenance oder Predictive Maintenance zu finden.

analysiert werden konnte. Dies machte den Einsatz dieser Strategie möglich und attraktiv. Aufgrund der genauen Kenntnis über den Zustand der einzelnen Betrachtungseinheiten kann viel sicherer entschieden werden, ob bereits eine Instandsetzung nötig ist oder ob noch bis zur nächsten Inspektion gewartet werden kann. Zusätzlich können wertvolle Daten über die jeweiligen Betrachtungseinheiten gewonnen und zu Auswertungen und Prognosen herangezogen werden (vgl. Lüring (2001), S. 36).

Der Nachteil dieser Strategie sind vor allem die Kosten, die durch die Inspektionen entstehen. Denn sie müssen geplant, ausgeführt und vor allem dokumentiert werden (vgl. Lüring (2001), S. 36). Außerdem können die Inspektionen selbst Abnutzungen verursachen. Das häufige Lösen von Schraubverbindungen beispielsweise kann eine Instandsetzung erst erforderlich machen. Aus diesem Grund sollte die Überwachung der Anlagenteile möglichst automatisch erfolgen³² (vgl. Adam (1989), S. 78 f.).

4.2.4 Der richtige Mix

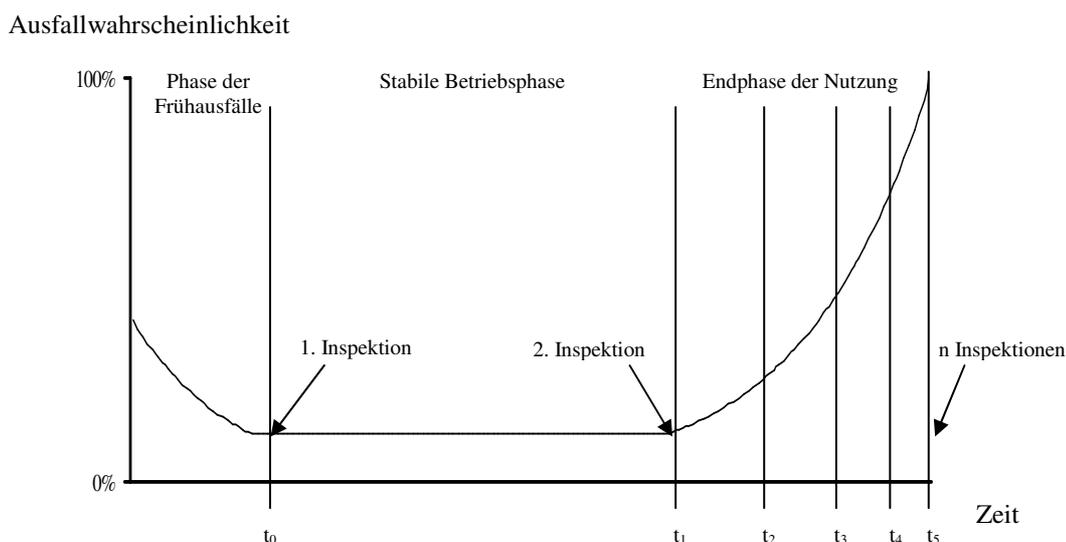
Die vorgestellten Grundstrategien können keinesfalls für das gesamte Unternehmen festgelegt werden. Vielmehr muss eine Strategie für jedes einzelne Anlagenbauteil oder jede einzelne Anlage individuell ermittelt werden (vgl. Lüring (2001), S. 40 ff.).

Bei der Wahl der richtigen Strategie wird oft auch die Ausfallwahrscheinlichkeit herangezogen. Dabei ist die Ausfallwahrscheinlichkeit abhängig von der Zeit. Typische Verläufe für Ausfallwahrscheinlichkeiten zeigen steigende, konstante und fallende Kurven. Eine fallende Kurve ist oft zu Beginn der Nutzung einer Betrachtungseinheit zu beobachten. Bedingt durch Frühausfälle auf Grund von Konstruktions-, Montage- und Materialmängeln („Kinderkrankheiten“) oder Fehlbedienungen in der Anfangsphase ist die Wahrscheinlichkeit einer Störung in dieser Phase recht hoch (vgl. Phase der Frühausfälle in Abb. 4.2). Nachdem diese Fehler behoben wurden, stabilisiert sich die Ausfallwahrscheinlichkeit. Die Kurve verläuft nun konstant. Diese Phase ist durch zufällige Ausfälle gekennzeichnet (vgl. stabile Betriebsphase in Abb. 4.2). Gegen Ende der Nutzungsdauer steigt die Wahrscheinlichkeit einer Störung infolge von Abnutzungsprozessen deutlich an (vgl. Endphase der Nutzung in Abb. 4.2) (vgl. Adam (1998), S. 58 ff.; Biedermann (1990), S. 60 f.).

Diese drei Kurvenverläufe lassen sich zu einem Graphen zusammensetzen (vgl. Adam (1989), S. 62 ff.; Biedermann (1990), S. 60 f.). Das Ergebnis ist die so genannte

³² Auch als Non-Destructive Testing bekannt. Häufig werden dabei Vibrationen oder Geräusche gemessen und analysiert.

Badewannenkurve (siehe Abb. 4.2). Die Badewannenkurve dient als Anhaltspunkt für die Wahl der geeigneten Instandhaltungsstrategie für eine Betrachtungseinheit. Außerdem kann das Instandhaltungsintervall besser geplant werden. Denn steigt die Ausfallwahrscheinlichkeit an, sind auch mehr Inspektionen nötig, um einen zukünftigen Ausfall zu verhindern. Zusätzlich ist aber auch das Erfahrungswissen der Instandhaltungsspezialisten und Anlagenbediener nötig, um die Instandhaltungsintervalle und -strategien festzulegen (vgl. Westkämper et al. (1999), S. 103 f.).



In Anlehnung an Westkämper et al. (1999), S. 103.

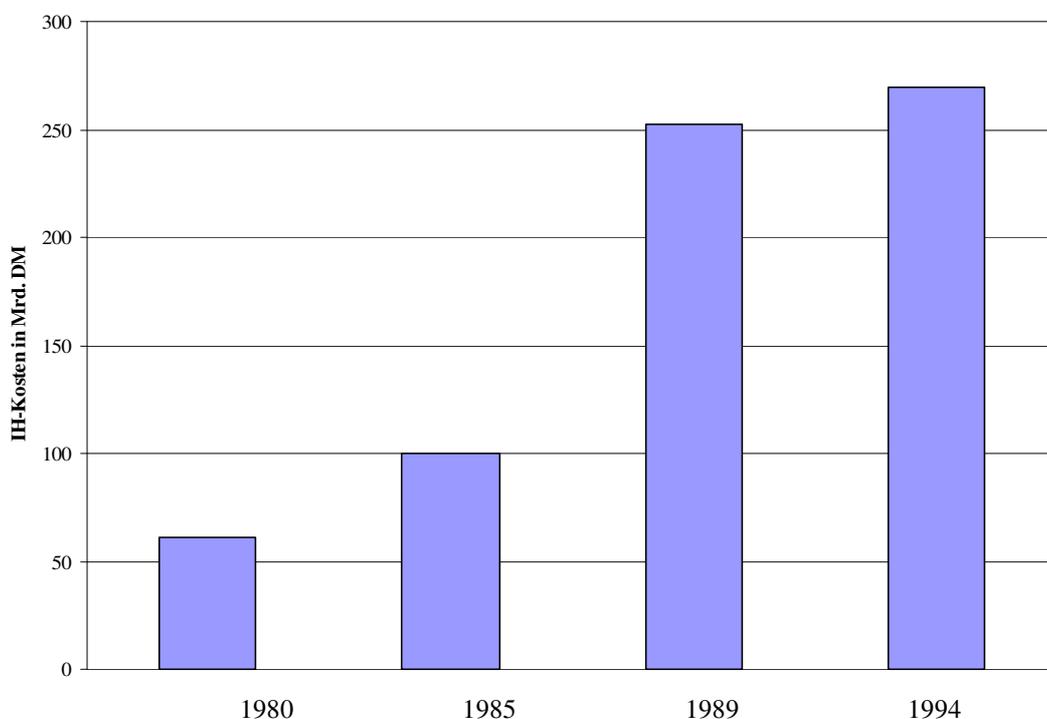
Abb. 4.2: Darstellung der Ausfallwahrscheinlichkeit während der Lebensdauer einer Betrachtungseinheit (vereinfacht)

4.3 Wozu Instandhaltungsmanagement?

In den letzten Jahrzehnten hat die Instandhaltung immer mehr an Bedeutung gewonnen. Durch die zunehmende Automatisierung, die steigende Anlagenkomplexität und -verkettung sowie durch die hohe Innovationsgeschwindigkeit ist auch der Bedarf an Instandhaltungsleistungen gestiegen (vgl. Biedermann (1990), S. 24 ff.). Die Instandhaltungskosten haben sich im Zeitraum von 1980 bis 1994 verfünffacht (vgl. Abb. 4.3). Als ein Grund für die immense Zunahme der Instandhaltungskosten ist anzuführen, dass trotz der hohen Automatisierung und Verkettung zwischen den Anlagen die Instandhaltung häufig nur reagiert und nicht genug vorbeugende Maßnahmen ergreift. So verursachen Ausfälle und Störungen in diesen Unternehmen

mitunter beträchtliche Ausfall- und Ausfallfolgekosten (vgl. Westkämper et al. (1999), S. 6 f.).

Zusätzlich fehlt es oft an Kontroll- und Steuerungssystemen, die aufzeigen, wie sich die gewählten Instandhaltungsstrategien (Instandhaltungs-Strategiemix) letztendlich auf die Instandhaltungskosten und die Verfügbarkeit der Anlagen auswirken. Auch eine genaue Planung der Instandhaltungsaktivitäten, deren Terminierung sowie die Disposition von Personal, Betriebsstoffen und Reserveteilen ist häufig nicht ausreichend vorhanden (vgl. Biedermann (1990), S. 30 f.). Im Hinblick auf die immer stärker werdende Globalisierung und dem wachsenden Konkurrenzdruck kann es sich kein Unternehmen leisten, auf ein effizientes Instandhaltungsmanagement zu verzichten, welches die angesprochenen Probleme bewältigen kann.



Quelle: Westkämper et al. (1999), S. 7.

Abb. 4.3: Entwicklung der Instandhaltungskosten von bundesdeutschen Industrieunternehmen

5 Management von Shutdowns, Turnarounds und Stillständen

5.1 Begriffsklärung und -abgrenzung

Wie im vorhergehenden Kapitel bereits beschrieben, ist es notwendig, den technisch einwandfreien Zustand von Anlagen und Maschinen mit Hilfe von Instandhaltungsmaßnahmen zu erhalten. Besonders bei verfahrenstechnischen Anlagen³³ ist die Durchführung von vielen Instandhaltungsarbeiten häufig nicht während des laufenden Betriebs möglich (vgl. Lenahan (2006), S. 3). Aufgrund von giftigen, ätzenden oder explosiven Substanzen oder anders gearteter Risiken für Gesundheit und Umwelt ist es nicht möglich, den Ist-Zustand einer Anlage exakt zu beurteilen oder gar Instandsetzungsmaßnahmen durchzuführen.

Deshalb müssen Anlagen oder Anlagenteile vollständig abgeschaltet werden. Oft wird das ganze Werk für einen bestimmten Zeitraum heruntergefahren, um Arbeiten an den Anlagen durchführen zu können. In diesem Zeitraum steht auch die Produktion meist komplett still (vgl. Lenahan (2006), S. 3). Im deutschsprachigen Raum wird deshalb der Begriff Stillstandstage oder Abstelltage verwendet. Häufig sind allerdings auch die aus dem englischsprachigen Raum stammenden Begriffe Shutdowns, Turnarounds oder Outages anzutreffen.

In der Literatur werden die Begriffe Turnaround, Shutdown und Outage häufig synonym verwendet. Ein Turnaround kann jedoch in verschiedene Phasen eingeteilt werden (vgl. Abschnitt 5.4). Die Phase der Durchführung der Instandhaltungsmaßnahmen kann allerdings weiter unterteilt werden. Sie beinhaltet das Herunterfahren der Anlagen, was ebenfalls als Shutdown bezeichnet wird. Turnaround meint jedoch den gesamten Prozess von der Planung, über das Abschalten der Anlagen, der Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen bis zum erneuten Hochfahren und der Auswertung des Turnarounds. Nachfolgend soll deshalb der Begriff Turnaround³⁴ benutzt werden. Die Bezeichnung Outages besitzt den Charakter eines ungeplanten Stillstandes oder eines Ausfalls³⁵ und soll deshalb nicht verwendet werden.

LENAHAN definiert einen Turnaround wie folgt:

„An engineering event during which new plant is installed, existing plant overhauled and redundant plant removed” (Lenahan (2006), S. 5).

³³ Wie beispielsweise in der Öl- und Gasindustrie oder in der chemischen und pharmazeutischen Industrie.

³⁴ Insbesondere in der Managementliteratur findet sich ebenfalls der Begriff Turnaround wieder. Hier ist aber mit Turnaround der erfolgreiche Umschwung in Bezug auf die Umsatz- und Gewinnsituation eines Unternehmens verbunden.

³⁵ So z. B. bei der Telekom oder bei Stromversorgern.

5.2 Notwendigkeit von Turnarounds und Turnaround Management

Durch den immer stärker werdenden Konkurrenzdruck, hervorgerufen durch die fortschreitende Globalisierung, werden die effektive Planung und das Management dieser speziellen Form von Instandhaltungsaktivitäten zu einem kritischen Geschäftsprozess (vgl. Lenahan (2006), S. 3). Turnarounds haben Auswirkungen auf die mechanische Unversehrtheit der Anlagen und erhöhen deren Zuverlässigkeit. Turnaround Management dient vor allem der Erhöhung der Sicherheit, der Kostensenkung und der Erstellung von präzisen Plänen zur Durchführung der Turnarounds. Somit tragen Turnarounds zur Sicherung der Unternehmenstätigkeit bei (vgl. Singh (2000), S. 3).

Durch die längere Nutzungsdauer der Maschinen und Anlagen sowie der Reduzierung des Risikos eines ungeplanten Ausfalls erhöht sich die Produktivität und die Wirtschaftlichkeit des ganzen Werkes und trägt zum Überleben des Unternehmens im wachsenden Wettbewerb bei. Zudem wird durch die verbesserte Zuverlässigkeit der Anlagen und der damit verbundenen Gewährleistung der Produktion auch die Kundenzufriedenheit durch termingerechte Lieferungen erhöht (vgl. Singh (2000), S. 8).

Turnarounds sind häufig auch notwendig, weil gesetzlich vorgeschriebene Inspektionen an den Anlagen durchgeführt werden müssen oder Versicherungen auf einem Nachweis über den technisch einwandfreien Zustand der Anlagen bestehen. Dazu ist es nötig die Anlagen abzuschalten, da, wie bereits erwähnt, eine Vielzahl von Inspektionen nicht bei laufender Produktion durchgeführt werden können (vgl. Singh (2000), S. 8; Lenahan (2006), S. 52; Brown (2004), S. 1).

Besonders bei verfahrenstechnischen Anlagen wird die Produktionsabteilung darauf achten, die Stillstandszeiten zu minimieren, um so die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens nicht zu gefährden. Da jedoch aus oben genannten Gründen nicht komplett auf Turnarounds verzichtet werden kann, ist es notwendig, sie schnell, sicher und kostengünstig durchzuführen (vgl. Lenahan (2006), S. 3). Die Verfahren und Methoden des Turnaround Managements können aber auch in anderen Branchen angewendet werden, bei denen es darauf ankommt, kostspielige, ungeplante Stillstände zu vermeiden (vgl. Lenahan (2006), S. 4).

Die häufigsten Probleme im Zusammenhang mit der Durchführung von Turnarounds entstehen durch eine schlechte und unzureichende Planung. Was zu Terminverzögerungen und Budgetüberschreitungen führt (vgl. Singh (2000), S. 4; Brown (2004), S. xiii). Es wird oft bemängelt, dass Turnarounds noch nicht die nötige Aufmerksamkeit erfahren, die ihnen zukommen sollte. In vielen Unternehmen wird ein

jährlicher Turnaround noch immer als notwendiges Übel betrachtet und Anlagenausfälle toleriert (vgl. Lenahan (2006), S.4).

Es ist nicht verwunderlich, dass es gerade die Betreiber von verfahrenstechnischen Anlagen waren, die sich darum bemüht haben, diesem Missstand Abhilfe zu schaffen. Schließlich entgehen den Unternehmen durch Produktionsausfälle mitunter enorme Summen³⁶. Turnarounds werden aus den Gewinnen der Unternehmen finanziert. Somit sind die Unternehmen ständig bestrebt, die Abstände zwischen zwei Turnarounds zu vergrößern. Waren es früher noch Intervalle von 12 bis 24 Monaten, liegen sie nun bei vier bis fünf und in einigen Fällen sogar bei 8 Jahren. Diese langen Intervalle konnten nur durch die Unterstützung der zuständigen Aufsichtsbehörden durchgesetzt werden³⁷. Zugleich wurde den Unternehmen dadurch viel mehr Verantwortung für die Sicherheit der Anlagen auferlegt. Die logische Konsequenz daraus ist, dass die Planung und Vorbereitung der Turnarounds nun noch genauer und sorgfältiger erfolgen muss (vgl. Lenahan (2006), S. 4 f.).

5.3 Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu normalen Projekten

Für gewöhnlich schaffen Projekte etwas Neues oder erweitern etwas bereits Bestehendes. Turnarounds dienen hauptsächlich dem Auswechseln, Reparieren oder dem Modernisieren von Anlagen und Anlagenteilen, die Fehlfunktionen aufweisen, abgenutzt oder beschädigt sind. Bei normalen Projekten ist der Arbeitsumfang bekannt. Ein großer Teil des Arbeitsumfangs bei Turnarounds ist im Vorhinein völlig unbekannt. Anlagenteile sind beispielsweise durch Dämmstoffe verdeckt (z. B. Rohrleitungen) oder während der Produktion unzugänglich (z. B. Kessel oder Wärmetauscher) (vgl. Lenahan (1999), S. v).

Die Unsicherheiten und damit die Risiken liegen bei normalen Projekten im Wesentlichen in der pünktlichen Lieferung der benötigten Materialien, in der Verfügbarkeit von ausreichend qualifizierten Arbeitskräften und bei Bauprojekten in den vorherrschenden Wetterbedingungen. Bei Turnarounds kommt hinzu, dass das Ausmaß der Abnutzung oder Beschädigung erst durch Inspektionen an den abgeschalteten, demontierten Anlagen ersichtlich wird. Es bleibt also kaum Zeit, die notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen durchzuführen. Eine längere Projektdauer und damit auch höhere Kosten wären die Folge (vgl. Lenahan (1999), S. v).

³⁶ Nicht selten beläuft sich der Schaden durch Produktionsausfälle auf mehrere Millionen Euro pro Tag.

³⁷ In Großbritannien z. B. die Health and Safety Commission (<http://www.hse.gov.uk>).

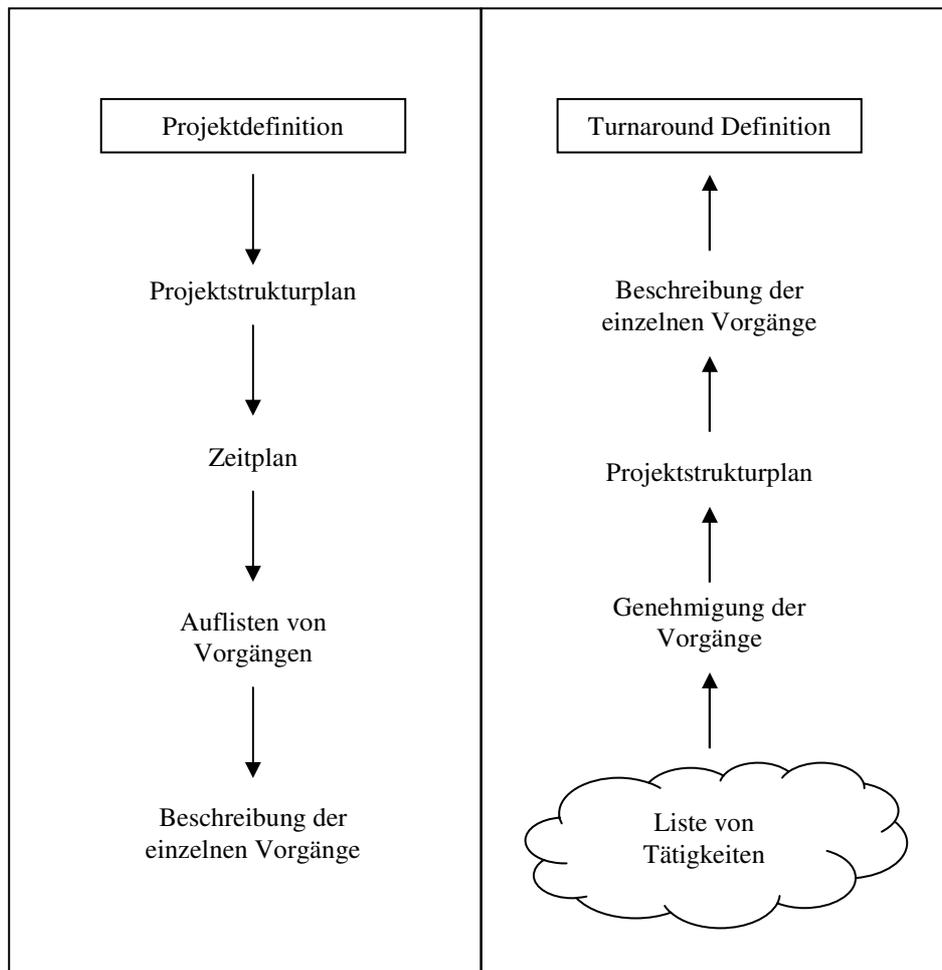
Die konstituierenden Eigenschaften von Projekten gelten jedoch auch für Turnarounds:

- Begrenzter Zeitraum zur Durchführung der Turnarounds
- Existenz eindeutiger Zielvorgaben
- Begrenztes Budget
- Eine projektspezifische Organisation
- Klare Aufteilung der Verantwortung
- Neuartigkeit durch den im Vorhinein nicht vollständig bestimmbar Arbeitsumfang
- Komplexität
- Interdisziplinarität

Ein wesentlicher Unterschied zu normalen Projekten ist jedoch die Vorgehensweise bei der Planung und Terminierung von Turnarounds. Bei normalen Projekten erfolgt die Planung nach dem Top-Down-Prinzip (vgl. Abb. 5.1). Nach der Projektdefinition wird das Projekt in kleinere, besser handhabbare Arbeitspakete unterteilt (work breakdown) und so der Projektstrukturplan erstellt. Diese Arbeitspakete werden zeitlich eingeplant, in einzelne Vorgänge zerlegt und näher beschrieben (vgl. Lenahan (2006), S. 74).

Im Gegensatz dazu existiert bei der Planung von Turnarounds anfangs nur eine Liste von Tätigkeiten, die alle von vielen verschiedenen Personen zusammengetragen wurden und in keiner Beziehung zueinander stehen. Diese Tätigkeiten durchlaufen zuerst einen Genehmigungsprozess, in dem entschieden wird, ob sie für den Turnaround überhaupt in Frage kommen. Die auf diese Weise genehmigten Vorgänge werden schließlich ebenfalls in einen Projektstrukturplan eingegliedert (work buildup) und zeitlich eingeplant. Erst danach ist das Projekt bzw. der Turnaround vollständig definiert. Die Planung erfolgt hier nach dem Bottom-Up-Prinzip (vgl. Lenahan (2006), S. 75; vgl. auch Abb. 5.1).

Der eigentlichen Durchführung eines Turnarounds geht eine oft monatelange, genaueste Planung voraus. Während der Durchführung muss ständig der Projektfortschritt kontrolliert werden, Abweichungen von den Plänen erkannt und korrigierende Maßnahmen ergriffen werden. Deshalb bieten sich die Methoden und Techniken des Projektmanagements auch für das Turnaround Management an (vgl. Brown (2004), S. 1 f.).

Top-Down Projektplanung**Bottom-Up Turnaround Planung**

In Anlehnung an Lenahan (2006), S. 74.

Abb. 5.1: Gegenüberstellung von normalen Projekten und Turnarounds

5.4 Der Ablauf eines Turnarounds

Wie bei Projekten, kann auch ein Turnaround in verschiedene Phasen aufgeteilt werden. Das genaue Vorgehen bei der Planung und Durchführung eines Turnarounds muss in jedem Unternehmen individuell festgelegt werden. Diese Vorgehensweise wird Turnaround Management Prozess (TARMAP) genannt. Ein TARMAP beinhaltet Methoden und Verfahren zur Planung, Terminierung und Durchführung von Turnarounds und berücksichtigt dabei die jeweiligen Besonderheiten des einzelnen Unternehmens und spezielle Turnaround Anforderungen (vgl. Singh (2000), S. 23 f.). Ein gut durchdachter TARMAP sichert so das Erreichen der Turnaround-Ziele (vgl. Singh (2000), S. 25). Es genügt jedoch nicht, den TARMAP einmal zu erarbeiten. Er muss vielmehr ständig überprüft, verbessert und aktualisiert werden, um beispielsweise auch Erfahrungen vorangegangener Turnarounds einfließen zu lassen (vgl. Singh (2000), S. 39).

Wie bei normalen Projekten auch, variiert die Anzahl der einzelnen Phasen des TARMAP. So existieren bei SINGH sechs verschiedene Phasen (vgl. Singh (2000), S. 31), bei BROWN fünf (vgl. Brown (2004), S. 2) und LENAHAN unterteilt den TARMAP in vier Phasen (vgl. Lenahan (2006), S. 17). Die folgenden Abschnitte orientieren sich an den vier Phasen von LENAHAN³⁸.

5.4.1 Initiierung des Turnarounds

Anders als bei BROWN, behandeln die erste Phase bei LENAHAN und die beiden ersten Phasen bei SINGH nicht die Planung von Turnarounds, sondern legen die allgemeinen Rahmenbedingungen für Turnarounds fest. Diese Grundlagen beziehen sich vor allem auf die Zielformulierung, der Erstellung einer adäquaten Organisationsstruktur für Turnarounds, der Festlegung eines Turnaround Zyklus' und die Bildung eines Basis-Turnaround-Teams.

³⁸ Die vier Phasen sind bei LENAHAN: Initiierung, Vorbereitung, Durchführung und Abschluss des Turnarounds. Da die Phase der Vorbereitung jedoch die gesamte Planung des Turnarounds umfasst, soll sie auch als Planung bezeichnet werden. Zudem soll der Abschluss des Turnarounds als Post-Turnaround und Auswertung betitelt werden.

5.4.1.1 Geschäftsplanung

Oft wird dieser Teil des Turnaround Managements ignoriert oder nicht ernsthaft berücksichtigt. Turnarounds sind nicht einfach bloß Ereignisse zur Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen, sondern wesentlicher Bestandteil des Geschäftsplanungsprozesses eines Unternehmens. Dies liegt darin begründet, dass sie eine Unterbrechung der Produktion bedeuten (vgl. Singh (2000), S. 41). Weil aber nicht vollständig auf Turnarounds verzichtet werden kann, muss eine Minimierung der Turnarounds im Vordergrund stehen (vgl. Lenahan (2006), S. 7).

Die Erstellung eines langfristigen Turnaround-Zyklus' gilt als eines der Hauptdokumente dieser Phase. Dieser Plan sollte den Turnaround Zyklus für die verschiedenen Anlagen für einen Zeitraum von acht bis zwölf Jahren festlegen. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Zyklus die gewünschte Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Anlagen, bereits bekannte Investitionsprojekte und gesetzliche oder zertifizierungsbedingte Anforderungen und Auflagen sowie die verfügbaren finanziellen Mittel berücksichtigt (vgl. Singh (2000), S. 44 f.). Der Plan muss permanent überprüft und bei Bedarf aktualisiert werden, um den aktuellen Anforderungen des Unternehmens³⁹ gerecht zu werden (vgl. Singh (2000), S. 46).

In dieser Phase wird auch das Basis-Turnaround-Team erstellt. Es wird aus Mitarbeitern der einzelnen Abteilungen, wie z. B. der Instandhaltung, der Produktion oder der Finanzabteilung zusammengestellt. Im Rahmen von regelmäßig stattfindenden Versammlungen kommen die Vertreter der verschiedenen Abteilungen zusammen, um ihre Forderungen zu begründen und ihre Positionen darzulegen. Die hier getroffenen Entscheidungen bilden einen realistischen Rahmen für die spätere Planung des Turnarounds (vgl. Singh (2000), S. 51).

5.4.1.2 Strategie und Ausrichtung

Die Strategie eines Unternehmens legt die Richtung des Unternehmens für einen längeren Zeitraum fest. Sie definiert die Absichten und Schwerpunkte für die langfristige Entwicklung des Unternehmens und dient als Grundlage für zukünftige Entscheidungen. Außerdem legt die Unternehmensstrategie fest, wie die Unternehmensziele⁴⁰ erreicht werden sollen (vgl. Wikipedia (2006a)).

³⁹ Diese Veränderungen können auch durch äußere Einflüsse hervorgerufen werden, wie beispielsweise geänderte gesetzliche Bestimmungen und Auflagen.

⁴⁰ Zum Beispiel der angestrebte Marktanteil des Unternehmens, die Schaffung von Arbeitsplätzen oder die Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen (vgl. Wikipedia (2006b)).

Im Kontext des Turnaround Managements ist mit Strategie die Vorgehensweise zur Erreichung der Turnaround-Ziele gemeint. LENAHAN nennt als primäres Ziel von Turnarounds die Schaffung eines zuverlässig arbeitenden Werkes, damit eine reibungslose und sichere Produktion gewährleistet werden kann (vgl. Lenahan (2006), S. 4 f.). SINGH führt auf, dass ein Turnaround häufig als erfolgreich gilt, wenn er mit dem geplanten Budget, innerhalb des Zeitplans und ohne Zwischenfälle ausgeführt wurde. Er verweist allerdings auch auf einen Zielkonflikt und mahnt an, dass das beschränkte Budget häufig negative Auswirkungen auf die Sicherheit hat (vgl. Singh (2000), S. 10).

Bei der Zielformulierung ist darauf zu achten, dass die Ziele klar und eindeutig sind. Schwammig formulierte Ziele können später eventuell nicht zur Ergebnisbeurteilung herangezogen werden, weil nicht geklärt werden kann, ob sie tatsächlich erreicht wurden (vgl. Singh (2000), S. 69).

Die Ziele müssen folgenden Anforderungen genügen (vgl. Singh (2000), S. 71; Lenahan (2006), S. 22 f.):

- Ziele müssen eindeutig sein.
- Ziele müssen erfüllbar sein.
- Ziele müssen die Zustimmung von allen Beteiligten haben.
- Ziele müssen messbar sein.

Neben der Festlegung von Turnaround-Zielen muss eine Liste mit kritischen und risikobehafteten Punkten erstellt werden, die eine Gefahr für die Zielerreichung darstellen könnten. Nach der Identifizierung dieser Risiken müssen Maßnahmen zur Risikominimierung festgelegt werden (vgl. Singh (2000), S. 72 f.; Brown (2004), S. 16 ff.).

Neben der Zielformulierung, dem Identifizieren von Risiken und dem Erstellen von Maßnahmen zur Risikominimierung sind bei der Strategieplanung weitere Dokumente zu erstellen. So können zum Beispiel neueste Verfahren und Methoden des Turnaround Managements beschrieben und deren Anwendung für das individuelle Unternehmen erläutert werden. Des Weiteren müssen Kriterien für die Genehmigung der durchzuführenden Tätigkeiten entwickelt werden (vgl. auch Abschnitt 5.4.2.1). Außerdem sind die Richtlinien für die Wahl von geeigneten Vertragsarten

(Festpreisvertrag, anreizkompatibler Vertrag⁴¹, etc.) zu entwerfen. Alle diese Dokumente werden schließlich in einem einzigen Dokument zusammengefasst und können so leicht allen Beteiligten zugänglich gemacht werden. Dieses Dokument wird *Turnaround Management Plan* genannt. Er wird speziell für einen Turnaround angefertigt und muss nach Vorliegen neuer Informationen, die den Turnaround betreffen, aktualisiert werden (vgl. Singh (2000), S. 75 ff.).

5.4.1.3 Die Organisation

Wie schon beim Projektmanagement ist auch für die effiziente Planung und Realisierung von Turnarounds eine speziell angepasste Organisation notwendig. Für einen erfolgreichen Turnaround ist es zudem notwendig, dass die einzelnen Turnaround-Teams aus hoch qualifizierten Mitarbeitern bestehen. Bei der Zusammensetzung der Teams ist auf die Einbeziehung der verschiedenen Abteilungen des Unternehmens zu achten (z.B. Produktion, Instandhaltung, Projektierung, Werkssicherheit, etc.). Häufig kommen der Turnaround Manager und die Planer aus der Instandhaltungsabteilung, was unweigerlich zu schlechteren Turnaround-Ergebnissen führt, da die anderen Abteilungen ihre Anregungen oder Bedenken nicht oder kaum einbringen können (vgl. Singh (2000), S. 84 f.).

Maßgeblichen Einfluss auf die Erstellung einer Turnaround-Strategie hat die so genannte *Steering Group*⁴². Sie setzt sich aus den Führungskräften der einzelnen Abteilungen zusammen. Die Steering Group überwacht die Einhaltung der Turnaround Strategie, entscheidet über das Budget und den Zeitrahmen für den Turnaround und ist berechtigt, Entscheidungen bezüglich des Turnarounds zu treffen. Durch die Beteiligung der oberen Führungskräfte wird sichergestellt, dass der Turnaround volle Rückendeckung von Seiten der Werksleitung erhält. Regelmäßig stattfindende Versammlungen bieten eine ideale Gelegenheit, Fragen und Problemen bezüglich des Turnarounds zu klären und sind ein guter Zeitpunkt, um schnell Entscheidungen zu treffen (vgl. Lenahan (2006), S. 20 f.; Singh (2000), S. 98 f.).

Den Vorsitz der Steering Group übernimmt der Turnaround Manager. Da die Mitglieder der Steering Group nicht mit der vollen Zeit zur Verfügung stehen (da sie ihre eigentlichen Aufgaben ebenfalls erfüllen müssen), wird ein „Vollzeit Turnaround

⁴¹ Diese Vertragsart zeichnet sich durch die Zahlung eines Bonus bei vorzeitiger und einer Konventionalstrafe bei verspäteter Fertigstellung aus (vgl. Brown (2004), S. 61; Singh (2000), S. 119).

⁴² Auch Steering Committee (vgl. Singh (2000), S. 98) oder Policy Team (vgl. Lenahan (2006), S. 20) genannt. Eine passende deutsche Übersetzung ist der Lenkungsausschuss.

Manager“ ernannt. Er vertritt die Steering Group in allen Belangen und beruft Versammlungen ein. Der Turnaround Manager kann auch ein Consultant oder eine Führungskraft von einem am Turnaround beteiligten Unternehmen sein (vgl. Lenahan (2006), S. 25 ff.).

Zusammen mit der Steering Group wählt der Turnaround Manager das Turnaround Management Team. Dieses Team besteht aus Personen verschiedener Abteilungen mit viel Erfahrung bezüglich der Planung und Durchführung von Turnarounds. Das Turnaround Management Team trifft später z. B. Entscheidungen bezüglich der Arbeitzeiten während der Durchführung des Turnarounds (vgl. Singh (2000), S. 95 ff.).

Um die spätere Planung und Durchführung des Turnarounds zu erleichtern, sind zudem noch kleinere Teams nötig. Dazu zählen zum Beispiel ein Team zur Vorbereitung des Turnarounds und ein Logistik-Team. Die Tätigkeiten zur Vorbereitung eines Turnarounds umfassen beispielsweise das Zusammenstellen von Dokumenten über den Aufbau des Werkes, Spezifikationen der einzelnen Anlagen und Maschinen, aktuelle Ersatzteillisten, Dokumentationen von vergangenen Turnarounds oder Anforderungen für das Reinigen der Anlagen. Das Logistik-Team begutachtet das Werksgelände und identifiziert mögliche Abstellflächen für demontierte Anlagenteile, Stellplätze für Ausrüstungs- und Werkzeugcontainer, Kräne und andere Fahrzeuge. Zudem ist es verantwortlich für die umweltgerechte Lagerung und Entsorgung von Gefahrstoffen (vgl. Lenahan (2006), S. 33 ff.; Singh (2000), S. 179 f.).

Um die Hierarchie, die Positionen und die Schnittstellen auf einen Blick erfassen zu können, ist ein Organigramm für jeden Turnaround zu erstellen. Ein Organigramm sollte mindestens für die Planungsphase und die Phase der Durchführung entwickelt werden (vgl. Lenahan (2006), S. 107 ff.; Singh (2000), S. 87 ff.; Brown (2004), S. 30 f.).

5.4.2 Die Turnaround-Planung

5.4.2.1 Der richtige Arbeitsumfang

Eine der größten Herausforderungen beim Turnaround Management besteht in der rechtzeitigen und vollständigen Auflistung und Beschreibung des Arbeitsumfangs. Ein sich ständig ändernder Arbeitsumfang, zusätzliche Arbeiten oder ein Wegfall von Arbeitspaketen sind ein Indikator für schlechtes Turnaround Management. Der erste Schritt für die Festlegung des Arbeitsumfangs ist die Ermittlung aller zuständigen

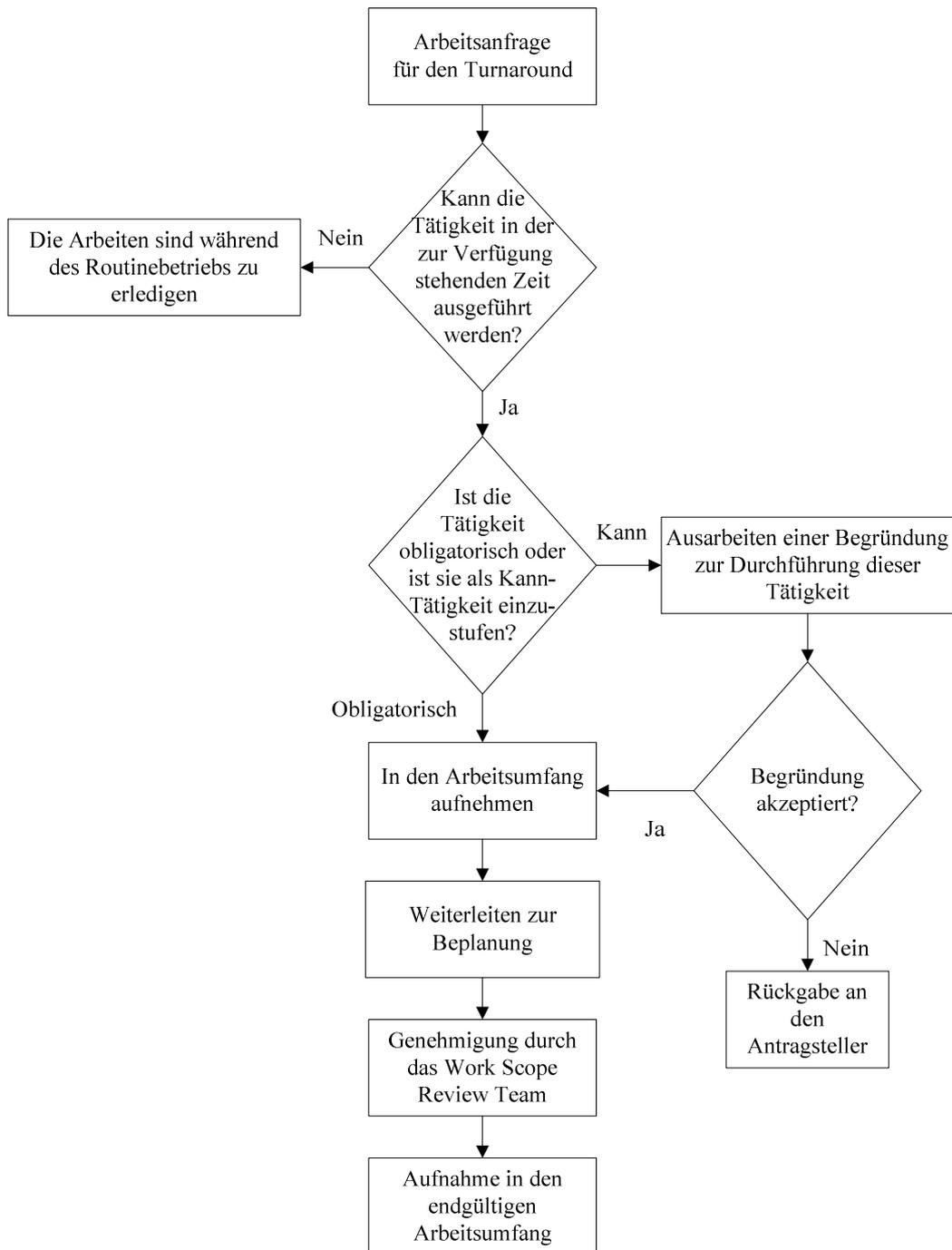
Abteilungen und Personen, die Arbeitsanfragen für einen Turnaround stellen dürfen. (vgl. Singh (2000), S. 147; Brown (2004), S. 8 f.)

Die Hauptursache bei einem sich später herausstellenden unvollständigen Arbeitsumfang liegt oft im Fehlen eines genau vorgeschriebenen Genehmigungsprozesses. Dieser Prozess soll im weiteren Teil der Arbeit als Work Scope Approval Process (WSAP) bezeichnet werden (vgl. Singh (2000), S. 147). Ein möglicher WSAP ist in Abb. 5.2 dargestellt. Für die Aufnahme bestimmter Tätigkeiten in den Arbeitsumfang müssen vorher Kriterien festgelegt werden, anhand derer diese Tätigkeiten entweder abgelehnt oder genehmigt werden. Im Regelfall gilt: Tätigkeiten, die auch im Routinebetrieb erledigt werden können und die Sicherheit der Anlagen nicht negativ beeinflussen, wenn sie nicht in diesem Turnaround erledigt werden, gehören nicht in den Arbeitsumfang (vgl. Singh (2000), S. 150; Lenahan (2006), S. 44 f.).

Demnach sind alle Arbeitsanfragen in eine der folgenden zwei Kategorien einzuordnen (vgl. Singh (2000), S. 150):

- Obligatorische Tätigkeiten
- Kann-Tätigkeiten

Die obligatorischen Arbeiten müssen durchgeführt werden, um die Mindestanforderungen an den Turnaround zu erfüllen und dessen Mindestziele zu erreichen. Kann-Tätigkeiten gehen dagegen über die Mindestanforderungen hinaus. Sie müssen allerdings zuerst den WSAP durchlaufen und werden somit entweder abgelehnt oder genehmigt (vgl. Singh (2000), S. 150; Lenahan (2006), S. 44). Häufig fallen in diese Kategorie Instandhaltungsarbeiten, die eigentlich während des normalen Betriebs der Anlagen durchgeführt werden sollten. Aus Zeit- und Personalmangel wird so versucht, diese Arbeiten während des Turnarounds zu erledigen. LENAHAN weist jedoch darauf hin, dass in diesem Fall das Problem bei der Personalpolitik des Unternehmens begründet liegt (vgl. Lenahan (2006), S. 45).



Quelle: Singh (2000), S. 148.

Abb. 5.2: Beispiel für einen Work Scope Approval Process

Auch so genannte Nice-To-Do-Arbeiten dürfen nicht während eines Turnarounds ausgeführt werden. Selbst wenn sie scheinbar schnell und leicht erledigt werden könnten, können sie dramatische Auswirkungen auf den Verlauf des Turnarounds haben, wenn doch Probleme auftreten. Denn eine daraus resultierende Verlängerung der Turnaround-Dauer kann hohe zusätzliche Kosten verursachen (vgl. Lenahan (2006), S. 46).

Während sich SINGH und LENAHAAN für diese Vorgehensweise aussprechen, ist BROWN der Auffassung, den Arbeitsumfang nicht von vornherein zu begrenzen. Arbeiten, die nicht notwendigerweise während eines Turnarounds ausgeführt müssen, sollen zu Zeiten ausgeführt werden, in denen die Arbeiter grade nichts zu tun haben. Dieser Meinung kann nicht gefolgt werden, da durch die Ausführung dieser Tätigkeiten die bereits erwähnten Probleme auftreten können. Zudem zeugt ein freier Zeitabschnitt, der für zusätzliche Arbeiten ausreicht, von einer schlechten Planung und Terminierung des Turnarounds.

Die endgültige Entscheidung über den Arbeitsumfang trifft das so genannte Work Scope Review Team (WSRT) zusammen mit der Steering Group. Das WSRT entwickelt ebenfalls die genauen Kriterien für den WSAP und legt einen Stichtag fest, bis zu dem alle Arbeitsanfragen aus den Abteilungen eingereicht werden müssen. Dieser Stichtag ist wichtig, damit eine Kostenschätzung erfolgen kann. Das Budget für den Turnaround wird somit festgelegt (vgl. Singh (2000), S. 152 f.; Lenahan (2006), S. 126; Brown (2004), S. 25).

Die bis zum Stichtag genehmigten Arbeiten werden anschließend in drei weitere Kategorien eingeteilt (vgl. Lenahan (2006), S. 76):

- Major Tasks,
- Minor Tasks und
- Bulkwork.

Major Tasks zeichnen sich beispielsweise durch ein hohes Gefahrenpotential, eine große Anzahl von Arbeitern mit vielen unterschiedlichen Fähigkeiten oder einer langen zeitlichen Ausdehnung aus. Die Planung dieser Tätigkeiten erfordert meist die Beteiligung eines Ingenieurs⁴³. Für die Planung von Minor Tasks ist nur selten ein Ingenieur notwendig, wohl aber ein erfahrener Planer⁴⁴. Als Bulkwork werden alle einfachen Tätigkeiten oder häufig durchzuführende Arbeiten, die identisch oder ähnlich sind, bezeichnet⁴⁵. Die Klassifizierung beeinflusst die Art und den Umfang der Planung. Dabei erfordern Major Task einen wesentlich größeren Planungsaufwand als Minor Task. Bulkwork wird nicht detailliert geplant (vgl. Lenahan (2006), S. 77 ff.).

⁴³ Major Tasks können z. B. die Instandsetzung einer großen Maschine oder das Auftragen eines Schutzanstrichs im Inneren eines großen Kessels sein (vgl. Lenahan (2006), S. 78).

⁴⁴ In diese Kategorie kann z. B. das Reinigen, Inspizieren und eventuelle Reparieren eines Wärmetauschers eingeordnet werden (vgl. Lenahan (2006), S. 78).

⁴⁵ Tätigkeiten dieser Kategorie umfassen beispielsweise den Austausch oder die Instandsetzung von Kleinelementen, wie Ventilen oder kleinere Pumpen (vgl. Lenahan (2006), S. 85).

Wie bereits zuvor erwähnt, wird der Arbeitsumfang zu einem bestimmten Zeitpunkt eingefroren. Alle nach diesem Stichtag anfallenden Arbeiten werden entweder als Add-Ons oder Scope Changes⁴⁶ bezeichnet. Add-Ons sind noch nicht im bereits genehmigten Arbeitsumfang enthalten und treten häufig erst bei der Durchführung des Turnarounds auf. Dagegen sind Scope Changes Änderungen am bereits genehmigten Arbeitsumfang. Alle Add-Ons und Scope Changes müssen ebenfalls einen Genehmigungsprozess durchlaufen (vgl. Lenahan (2006), S. 100; Singh (2000), S. 158).

5.4.2.2 Materials Management

Das Material und die Ausrüstung für einen Turnaround kann bis zu fünfzig Prozent der Turnaround-Kosten ausmachen und bietet somit Chancen für Kosteneinsparungen. Um einen Turnaround erfolgreich durchzuführen, müssen die benötigten Materialien und Ausrüstungsgegenstände rechtzeitig und in der geforderten Menge am richtigen Ort sein. Das Materials Management beinhaltet nicht nur die bloße Beschaffung von Materialien. Es ist vielmehr ein Prozess, der diverse Aktivitäten umfasst. Dazu gehört z. B. die Ermittlung, Beschaffung, Lagerung und Verteilung der Materialien und Ausrüstungsgegenstände (vgl. Singh (2000), S. 163 f.; Lenahan (2006), S. 58).

Verzögerungen bei der Lieferung, eine kostenintensive Beschaffung (weil die Bestellung erst spät aufgegeben wurde) und eine schlechte Qualität des Materials sind häufige Probleme bei einem Turnaround. Materials Management trägt zu einer erhöhten Zuverlässigkeit der Anlagen bei, weil qualitativ hochwertige Materialien beschafft werden. Zudem wird durch die Selektion geeigneter Hersteller und Lieferanten eine rechtzeitige Verfügbarkeit und eine kostengünstige Beschaffung ermöglicht (vgl. Singh, S. 165 f.).

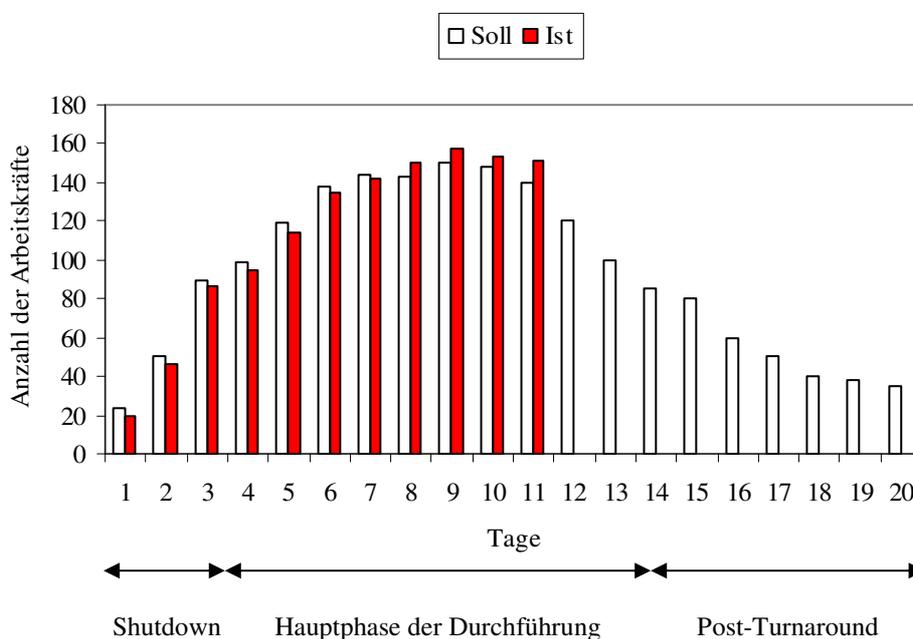
Beim Materials Management muss auch berücksichtigt werden, dass erforderliche Materialien und Ausrüstungsgegenstände für Instandsetzungsarbeiten benötigt werden, die sich erst nach einer Inspektion an den demontierten Anlagen erschließen. Dazu sind Notfallpläne zu erarbeiten, die beispielsweise eine beschleunigte Lieferung von Materialien regeln (vgl. Singh (2000), S. 172 f.).

⁴⁶ Bei LENAHA werden Add-Ons als zusätzliche Arbeit (Additional work) und Scope Changes als Mehrarbeit (Extra work) bezeichnet (vgl. Lenahan (2006), S. 100).

5.4.2.3 Die Personalplanung

Bei Turnaround-Planern herrscht noch immer die Auffassung, dass ein Turnaround schneller durchgeführt werden kann, je mehr Arbeiter eingesetzt werden. Dies ist jedoch nicht der beste Weg, um die festgelegten Termine einzuhalten. Denn obwohl mit dieser Methode manchmal auch die Zeitvorgaben erfüllt werden können, entstehen gleichzeitig unnötig hohe Personalkosten. Neben dem Materials Management bietet die Personalplanung eine weitere Möglichkeit, Kosten einzusparen⁴⁷. Mit Hilfe der computergestützten Planung und Terminierung kann die Personalplanung optimiert werden (vgl. Singh (2000), S. 183 f.).

Basierend auf dem endgültigen Arbeitsumfang und der Terminierung werden Ressourcenpläne ausgearbeitet. Sie stellen Informationen über die benötigten Arbeitskräfte bereit. Meist werden diese Pläne als Balkendiagramme (vgl. Abb. 5.3) dargestellt und stellen die geplanten und die tatsächlich eingesetzten Ressourcen gegenüber. Die Ressourcenpläne müssen für jede Schicht und jede Phase des Turnarounds erstellt werden. Sie sollten möglichst nach weiteren Kategorien (z. B. nach Anlage, Partnerunternehmen, Art der Arbeitskraft) unterteilt werden können (vgl. Singh (2000), S. 185 ff.; Lenahan (2006), S. 173 f.).

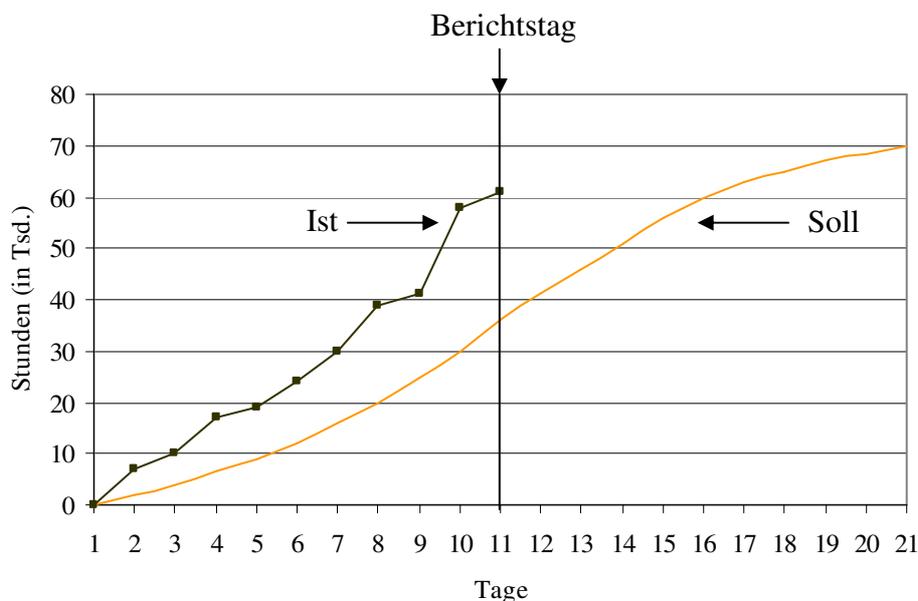


Quelle: Singh (2000), S. 186.

Abb. 5.3: Beispiel eines Ressourcenplans als Balkendiagramm (Ist und Soll)

⁴⁷ Typischerweise entfallen ca. dreißig Prozent der Gesamtkosten des Turnarounds auf die Personalkosten (vgl. Lenahan (2006), S. 129).

Eine weitere Möglichkeit der Darstellung sind so genannte Stundenverbrauchskurven (vgl. Abb. 5.4). Hier werden die geplanten und die geleisteten Stunden grafisch dargestellt. Sie bilden die Grundlage für die Ermittlung des physischen Fortschritts⁴⁸ und für die Bestimmung der Produktivität (vgl. Singh (2000), S. 185 ff.; Lenahan (2006), S. 173 f.).



Quelle: Singh (2000), S. 187.

Abb. 5.4: Beispiel für eine Stundenverbrauchskurve (Ist und Soll)

Bei der Auswahl des Personals muss auf die benötigten Qualifikationen und auf eine entsprechende Zertifizierung⁴⁹ geachtet werden. Unzureichende Qualifikationen erhöhen das Sicherheitsrisiko, Verringern die Qualität der ausgeführten Arbeiten und Verschlechtern die Produktivität (vgl. Lenahan (2006), S. 14; Singh (2000), S. 187 f.).

Da ein Turnaround in einem äußerst engen Zeitfenster durchgeführt werden muss, wird für gewöhnlich in Schichten und auch an Wochenenden gearbeitet. Die Anzahl der Schichten, deren Stunden und die Arbeitstage pro Woche werden vom Turnaround Management Team festgelegt (vgl. Singh (2000), S. 189). Bei der Aufteilung der Schichten und beim Erstellen der Arbeitszeiten ist darauf zu achten, dass die zusätzlichen Stunden (etwa von acht auf zwölf Stunden) nicht in vollem Umfang

⁴⁸ Jedoch weist Singh zugleich darauf hin, dass für die Messung des physischen Fortschritts anstatt der geleisteten Stunden die fertig gestellten Arbeiten herangezogen werden sollten (vgl. Singh (2000), S. 262). Die Gegenüberstellung der geplanten und tatsächlichen Stunden ist allerdings ebenfalls sinnvoll, da größere Abweichungen vom Plan den weiteren Verlauf des Turnarounds gefährden könnten und nicht zuletzt die Kosten erhöht werden, wenn keine Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

⁴⁹ So muss z. B. bei Schweißern auf einen gültigen Schweißpass geachtet werden.

zusätzlicher Arbeitszeit entsprechen. Die Arbeiter sind nach einiger Zeit erschöpft und arbeiten unproduktiver. Zudem sind eventuell längere Pausenzeiten vorgeschrieben (vgl. Brown (2004), S. 21 ff.).

5.4.2.4 Kontrolle der Pläne, Termine und Kosten

Wie bereits in Abschnitt 5.3 erwähnt, ergibt sich aus dem Arbeitsumfang ein Projektstrukturplan. Der PSP unterteilt alle zu erledigenden Arbeiten in handhabbare Arbeitspakete. Diesen Arbeitspaketen werden Termine, Kosten und Personen zugeordnet. Die Unterteilung dient außerdem auch zur besseren Messbarkeit des Arbeitsfortschritts und zur Kostenkontrolle (vgl. Singh (2000), S. 220 f.; Brown (2004), S. 100 f.).

Durch die Terminierung der einzelnen Arbeitsvorgänge ergeben sich für jeden Vorgang eine Startzeit und eine Dauer. Bei der grafischen Darstellung der Vorgänge auf einer Zeitachse werden häufig Gantt-Charts eingesetzt. In ihrer ursprünglichen Form sind die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Vorgängen nicht zu erkennen (vgl. Brown (2004), S. 73)⁵⁰.

Mit Hilfe der Critical Path Method (CPM) lässt sich dieser Mangel beheben. Dieses Verfahren baut einen Vorgangspfeil-Netzplan auf und zeigt alle Relationen zwischen den einzelnen Vorgängen. Durch diesen Netzplan werden z. B. der frühestens mögliche Fertigstellungstermin und der spätestens mögliche Fertigstellungstermin errechnet. Aus der Differenz ergeben sich die Pufferzeiten. Alle Vorgänge mit einer Pufferzeit von null ergeben den so genannten kritischen Pfad. Anhand dieses kritischen Pfades ergibt sich die Gesamtlänge des Turnarounds. Verzögert sich die Ausführung von einem der Vorgänge auf dem kritischen Pfad, so verursacht dies auch eine Verlängerung der Projektdauer. Deshalb ist besonders auf diese kritischen Vorgänge zu achten, damit bei Planabweichungen frühzeitig geeignete Maßnahmen ergriffen werden können und keine höheren Kosten durch eine Verlängerung der Projektdauer entstehen (vgl. Brown (2004), S. 73 ff.; Singh (2000), S. 222 f.; Lenahan (2006), S. 175).

Zur Kontrolle des Arbeitsfortschritts müssen täglich Berichte erstellt werden, um den Überblick über die geplante und bereits geleistete Arbeit zu behalten. Dabei sollte der Fortschritt nicht an den geleisteten Stunden gemessen werden, sondern an den bereits durchgeführten Arbeiten. Dafür wird im Turnaround Management, wie auch im Projektmanagement, häufig die Earned Value Methode eingesetzt. Hier wird anhand der

⁵⁰ Aktuelle Projektmanagement-Software (wie z. B. Microsoft Project) unterstützt eine erweiterte Darstellung der Gantt-Charts, indem voneinander abhängige Vorgänge mit Pfeilen verbunden sind.

ausgeführten Arbeiten und der zugehörigen Plandaten der Projektfortschritt bestimmt und mit den Ist-Daten verglichen (vgl. Singh (2000), S. 262 f.).

Sollen beispielsweise fünf gleiche Maschinen inspiziert werden, wobei jede Inspektion mit drei Stunden angesetzt ist, und es wurden bereits zwei Maschinen inspiziert, so sind vierzig Prozent der Arbeit fertig gestellt ($2 / 5 = 0,4$). Der Earned Value beträgt somit sechs Stunden ($0,4 \times (3 \times 5) = 6$). Die tatsächlich benötigte Zeit war allerdings acht Stunden. Somit stimmt die tatsächliche Produktivität nicht mit der ursprünglich erwarteten Produktivität überein.

Weitere Berichte sollten sich z. B. mit den angefallenen Kosten, dem Stundenverbrauch, dem Status der Add-Ons und Scope Changes und mit dem Personaleinsatz befassen. Bei den Kosten ist eine Unterteilung in Kostenarten sinnvoll, welche nur für den Turnaround benutzt werden. Ohne diese Kostenarten sind die tatsächlichen Kosten des Turnarounds später nicht erkennbar. Zudem ermöglichen sie detaillierte Berichte über die tatsächlichen und geplanten Kosten (z. B. nur Materialkosten) (vgl. Lenahan (2006), S. 127 f.; Singh (2000), S. 264 f.).

5.4.3 Die Turnaround-Durchführung

5.4.3.1 Pre-Turnaround und Vorbereitung

Bevor die eigentlichen Instandhaltungsmaßnahmen ausgeführt werden können, müssen noch einige Vorbereitungen getroffen werden. Zu diesen Vorbereitungen eines Turnarounds gehört z. B. das Abhalten von Kick-Off Meetings mit den beteiligten Unternehmen und Lieferanten, das Veranstellen von Schulungen (wie Sicherheitsbelehrungen, Erste Hilfe, etc.) für das eigene Personal und das der beteiligten Unternehmen oder die Ausgabe von Werksausweisen für die Beteiligten. Die Pre-Turnaround-Phase bildet außerdem eine exzellente Möglichkeit, die Verfahren (z. B. Rückmeldeprozeduren, etc.) zu testen und Feineinstellungen vorzunehmen. Denn was während der Vorbereitung nicht funktioniert, wird auch bei der eigentlichen Durchführung Probleme bereiten (vgl. Singh (2000), S. 278 f.).

Zur Vorbereitung des Turnarounds gehört auch, dass die notwendigen Einrichtungen und die spezielle Ausrüstung vor Ort aufgebaut werden. Dazu zählen beispielsweise das Aufstellen von Büro- und Werkzeugcontainern, das Anbringen zusätzlicher Beleuchtungsanlagen, das Aufstellen von Baugerüsten oder das Entfernen von Dämmstoffen an den Anlagen. Eine Checkliste ist hierbei von Vorteil (vgl. Singh (2000), S. 279 ff.; Lenahan (2006), S. 117 f.; Brown (2004), S. 12 ff.).

5.4.3.2 Die eigentliche Ausführung

Bei der Durchführung eines Turnarounds zeigt sich, wie gut die vorherige Planung war. Sind die Vorbereitungen abgeschlossen, können die Anlagen heruntergefahren werden. Die abgeschalteten Anlagen müssen anschließend dekontaminiert werden und können danach von einem Inspektionsteam überprüft werden. Je nach festgestelltem Zustand der Anlage müssen eventuelle Reparaturen veranlasst werden. Diese Instandsetzungsmaßnahmen sind meist⁵¹ nicht in der Planung berücksichtigt. An dieser Stelle kommt der im Abschnitt 5.4.2.1 beschriebene Ablauf für Add-On Arbeiten zum Einsatz. Dabei gilt es, die Entscheidungen bezüglich der weiteren Behandlung dieser zusätzlichen, noch nicht geplanten Arbeiten so schnell wie möglich zu treffen, um keine Verzögerungen des Turnarounds zuzulassen (vgl. Singh (2000), S. 293 und 303; Lenahan (2006), S. 168).

Eine der größten Herausforderungen besteht darin, darauf zu achten, dass alle Beteiligten sich an die ausgearbeiteten Pläne halten. Sie sind nutzlos, wenn nicht nach ihnen gehandelt und gearbeitet wird. Außerdem sorgen sie durch die vorgegebenen Abläufe auch für eine sichere Ausführung der Tätigkeiten. Für einen erfolgreichen Turnaround ist die Sicherheit oberstes Kriterium. In dieser Phase sind allerdings die Risiken für die Sicherheit, Gesundheit und die Umwelt am größten. Schließlich sind viele verschiedene Arbeitskräfte aus unterschiedlichen Unternehmen gleichzeitig damit beschäftigt, die Arbeiten auszuführen (Singh (2000), S. 294 f.).

5.4.4 Post-Turnaround und Auswertung

In dieser Phase liegt der Schwerpunkt in der Rückführung der Anlagen in den Routinebetrieb (vgl. Lenahan (2006), S. 182 ff.). Allzu häufig werden Turnarounds jedoch zu früh als beendet betrachtet und viele Unternehmen verpassen die Chance, wertvolle Informationen über den Turnaround zu sammeln. Die Post-Turnaround-Phase legt jedoch den Grundstein für die Planung des nächsten Turnarounds (vgl. Singh (2000), S. 325 f.).

Alle Arbeiten, die jetzt noch durchgeführt werden müssen, beeinflussen nicht das Hochfahren der Anlagen. Dazu zählen beispielsweise Malerarbeiten, das Anbringen von Dämmungen oder die Reparatur von Ersatzbauteilen. Diese Arbeiten sind nicht kritisch und deshalb sollte an dieser Stelle auch über eine Neuregelung der Arbeitszeiten und

⁵¹ Teilweise kann auf Erfahrungen vorangegangener Turnarounds zurückgegriffen werden. Kommt es häufiger bei Turnarounds an einer Anlage zu gleichen oder ähnlichen Schäden, können die entsprechenden Instandsetzungsmaßnahmen mit in die Planung des nächsten Turnarounds einbezogen werden.

Schichten diskutiert werden. Normale Arbeitszeiten sind nicht nur für die Beteiligten Personen eine Erleichterung, sondern wirken sich auch positiv auf die Kosten aus (vgl. Singh (2000), S. 327 f.; Lenahan (2006), S. 187 f.).

Bevor die Arbeiter aus dem Turnaround abgezogen werden, sollten von den Beteiligten Informationen wie z. B. Verbesserungsvorschläge oder positive und negative Eindrücke gesammelt werden (vgl. Singh (2000), S. 329; Lenahan (2006), S. 187). Nachdem das Werk wieder vollständig hochgefahren und die Produktion wieder aufgenommen wurde, kann mit der Auswertung dieser Daten begonnen werden. Diese Informationen sind äußerst wichtig, dienen sie doch der Verbesserung zukünftiger Turnarounds. Die Auswertung sollte Fehler aufzeigen, deren Ursachen ergründen, Maßnahmen zur zukünftigen Vermeidung festlegen aber auch Erfolge hervorheben (vgl. Brown (2004), S. 117 ff.; Singh (2000), S. 330 f.).

Auch die Lieferanten und andere beteiligte Unternehmen müssen hinsichtlich ihrer Qualität und Leistung bewertet werden. Anhand dieser Daten ist abschließend ein Turnaround Performance Report vom Turnaround Manager zu erstellen. Während des gesamten Turnarounds ist außerdem darauf zu achten, dass alle erstellten Dokumente⁵² gesammelt und aufbewahrt werden (vgl. Brown (2004), S. 119; Singh (2000), S. 335 ff.).

⁵² Dies umfasst z. B. alle Pläne, Bauzeichnungen, Inspektionsergebnisse, Röntgenaufnahmen, Prüfbögen, etc.

6 Die Entwicklung eines Turnaround Management Systems

6.1 Anforderungen an ein Turnaround Management System

Ein umfassendes System zum Management von Turnarounds muss, wie bei SINGH und LENAHAAN beschrieben, bereits bei der strategischen Planung und der Geschäftsplanung beginnen. Denn alle Mitarbeiter und das Management müssen sich über den Nutzen und die Chancen eines Turnarounds bewusst sein und ihn nicht als lästige Pflichtaufgabe betrachten, weil er beispielsweise vom Gesetzgeber in regelmäßigen Abständen gefordert wird.

Die Planung und Terminierung der durchzuführenden Arbeiten ist dabei nur ein Bestandteil eines solchen Systems. Um regelmäßig sehr gute Ergebnisse bei Turnarounds zu erzielen, sollte ein Turnaround Management System daher folgenden Anforderungen gerecht werden:

- Integrierte Planung und Terminierung aller Vorgänge (Personal, Material, Termine)
- Vorkalkulation des Turnarounds
- Einfache, schnelle und zeitnahe Rückmeldung der Verbräuche und des Fortschritts
- Integration verschiedener IT-Systeme
- Wissenskonservierung für zukünftige Turnarounds

Integrierte Planung und Terminierung meint dabei, dass z. B. die für die durchzuführenden Tätigkeiten benötigten Materialien auch in einem Warenwirtschaftssystem berücksichtigt werden. Wenn ein Material also in die Planung des Turnarounds einbezogen wurde, muss das Warenwirtschaftssystem sicherstellen, dass das benötigte Material auch in der angeforderten Menge und zum benötigten Zeitpunkt bereitgestellt werden kann. Dies beinhaltet sowohl die Überprüfung des Lagerbestandes, als auch die Einleitung des Bestellvorgangs, wenn das Material nicht oder in unzureichender Menge im Lager vorhanden ist. Für das Personal bedeutet dies eine Aktualisierung der Auslastung an dem geplanten Termin in allen relevanten Systemen (z. B. ERP-System, Projektmanagementsoftware, etc.).

Basierend auf der Planung und Terminierung muss eine Vorkalkulation für den Turnaround erstellt werden können. Die Vorkalkulation ist eine erste Schätzung der Gesamtkosten für den Turnaround und gibt somit Aufschluss über das Einhalten des für den Turnaround bewilligten Budgets.

Während der Durchführung des Turnarounds stehen alle Arbeiter in der Regel unter hohem Zeitdruck. Gleichzeitig benötigen jedoch die Planer die Rückmeldungen für die ausgeführten Arbeiten, um beispielsweise für die nächste Schicht die neuen Arbeitspläne anhand der noch offenen Arbeitspakete auszuarbeiten. Zusätzlich muss das Management über den aktuellen Stand bzw. den Fortschritt der Arbeiten unterrichtet werden. All dies erfordert eine einfache und unkomplizierte Art der Rückmeldung von den Arbeitern an den Anlagen zu den zuständigen Planern. Zudem sollte die Rückmeldung zeitnah geschehen, damit die Berichte möglichst aktuell sind.

Wie bereits angedeutet, soll das Turnaround Management System bereits bestehende IT-Systeme untereinander verbinden und so die speziellen Funktionen der Einzelsysteme optimal nutzen. So können beispielsweise die besseren Planungsmöglichkeiten einer Projektmanagement-Software und die Vorteile eines ERP-Systems bei der kaufmännischen Seite ausgenutzt werden. Zudem sollten auch die IT-Systeme der Instandhaltungsabteilung integriert werden, um aktuelle Informationen über die Anlagenzustände für eine bessere Planung der Instandhaltungsmaßnahmen nutzen zu können.

Für eine kontinuierliche Verbesserung der Turnarounds ist es unerlässlich, alle erstellten Dokumente von vergangenen, bereits durchgeführten Turnarounds z. B. in einem Dokumentenmanagement-System bzw. einer Erfahrungsdatenbank zu speichern. Auf diese Weise kann aus Fehlern gelernt oder der Zeitaufwand für die Planung erheblich verkürzt werden. Zusätzlich verbessern sich die Aufwandsschätzungen für jeden Anlagenteil. Die Bewertung von externen, am Turnaround beteiligten Unternehmen bezüglich Qualität der durchgeführten Arbeiten, der Qualität und Pünktlichkeit der gelieferten Materialien und Ausrüstungsgegenstände oder Ähnlichem trägt entscheidend zu dieser Verbesserung bei.

6.2 Aufnahme des Ist-Zustandes und Bewertung

6.2.1 Ist-Zustand

Die Notwendigkeit zur Durchführung von Turnarounds ist vielen Unternehmen der verfahrenstechnischen Industrie aus den bereits genannten Gründen (vgl. Abschnitt 5.2) gemein. Jedoch variiert die Qualität und Vorgehensweise der Vorbereitung, Planung, Terminierung und der Nachbereitung der Turnarounds mitunter erheblich von Unternehmen zu Unternehmen.

Um die aktuelle Situation und die daraus resultierenden Probleme der Betreiber verfahrenstechnischer Anlagen in Bezug auf die Planung, Terminierung, Durchführung und Wissenskonservierung bei Turnarounds herauszufinden und später zu bewerten, wurden mit den Vertretern der Zielgruppe Interviews geführt, Fragebögen verschickt und Tagungen veranstaltet. Dabei enthielt beispielsweise der Fragebogen über 750 Fragen rund um die Vorgehensweise bei einem Turnaround in den jeweiligen Unternehmen. Die zu beantwortenden Fragen beinhalteten alle Abschnitte eines Turnarounds, von der Geschäftsplanung bis zur Nachbereitung und Auswertung.

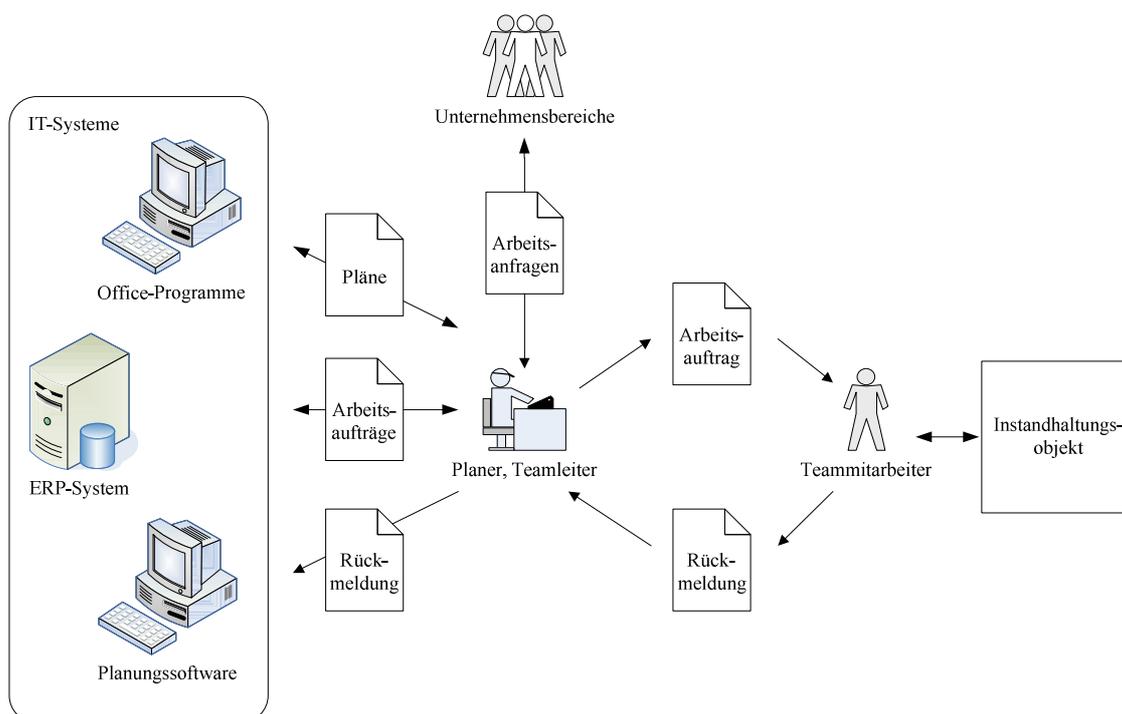


Abb. 6.1: Darstellung des Ist-Zustandes bei der Planung, Terminierung und Durchführung von Turnarounds in den befragten Unternehmen

Obwohl, bedingt durch den Umfang des Fragebogens, nicht alle Fragen beantwortet wurden, geben die Antworten und die Ergebnisse der Interviews und Tagungen einen guten Einblick in die Ist-Situation in den betreffenden Unternehmen.

Folgende Sachlage stellt sich demnach in einer Vielzahl der Unternehmen dar:

- Keine standardisierten Prozesse zur Abwicklung von Turnarounds,
- die Planung und Terminierung von Turnarounds erfolgt mit unterschiedlichen Software-Werkzeugen,
- es existieren kaum Leistungsverzeichnisse oder Arbeitszeitwertkataloge,

- keine ausreichende Wissenskonservierung,
- die Planung wird für jeden Turnaround vollständig neu erstellt,
- die Stammdaten sind nur in separaten ERP-Systemen vorhanden,
- häufige Medienbrüche,
- späte Rückmeldung und fehlende Auswertung der Rückmeldungen.

Abb. 6.1 veranschaulicht die Situation in den untersuchten Unternehmen.

6.2.2 Analyse und Bewertung

Das Fehlen von standardisierten Arbeitsabläufen, wie beispielsweise der bereits erläuterten Festlegung des Arbeitsumfangs (vgl. Abschnitt 5.4.2.1), führt in erster Linie zu einem höheren Zeitaufwand und damit auch zu höheren Kosten, als bei einem vorgegebenen Ablauf. Zugleich werden durch die Regelung der Zuständigkeiten bei standardisierten Arbeitsabläufen Doppelarbeiten vermieden, was wiederum zu niedrigeren Kosten führt. Außerdem sorgen gut durchdachte Prozesse für eine gleich bleibende Qualität der Ergebnisse.

Die bei der Planung und Terminierung eingesetzten Software-Werkzeuge sind häufig ungeeignet für diese Aufgaben. So wird Microsoft Excel vielfach für eine bloße Auflistung der Vorgänge genutzt, ohne Angabe von Anfangszeiten und ohne eine Vorgangsdauer zu hinterlegen⁵³. Damit sind die Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen nicht erkennbar, und Terminverschiebungen bei einem Vorgang führen zu zeitaufwendigen Aktualisierungen bei den anderen Vorgängen. Nicht selten werden diese Vorgangslisten von Excel in eine Projektmanagement-Software überführt. Mit Hilfe der Projektplanungs-Software werden schließlich die Ressourcen zugewiesen und die Terminierung durchgeführt, bevor der komplette Plan wiederum nach Excel exportiert wird.

Die konsequente Nutzung und Pflege von Leistungsverzeichnissen und Arbeitszeitwertkatalogen würden die Planung wesentlich vereinfachen und beschleunigen, da die Arbeitspakete, und damit die detaillierten Arbeitsanweisungen, lediglich ausgewählt werden müssen. Zeiten sowie Ressourcen würden mit in die Planung übernommen werden. Der Planer braucht im Wesentlichen nur noch die

⁵³ Hierbei sei angemerkt, dass selbst, wenn die Termine für die einzelnen Vorgänge hinterlegt würden, MS Excel keinerlei Unterstützung für eine Terminierung bietet.

Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Arbeitspaketen hinzuzufügen und die Feinplanung durchzuführen. Durch die Vorgaben aus den Leistungsverzeichnissen wird zudem sichergestellt, dass keine Tätigkeiten bei der Planung vergessen werden. Dies erhöht somit die Qualität der Planung.

Die erstellten Pläne und andere Dokumente werden nur auf den verschiedenen Systemen gespeichert und nicht wieder verwendet. Auch werden die Ergebnisse von Inspektionen nicht analysiert, um beispielsweise die Ursachen für eine Beschädigung zu ergründen. Die Dokumente über die letzten Turnarounds werden nicht zur Planung und Verbesserung der nachfolgenden Turnarounds genutzt. So wird bei jedem Turnaround von Grund auf neu geplant und unnötigerweise Zeit und Mühe verschenkt. Ob und inwiefern die Erfahrungen aus vorangegangenen Turnarounds genutzt werden, ist folglich meist von der Erinnerungsfähigkeit aller Beteiligten abhängig.

Ein weiterer Kritikpunkt betrifft den Umgang mit den Stammdaten der ERP-Systeme. So werden z. B. die Personal-, Material- und Kreditorenstammdaten auch bei der Planung benötigt. Da die Systeme allerdings weitestgehend getrennt voneinander arbeiten, werden die Daten aus dem ERP-System extrahiert und häufig sogar per Hand in die entsprechenden Planungswerkzeuge übernommen. Medienbrüche sind damit keine Seltenheit - sowohl bei der Erstellung der Planung, als auch bei den Rückmeldungen bezüglich der durchgeführten Arbeiten. Diese Rückmeldungen existieren fast ausschließlich in Papierform und werden häufig erst am Ende der jeweiligen Schicht an den Planer weitergeleitet, der die zurückgemeldeten Zeiten wieder manuell in die IT-Systeme überträgt. Der Planer hat demzufolge nicht die Möglichkeit, die verbrauchten Stunden und das verbrauchte Material sukzessive in die Systeme einzupflegen. Eine Auswertung der Rückmeldungen findet ebenfalls nicht statt und verhindert damit eine zeitnahe Fortschrittskontrolle und das Aufstellen von Prognosen.

Es kann schließlich festgehalten werden, dass ein Turnaround Management System die angesprochenen Probleme beheben würde und somit erheblich dazu beiträgt, die Qualität des gesamten Turnarounds zu verbessern, den Zeitaufwand wesentlich zu verringern und folglich die Kosten zu senken. In Abb. 6.2 ist ein möglicher Soll-Zustand dargestellt, der die Stammdaten aus einem ERP-System über eine Schnittstelle in der Planungssoftware, die als Projektmanagement-Zentrale fungiert, nutzbar macht. Die Rückmeldungen der Arbeiter dienen der Planungssoftware zur Fortschrittsmessung und -kontrolle und dem ERP-System zur Verbuchung und Abrechnung.

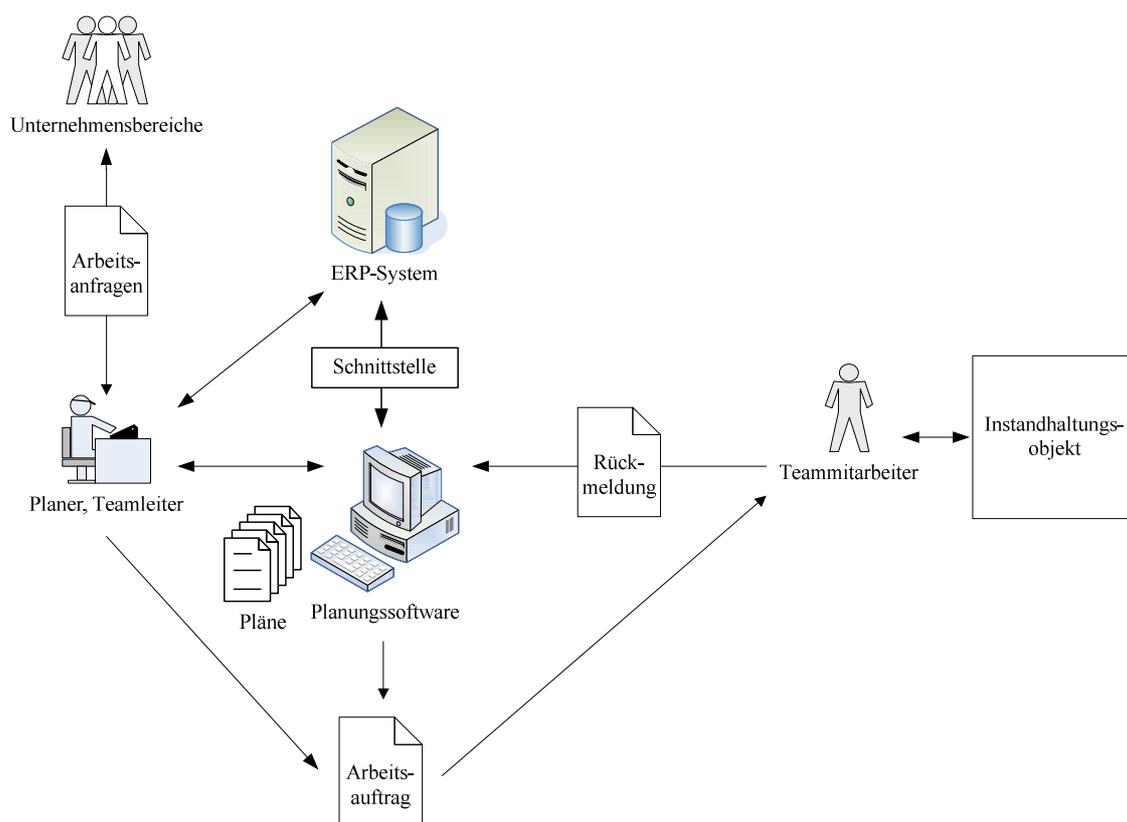


Abb. 6.2: Darstellung eines möglichen Soll-Zustandes für die Planung, Terminierung und Durchführung von Turnarounds

6.3 Angestrebter Entwicklungsverlauf

Eine Hauptkomponente des Turnaround Management Systems ist die Schnittstelle zwischen dem ERP-System und dem Projektmanagementsystem (PMS). Da ein ERP-System, wie z. B. SAP R/3, den Schwerpunkt auf eine betriebswirtschaftliche Projektabwicklung legt (vgl. Dräger (1998), S. 36 und 283), muss zur eigentlichen Planung, Terminierung und Kontrolle ein PMS eingesetzt werden, die das ganze Projekt von der technischen Sicht heraus betrachtet⁵⁴.

Somit stellt das ERP-System alle benötigten Stammdaten zur Verfügung, die mit Hilfe der Schnittstelle zum Projektmanagementsystem übertragen werden können. Das Projekt, und bei Bedarf auch eine Projektstruktur, sollen ebenfalls im ERP-System angelegt und zum PMS übertragen werden. In Abschnitt 6.4.1 wird die Funktionsweise der Schnittstelle ausführlich beschrieben, und soll deshalb an dieser Stelle nicht näher behandelt werden.

⁵⁴ Nicht umsonst existieren beispielsweise Schnittstellen zwischen SAP R/3 und MS Project oder Primavera Project Planner. Im Fall von Microsoft wird ebenfalls deutlich, dass das ERP-System Microsoft Axapta (auch mit einem Projektmodul ausgestattet) und MS Project parallel existieren und auch hier Schnittstellen zu finden sind.

Da das komplette Turnaround Management System zu komplex ist, um es auf einmal entwickeln zu können, soll dies schrittweise geschehen. Als erste Komponente ist dabei die angesprochene Schnittstelle zu entwickeln. Da die traditionellen Prozessmodelle der Softwareentwicklung, wie beispielsweise das Wasserfall- oder das Spiralmodell, eine rasche Umsetzung der Anforderungen weitestgehend verhindern, weil sich relativ starr an die einzelnen Phasen (z. B. Definition, Entwurf, etc.) gehalten werden muss, soll die Entwicklung mittels Prototyping erfolgen. Diese Vorgehensweise bietet gegenüber den traditionellen Prozessmodellen z. B. folgende Vorteile (vgl. Balzert (1998), S. 114 f.):

- Anforderungen müssen nicht vollständig in der Definitionsphase spezifiziert werden
- Möglichkeit der wechselseitigen Koordination zwischen Entwicklern und Anwendern
- Präsentation der fortschreitenden Entwicklung möglich
- Erörterung und experimentelle Erprobung von alternativen Lösungsmöglichkeiten in Rücksprache mit dem Auftraggeber
- Veranschaulichung der prinzipiellen Durchführbarkeit einer Idee zum Zweck der Auftragsakquisition

Besonders der letzte Punkt war ausschlaggebend für die gewählte Vorgehensweise. Diese spezielle Art eines Prototyps wird Demonstrationsprototyp genannt. Er soll dem potentiellen Auftraggeber einen ersten Eindruck davon vermitteln, wie ein Produkt im Prinzip aussehen und funktionieren kann. Die Grenzen zu dem letztendlichen Produkt bleiben dabei deutlich erkennbar (vgl. Balzert (1998), S. 115).

Als Microsoft Business Solutions Partner im Bereich Projektmanagement und Industrial Service Management mit dem Schwerpunkt auf Entwicklung, Anpassung und Vertrieb des ERP-Systems Microsoft Axapta und der Projektmanagement-Software Microsoft Project Server standen zudem die Rahmenbedingungen für die Entwicklung des Prototypen fest. Die beiden Produkte sind Standardsoftware und bringen damit mehrere Vorteile gegenüber einer kompletten Individualentwicklung mit sich. Diese Vorteile sind z. B. (Barbitsch (1996), S. 14 f.; Mertens et al. (2001), S. 169):

- *Kosten*: Die Kosten für Standardsoftware inklusive der Anpassung sind wesentlich geringer als bei einer vergleichbaren Individuallösung. Zudem wird Standardsoftware zu einem Festpreis angeboten und ermöglicht eine risikolosere Kalkulation.

- *Zeit*: Die Software ist sofort verfügbar. Im Fall des Turnaround Management Systems beschränkt sich die Entwicklungszeit auf die Implementierung der Schnittstelle. Das macht einen schnellen Einsatz des Systems möglich.
- *Know-how*: Beim Kauf der Standardsoftware wird gleichzeitig ein ausgereiftes Produkt auf dem letzten Stand der Entwicklung und mit wertvollem betriebswirtschaftlichem Wissen erworben, da viele große Softwarehersteller eng mit der Wissenschaft zusammenarbeiten.
- *Erweiterbarkeit und Anpassung*: Durch die große Verbreitung der Software in vielen verschiedenen Unternehmen existieren verschiedene Lösungen, die durch Customizing an die besonderen Anforderungen des individuellen Unternehmens angepasst werden können. Durch die Auswahl namhafter Hersteller wird zudem die Weiterentwicklung und Verbesserung der Software gesichert.
- *Wartung*: Durch eine breite Kundenbasis hält sich der Pflegeaufwand in Grenzen, da meist problemlos auf eine neuere Version gewechselt werden kann.
- *Fehlerrisiko*: Bedingt durch die große Verbreitung kann davon ausgegangen werden, dass sie vor der Auslieferung gründlich getestet worden ist und in einem ausgereiften Zustand auf den Markt kommt.
- *Integration*: Durch einheitliche Standards und die Verfügbarkeit von Schnittstellen zu anderen Softwareprodukten wird die innerbetriebliche Integration erleichtert.

6.4 Implementierung des Schnittstellen-Prototypen

In den folgenden Abschnitten soll die Funktionsweise und Implementierung der Schnittstelle zwischen *MS Axapta* und *MS Project Server* erläutert werden. Schließlich wird der Ablauf der Planung und Terminierung sowie der Einsatz der Schnittstelle anhand eines selbst gewählten, vereinfachten Beispiels verdeutlicht.

6.4.1 Funktionsweise und Implementierung der Schnittstelle

In der ersten Version des Demonstranten soll das Microsoft ERP-System Axapta die Personalstammdaten bereitstellen und im Microsoft Project Server verfügbar machen. Das Projekt selbst muss im Projektmodul von Axapta angelegt werden. Zusätzlich kann auch eine Projektstruktur angelegt werden. Über die Schnittstelle wird der Ressourcenpool von MS Project Server mit dem Ressourcenpool von Axapta

abgeglichen. Nicht vorhandene Ressourcen im Project Server werden dem Ressourcenpool hinzugefügt und bereits existierende Ressourcen werden aktualisiert (z. B. Gruppenzugehörigkeit, Verfügbarkeit bzw. Auslastung). Der Abgleich des Ressourcenpools ist notwendig, da die real existierenden Ressourcen des Unternehmens bei der Planung berücksichtigt werden müssen. Der Kalender (entweder für das ganze Werk oder für jede einzelne Ressource) ist in dieser ersten Version noch von Hand abzugleichen. Auch dieser Abgleich soll in einer späteren Version des Demonstranten ebenfalls automatisiert erfolgen.

Nachdem die Voraussetzungen für den Einsatz der Schnittstelle geschaffen wurden, kann das in Axapta erstellte Projekt und, soweit vorhanden, die Projektstruktur über die Schnittstelle nach MS Project (MSP⁵⁵) exportiert werden. In MSP wird ein leeres Projekt angelegt. Alle bereits vorhandenen Axapta-Unterprojekte werden in MSP als Vorgänge abgebildet.

In Axapta können im Projektmodul Projekte, Unterprojekte und Aktivitäten erstellt werden. MSP kennt dagegen nur Projekte und Vorgänge, wobei die Vorgänge auch Sammelvorgänge sein können, wenn sie mindestens einen weiteren Vorgang oder auch Sammelvorgang enthalten. Um eine spätere Aktualisierung der Projekte bzw. Unterprojekte und der Aktivitäten in Axapta zu ermöglichen, muss für jeden Vorgang in MSP mit Hilfe eines Attributs gekennzeichnet werden, ob es sich bei dem MSP-Vorgang um ein Axapta-Unterprojekt oder eine Axapta-Aktivität handelt. MSP stellt dazu diverse Felder zur Verfügung, die von Anwendern und Entwicklern genutzt werden können. Diese Felder umfassen dabei:

- Textfelder
- Zahlenfelder
- Kostenfelder⁵⁶
- Gliederungsfelder⁵⁷
- Attribute⁵⁸

⁵⁵ Der Begriff *MS Project* wird dabei synonym mit Project Professional verwendet.

⁵⁶ Kostenfelder sind Zahlenfelder, deren Anzeige zusätzlich ein Währungssymbol enthält und ein Tausendertrennzeichen unterstützt.

⁵⁷ Mit Hilfe von Gliederungsfeldern kann eine Struktur erstellt werden, aus der ein Eintrag ausgewählt werden kann. Diese Felder sind sinnvoll, wenn beispielsweise eine Länderauswahl getroffen werden soll.

⁵⁸ Attribute sind auf *Ja/Nein* bzw. *0* und *1* beschränkt.

In diesem Fall wird das *Attribut1* auf den Wert *Ja* gesetzt, wenn es sich bei dem MSP-Vorgang um eine Aktivität in Axapta handelt, andernfalls bekommt das Attribut den Wert *Nein*.

Das Projekt kann nun in MSP weiter geplant werden. Dazu können beispielsweise neue Vorgänge angelegt werden. In einer späteren Version soll an dieser Stelle ein Zugriff auf die erwähnten Leistungsverzeichnisse und Arbeitszeitwertkataloge des ERP-Systems erfolgen. Die einzelnen Vorgänge zur Instandhaltung von bestimmten Anlagenteilen werden dann nur noch aus dem Verzeichnis ausgewählt und gegebenenfalls durch den Planer im Projektplan selbst angepasst. Je nachdem, ob diese Vorgänge in Axapta als Unterprojekte oder als Aktivitäten dargestellt werden sollen, ist das *Attribut1* entsprechend zu setzen. Im Anschluss können die Vorgangsfolgen festgelegt werden. Sie definieren die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Vorgängen.

Um eine geschätzte Vorgangsdauer für jeden Vorgang einzugeben, kann in das Feld *Dauer* ein Wert für die voraussichtliche Dauer eingetragen werden⁵⁹. Der Wert sollte der Zeit entsprechen, welche die typischerweise für diesen Vorgang angenommene Anzahl von Personen benötigen, um die Arbeit durchzuführen. Aus dem abgeglichenen Ressourcenpool können die entsprechenden Ressourcen ausgewählt und den einzelnen Vorgängen zugewiesen werden. Die Ressourcen können dabei sowohl vom Typ *Arbeit* (Menschen und Maschinen) als auch vom Typ *Material* sein. Bei dem Demonstrationsprototyp werden vorerst nur humane Ressourcen berücksichtigt.

Der Planer hat jederzeit die Möglichkeit, den aktuellen Planungstand, inklusive der Termine und zugewiesenen Ressourcen, über die Schnittstelle an Axapta zu übermitteln. Alle noch nicht in Axapta vorhandenen Unterprojekte und Aktivitäten werden neu erstellt. Wurden Vorgänge zwischenzeitlich in MSP entfernt, so werden durch die Aktualisierung auch die korrespondierenden Unterprojekte bzw. Aktivitäten in Axapta entfernt.

Für die Realisierung der Schnittstellenfunktionen wurde so weit wie möglich auf die offizielle Programmierschnittstelle (API⁶⁰) des Project Servers, den so genannten Project Data Service (PDS), zurückgegriffen. Über diese XML-basierte Programmierschnittstelle können die wichtigsten Funktionen von MSP über den eigenen Programmcode angesprochen werden. Dazu zählt beispielsweise das Anlegen oder Entfernen von Projekten und Vorgängen oder das Zuweisen von Ressourcen.

⁵⁹ Auch hier kommen in einer späteren Version die Leistungsverzeichnisse und Arbeitszeitwertkataloge zum Einsatz, welche auch die benötigten Zeiten für den jeweiligen Vorgang enthalten.

⁶⁰ Application Programming Interface.

Dabei werden die für diese Aufgaben zur Verfügung gestellten Methoden der API über das Simple Object Access Protocol (SOAP) angesprochen. Mittels XML-Anfragen (Requests) werden die gewünschten Funktionen im Project Server ausgeführt. Eine vom Project Server generierte XML-Antwort (Response) weist darauf hin, ob die Funktion erfolgreich ausgeführt wurde. Andernfalls wird ein Fehlercode zurückgegeben. Tab. 6.1 zeigt eine Anfrage für das Anlegen eines neuen Projekts im Projekt Server und die zugehörige (erfolgreiche⁶¹) Antwort.

Tab. 6.1: Beispiel für eine Anfrage und die zugehörige Antwort über den Project Data Service

PDS-Anfrage	PDS-Antwort
<pre> <Request> <ProjectCreate> <AutoPublish>1</AutoPublish> <Project> <ProjectName> Beispiel.Veröffentlicht </ProjectName> <StartDate>20060327</StartDate> </Project> </ProjectCreate> </Request> </pre>	<pre> <Reply> <HRESULT>0</HRESULT> <STATUS>0</STATUS> <UserName>Administrator</UserName> <ProjectCreate> <Project> <ProjectName> Beispiel.Veröffentlicht </ProjectName> <ProjectID>168</ProjectID> </Project> </ProjectCreate> </Reply> </pre>

Leider können nicht alle Funktionen des Project Servers über diese API genutzt werden. So ist beispielsweise für das Anlegen und Befüllen des Attribut1-Feldes auch ein direkter Datenbankzugriff auf die Project Server Datenbank notwendig. Über eine ODBC-Verbindung⁶² zu der Datenbank werden mit Hilfe der Structured Query Language (SQL) z. B. INSERT, UPDATE oder DELETE Anweisungen ausgeführt und somit die Detaildaten zu den Projekten und zu deren Vorgängen erstellt, aktualisiert oder entfernt.

⁶¹ Eine erfolgreiche Antwort ist am Status-Element zu erkennen. Steht hier eine 0, konnte die Anfrage erfolgreich ausgeführt werden. Andernfalls steht hier ein Fehlercode, der in der PDS-Referenz nachgeschlagen werden kann (<http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/pjsdk/html/pdsAboutThePDSReference.asp>).

⁶² ODBC steht für Open DataBase Connectivity und stellt eine standardisierte, auf SQL basierende Programmierschnittstelle zur Verfügung, um auf eine Datenbank zugreifen zu können (vgl. Wikipedia (2006e)).

Die Schnittstelle selbst ist in das Axapta Projektmodul eingebettet. Axapta stellt, wie auch SAP, eine eigene, an JAVA erinnernde Programmiersprache namens X++ zur Verfügung. Alle Tabellen, Views und andere Objekte des Axapta-Systems sind über diese Programmiersprache ansprechbar. Abb. 6.3 stellt die Syntax von X++ beispielhaft dar.

The screenshot shows a window titled "Microsoft Business Solutions - Axapta - Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau Gm [AOS Thin client - prod(PROD_CLUSTER@nt-aos-01)] - [Classes\AxaptaMSPProject -]". The interface includes a menu bar (Datei, Bearbeiten, Werkzeuge, Befehl, Fenster, Hilfe), a toolbar, and a list of class methods on the left. The main area displays the following X++ code:

```

classDeclaration
addLogMessage
applySortingStyleSheet
applyStyleSheet
checkInProject
checkInResource
checkoutProject
checkoutResource
checkPropertiesExist
cleanWBSInMSPProjectTaskTable
connect
connectViaODBC
convertDateTimeToMSPString
createNewAssignment
createNewMSPResource
createNewMSPResources
createNewProject
createNewTask
createNewTasks
deleteMSPResource
deleteProject
deleteText1ForTask
executeSQL
fillProgress
getAllAxaptaProjectsAndActivities
getAllAxaptaResources
getAllMSPResources
getAttribute1ForAllTasks
getAttribute1ForTask
getAxaptaProjectForMSPProject
getAxaptaProjectIDFromMSP
getAxaptaTaskAndProjNumberForPr
getChildProjects
getCurrentAxaptaProjectID
getCurrentMSPProjectID
getDefaultVersion
getFlags
getImportVersionName
getMSPResourceByName
getMSPProjectTaskNumberForProject
getMSPTasks
getNewTaskID
getOutlineLevelForAxaptaProject
getProjectActivities
getProjectCheckoutInfo
getProjectInfo
getProjectsStatus
getResourceCheckoutInfo
getSortingStyleSheet
getStyleSheet
getSubprojectCount

```

```

Array getChildProjects(ProjId parentId)
{
    Array projects = new array(types::Class);
    Project project;
    ProjId pID;
    str pName;
    ProjTable projTable;
    int i=0;
    ;

    while select projTable where projTable.ParentId==parentId
    {
        i++;
        project = new Project(projTable.Name, projTable.ProjId);
        project.setParentProjectID(parentId);
        projects.value(i, project);
    }
    return projects;
}

```

At the bottom of the window, there is a status bar with the text "Name der Tabellenfunktion?" and system information "EUR | R1 | usr | 62".

Abb. 6.3: X++ Code-Beispiel

6.4.2 Ablauf anhand eines Beispiels

Aus Sicht des Planers soll nun anhand eines geeigneten Beispiels die genaue Vorgehensweise bei der Benutzung der Schnittstelle erläutert werden. Dazu sollen zwei Anlagenteile als Beispiel dienen, die häufig in verfahrenstechnischen Anlagen zu finden sind.

Ein Anlagenteil ist die so genannte Kolonne, die andere Teilanlage ein Wärmetauscher. Beide Anlagenteile werden bei fast allen verfahrenstechnischen Anlagen benötigt. Eine Kolonne ist eine Apparatur in Form einer Säule, die mit Hilfe thermischer Verfahren Stoffgemische trennt oder Stoffe zusammenführt. Sie besteht aus mehreren Segmenten. Dabei variiert die Höhe einer Kolonne je nach Einsatzzweck. Durch Ausnutzung von

physikalischen und chemischen Eigenschaften der Stoffe bzw. Stoffgemische zwischen den unterschiedlichen Segmenten einer Kolonne können die gewünschten Erzeugnisse in unterschiedlichen Höhen der Kolonne extrahiert werden. Um die Oberfläche für die Reaktionen zu vergrößern, befinden sich in den einzelnen Segmenten Einbauten oder Füllkörper. Diese Einbauten und Füllkörper sind z. B. Glocken- oder Siebböden und ringförmige Elemente oder auch Drahtkörper (vgl. Wikipedia (2006c); Experimentalchemie (2006)). In Abb. 6.4 ist eine Kolonne in einer Raffinerie abgebildet.



Abb. 6.4: Eine Kolonne in einer Raffinerie

Ein Wärmetauscher – oder um den korrekten, aber in der Praxis selten benutzten, Begriff Wärmeüberträger zu nennen – dient der Ableitung von Energie in Form von Wärme (vgl. Wikipedia (2006d)).



Abb. 6.5: Demontierte Wärmetauscher mit Rohrbündeln (links) und Mänteln (rechts)

Über das Projektmodul von Axapta wird zuerst ein neues, leeres Projekt mit dem Namen Turnaround-2006 angelegt. Es werden weder Unterprojekte noch Aktivitäten hinzugefügt (vgl. Abb. 6.6).

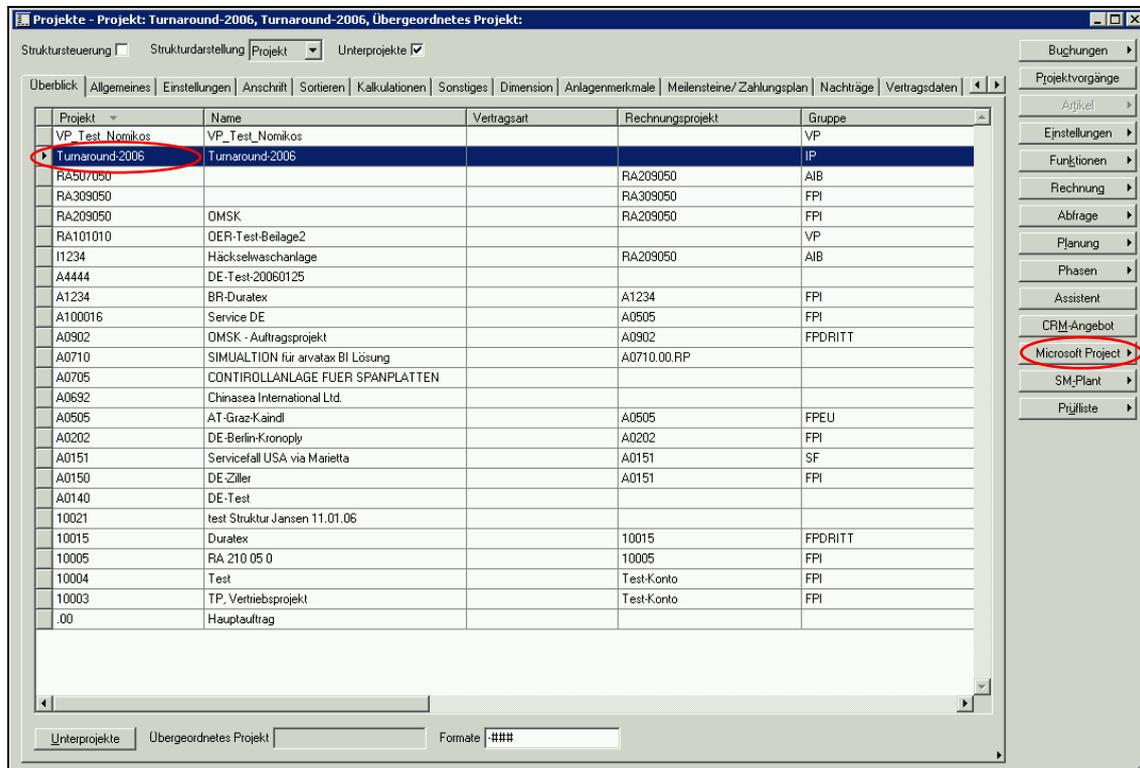


Abb. 6.6: Das Beispielprojekt im Projektmodul von Axapta

Wie bereits erwähnt, ist die Schnittstelle in das Axapta Projektmodul eingebettet und kann von hier aus gestartet werden. Nach einem Login-Fenster erscheint das Hauptfenster der Schnittstelle (vgl. Abb. 6.7).



Abb. 6.7: Hauptfenster der Schnittstelle

Über die Schaltfläche *Ressourcen aktualisieren* des Administrationsbereichs der Schnittstelle werden alle Axapta Ressourcen in den Ressourcenpool des Project Servers übernommen bzw. aktualisiert. Der Ressourcenabgleich ist nur nach einer Änderung des

Axapta Ressourcenpools oder beim erstmaligen Einsatz der Schnittstelle mit einem neuen Projekt Server Konto notwendig.

Das Projekt *Turnaround-2006* kann anschließend über die Schaltfläche *Projekt exportieren* zum Project Server exportiert werden. Über den sich öffnenden Dialog zum Exportieren von Projekten kann das Beispielprojekt ausgewählt werden (vgl. Abb. 6.8).



Abb. 6.8: Export des Beispielprojekts zum Project Server

Das Beispielprojekt kann anschließend im Project Professional Client geöffnet und weiterbearbeitet werden. In Abb. 6.9 ist das exportierte, leere Projekt zu sehen.

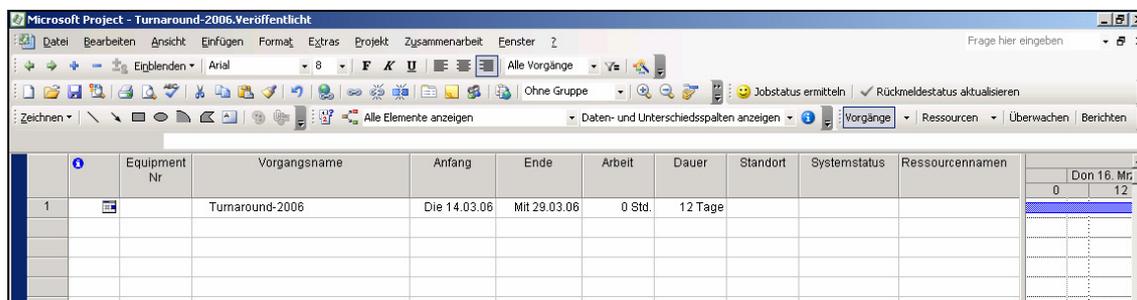


Abb. 6.9: Das exportierte Beispielprojekt im Project Professional Client

Der Planer fügt nun beide Teilanlagen mitsamt den zu verrichtenden Vorgängen in den Projektplan ein. Zur besseren Strukturierung sind Sammelvorgänge, die in Axapta zu Unterprojekten werden, einzufügen. So sind z. B. für den Wärmetauscher Sammelvorgänge wie Gerüstbau-, Demontage- oder Reinigungsarbeiten sinnvoll, welche schließlich die eigentlich zu verrichtenden Tätigkeiten auflisten. Zusätzlich sind die Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen und Sammelvorgängen vom Planer zu berücksichtigen und geeignete Ressourcen aus dem Ressourcenpool zuzuweisen. Die Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen werden in einem erweiterten Gantt-Diagramm mit Pfeilen gekennzeichnet (vgl. Abb. 6.10).

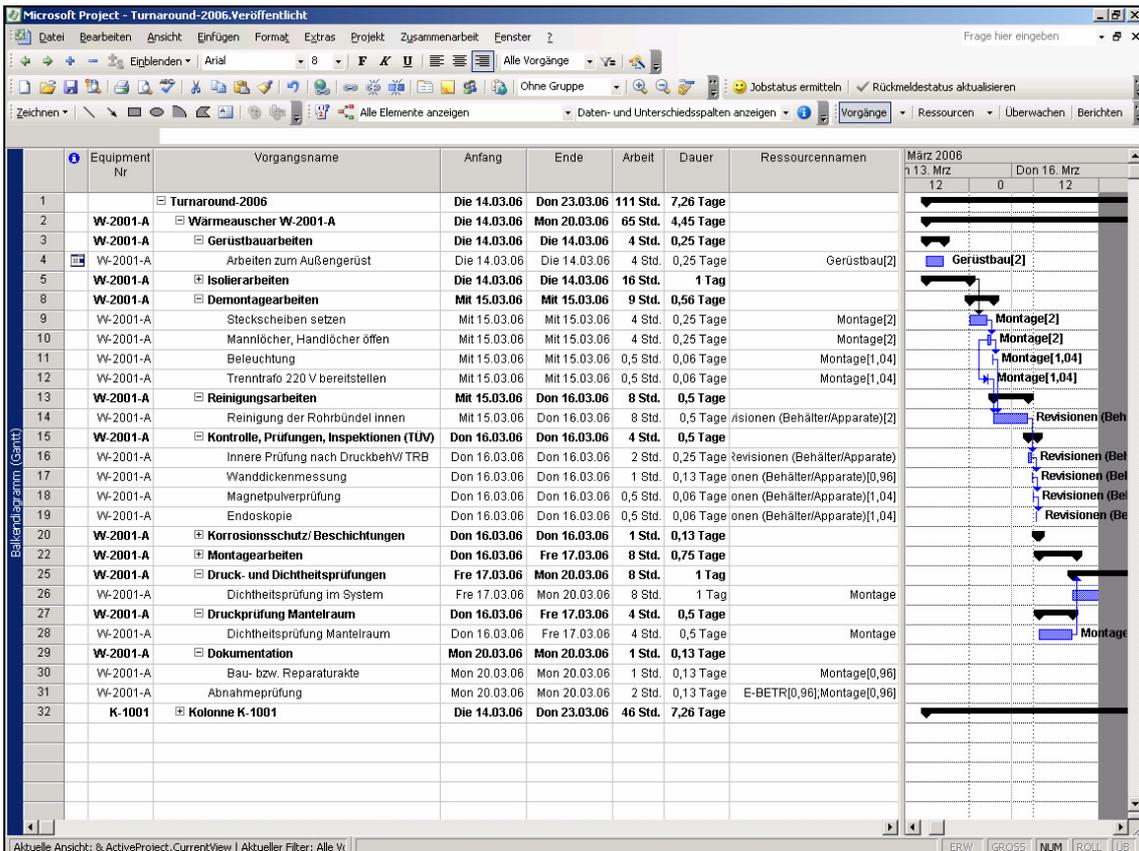


Abb. 6.10: Die beplanten und terminierten Anlagenteile und das zugehörige Gantt-Diagramm

Für eine schnellere und qualitativ höhere Planung sollen später die Daten aus den Leistungsverzeichnissen und Arbeitszeitwertkatalogen genutzt werden. Der Projektplan für ein Turnaround-Projekt kann auf diese Weise durch einfache Auswahl der Teilanlagen, schnell und einfach zusammengestellt werden. Somit sind auch Projektpläne für große Turnarounds, mit nicht selten zehntausend Vorgängen, in kurzer Zeit zusammengestellt.

Über die Schaltfläche *Projekt aktualisieren* wird das Axapta-Projekt mit den Daten des beplanten Projekts im Project Server aktualisiert. Dabei werden die fehlenden Unterprojekte und Aktivitäten erstellt, die Termine und die Zeitdauer gesetzt und die Ressourcen zugewiesen (vgl. Abb. 6.11).

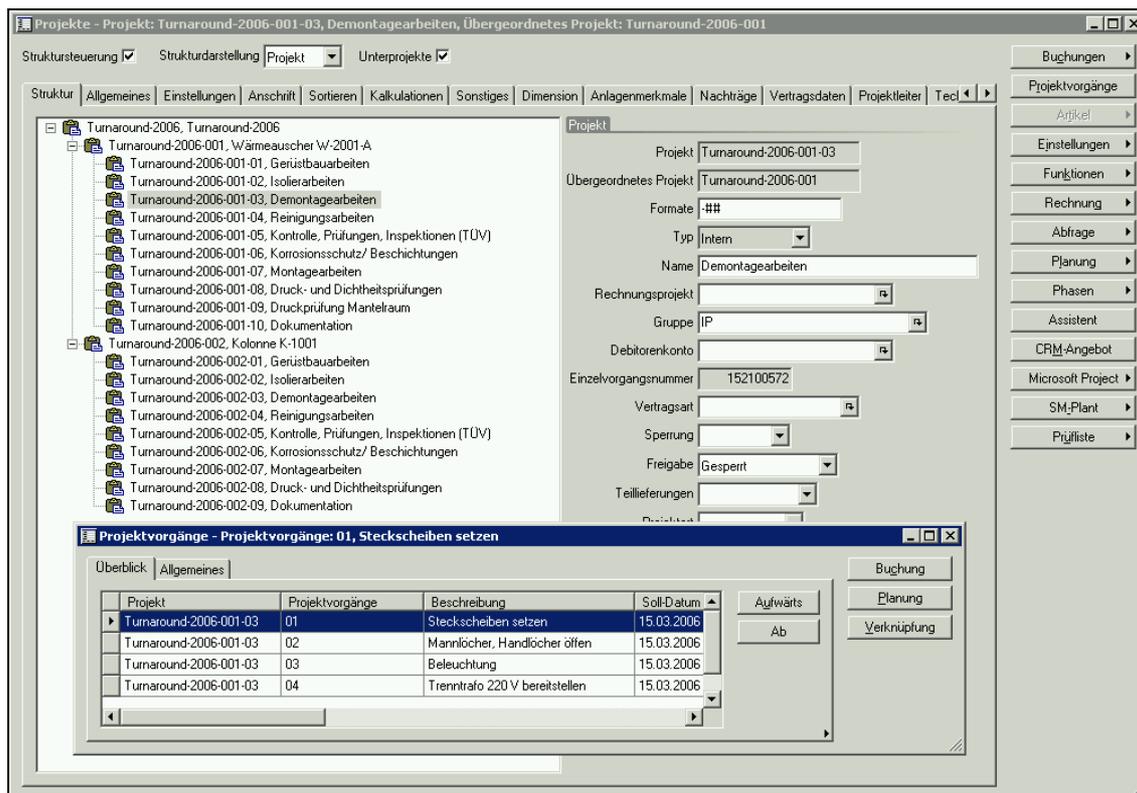


Abb. 6.11: Die vollständige Projektstruktur und die Aktivitäten eines Unterprojekts in Axapta

6.5 Das Turnaround Reporting

Die Versorgung der Führungskräfte mit aktuellen Informationen zum derzeitigen Stand und Fortschritt des Turnarounds bilden die Grundlage für Entscheidungen bezüglich des weiteren Turnaround-Verlaufs. So müssen die zuständigen Personen beispielsweise geeignete Maßnahmen ergreifen, wenn die Ist-Daten zu stark von den Plan-Daten abweichen. Aber auch Berichte über die aktuellen Unfallzahlen während des Turnarounds, die momentan kritischen Vorgänge oder über die zurzeit durchzuführenden Arbeiten werden ständig benötigt.

Microsoft Project Professional stellt dazu Standardberichte zur Verfügung und bietet zusätzlich die Möglichkeit, eigene Berichte zu erstellen. Jedoch sind diese Berichte grafisch wenig ansprechend und bestehen größtenteils aus Text. Sollen aufwendigere Berichte beispielsweise mit Balkengrafiken zur Anwendung kommen, stehen benutzerdefinierte Berichte über die Web-Oberfläche des Project Servers, dem so genannten Project-Web-Access, zur Verfügung. Mittels *Online Analytical Processing* (OLAP) können die Daten nach mehreren Dimensionen (z. B. Zeit, Standort oder Anlagenteil) gruppiert und geordnet werden. Im Folgenden sollen einige Berichte beispielhaft dargestellt werden.

6.5.1 Kritische Vorgänge

Für den Teamleiter oder den Planer ist das Wissen über die aktuell kritischen Vorgänge von großer Bedeutung. Der Teamleiter muss seine Teammitglieder, die diese kritischen Vorgänge zugewiesen bekommen haben, anweisen, besonders auf die Einhaltung der dafür geplanten Zeiten zu achten.

Wird die für diese kritischen Vorgänge eingeplante Zeitdauer überschritten, verzögert sich die Durchführung des gesamten Turnarounds. Eine Auflistung aller kritischen Arbeiten für einen bestimmten Tag ist daher zu empfehlen. Abb. 6.12 zeigt für das Beispielprojekt aus dem vorigen Abschnitt die momentan kritischen Vorgänge in einem Standardbericht von Project Professional.

Kritische Vorgänge vom Mon 13.03.06 Turnaround-2006-Ver02.Veröffentlicht					
Nr.		Equipment Nr	Vorgangsname	Anfang	Ende
1			Turnaround-2006	Die 14.03.06	Don 23.03.06
32		K-1001	Kolonne K-1001	Die 14.03.06	Don 23.03.06
35		K-1001	Isolierarbeiten	Die 14.03.06	Die 14.03.06
<i>Nr. Nachfolgername Art Zeitabstand</i>					
39	Steckschrauben setzen	EA	0 Tage		
38		K-1001	Demontgearbeiten	Mit 15.03.06	Don 16.03.06
44		K-1001	Reinigungsarbeiten	Don 16.03.06	Fre 17.03.06
<i>Nr. Nachfolgername Art Zeitabstand</i>					
50	Innere Prüfung nach Druckbeh V/ TRB	EA	0 Tage		
49		K-1001	Kontrolle, Prüfungen, Inspektionen (TÜV)	Fre 17.03.06	Fre 17.03.06
52		K-1001	Korrosionsschutz/ Beschichtungen	Fre 17.03.06	Mon 20.03.06
<i>Nr. Nachfolgername Art Zeitabstand</i>					
55	Männlöcher, Handlöcher schließen	EA	0 Tage		
54		K-1001	Montgearbeiten	Mon 20.03.06	Die 21.03.06
57		K-1001	Druck- und Dichtheitsprüfungen	Die 21.03.06	Mit 22.03.06
<i>Nr. Nachfolgername Art Zeitabstand</i>					
60	Bau-Bzw. Reparaturakte nach techn. Vorschrift	EA	0 Tage		
59		K-1001	Dokumentation	Mit 22.03.06	Don 23.03.06
61		K-1001	Abnahmeprüfung	Don 23.03.06	Don 23.03.06

Abb. 6.12: Kritische Vorgänge für das Beispielprojekt

6.5.2 Plan/Ist-Vergleich bezüglich der Arbeit

Ein Vergleich von geplanten und tatsächlich verbrauchten Stunden für die Arbeiten zeigt dem Teamleiter oder Planer zu einem bestimmten Kontrollzeitpunkt an, ob bereits mehr Stunden benötigt wurden, als laut Plan eigentlich vorgesehen waren.

Abb. 6.13 zeigt im Project-Web-Access für das Beispielprojekt die geplante und tatsächliche Arbeit in Stunden an. Zusätzlich sind die Plan- und Ist-Daten außerdem nach den zugeordneten Ressourcen unterteilt.

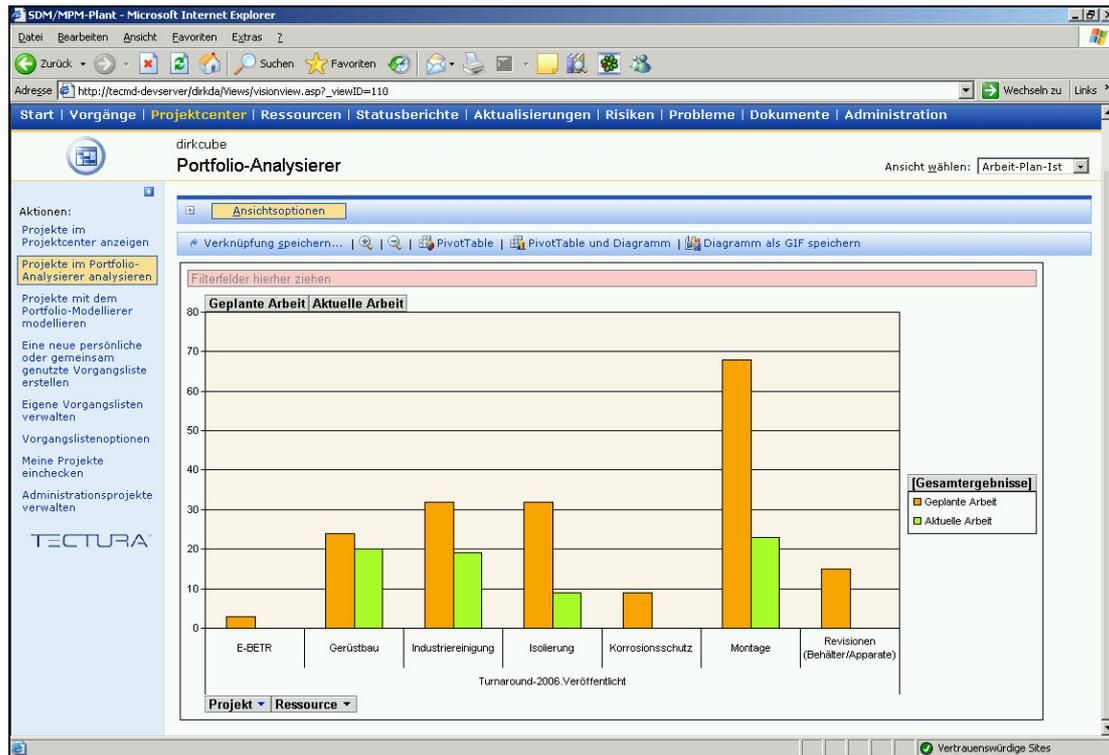


Abb. 6.13: Vergleich der geplanten und aktuellen Arbeit nach Ressourcen

6.5.3 Plan/Ist-Vergleich zur Kostenkontrolle

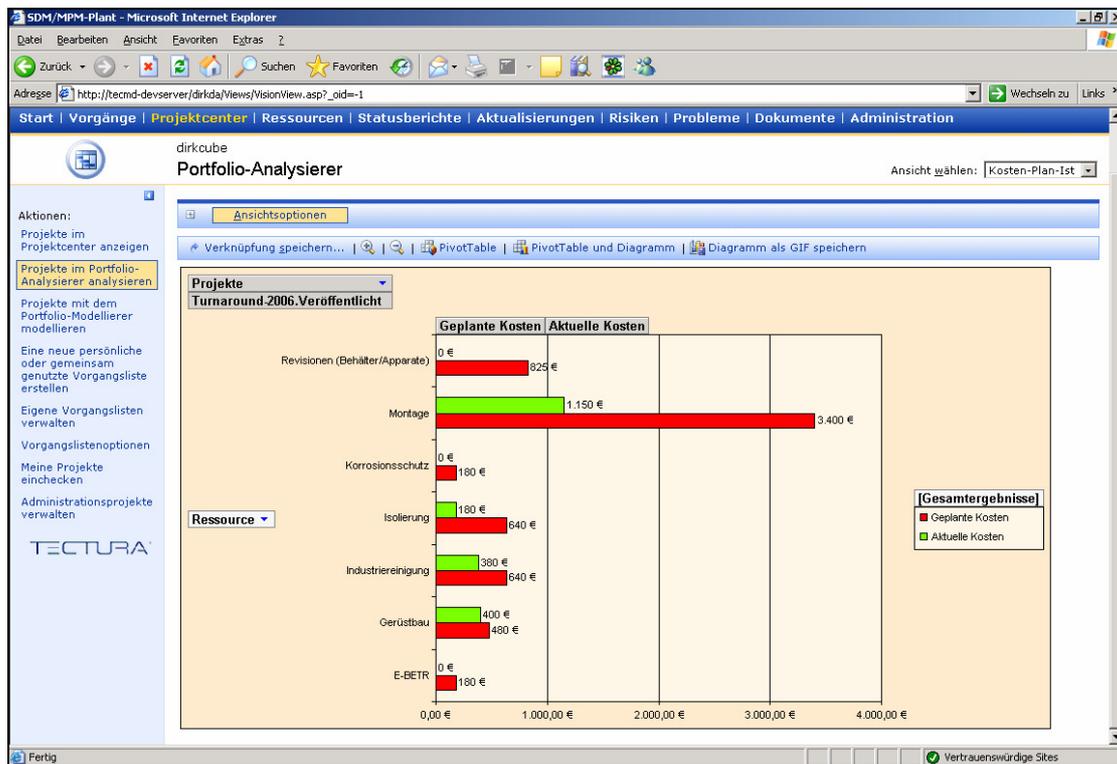


Abb. 6.14: Gegenüberstellung von geplanten und tatsächlich angefallenen Kosten nach Ressourcen

Zur Kostenkontrolle müssen regelmäßig auch die bereits angefallenen Kosten mit den geplanten Kosten verglichen werden. Übersteigen die Ist-Kosten die geplanten Kosten und sind eventuell sogar noch größere Restarbeiten zu erledigen, so sollten unbedingt die Ursachen für diese Mehrkosten ergründet werden. In Abb. 6.14 sind die geplanten und tatsächlichen Kosten für das Beispielprojekt zu einem bestimmten Kontrollzeitpunkt gegenübergestellt.

7 Zusammenfassung

Aufgrund einer umfangreichen Literaturstudie konnte belegt werden, dass Turnarounds als Projekte anzusehen sind und somit auch die Techniken und Methoden des Projektmanagements für die Planung, Terminierung, Steuerung und Kontrolle von Turnarounds angewandt werden können. Des Weiteren wurde deutlich dargestellt, warum das managen von Turnarounds notwendig ist und auf welche Art ein Turnaround Management System dazu beitragen kann, Turnarounds besser, schneller und dadurch auch kostengünstiger durchzuführen.

Außerdem wurden die Anforderungen an ein Turnaround Management System herausgearbeitet und erläutert. Als ein Hauptbestandteil eines Turnaround Management Systems wurde ein Schnittstellenprototyp implementiert, der das Microsoft ERP-System *Axapta* mit der Projektmanagement-Software *Microsoft Project Server* verbindet. Anhand eines Beispiels wurde die Tauglichkeit der Schnittstelle belegt und damit die prinzipielle Umsetzbarkeit bewiesen.

Während der Implementierung des Schnittstellenprototyps konnten wertvolle Erkenntnisse in Bezug auf die Funktionsweise der beiden beteiligten IT-Systeme gewonnen werden. Diese Erfahrungen sind eine wichtige Voraussetzung für eine Weiterentwicklung der Schnittstelle.

8 Ausblick

Die Schnittstelle stellt zwar eine wichtige Komponente im gesamten Turnaround Management System dar, jedoch müssen noch die anderen Funktionalitäten implementiert werden. Dazu gehört vor allem die Berücksichtigung von eingeplanten Materialien. Im ERP-System soll deshalb, falls erforderlich, eine Bestellanforderung für die benötigten Materialien ausgelöst werden.

Auch die Implementierung der Arbeitszeitwertkataloge und Leistungsverzeichnisse ist eine überaus wichtige Funktionalität, welche in der aktuellen Version der Schnittstelle noch fehlt. Die Ausarbeitung des Projektplans durch den Planer inklusive der benötigten Zeitdauer pro Vorgang und der Zuweisung von Ressourcen kann auf diese Weise stark vereinfacht und verkürzt werden.

Für das Dokumentenmanagement sollen zukünftig die Windows SharePoint Services genutzt werden. Durch die vollständige Integration in die Microsoft Office 2003 Produktfamilie können alle im Zusammenhang mit dem Turnaround erstellten Dokumente und Pläne zentral verwaltet und von jedem berechtigten Nutzer des Turnaround-Teams bequem über den Project-Web-Access eingesehen oder verändert werden. Auch eine Versionskontrolle ist möglich.

Um die Rückmeldung der geleisteten Stunden, verbrauchten Materialien und erledigten Arbeiten nahezu in Echtzeit durchzuführen, soll die mobile Rückmeldung zum Einsatz kommen. Mit Hilfe von Pocket-PCs können die Rückmeldedaten über eine drahtlose Netzwerkverbindung oder mit Hilfe einer Docking-Station an den Project Server übertragen werden. Zusätzlich können sich die Arbeiter ihre vom Planer zugewiesenen Arbeitspakete auf den Pocket-PC laden. Die Berichte werden auf diese Weise eine bisher unerreichte Aktualität und Qualität erhalten.

Auch für die Schnittstelle selbst bietet sich noch großes Verbesserungspotential. So muss geprüft werden, ob eine Herauslösung der Schnittstelle aus dem Axapta-System nicht sinnvoll wäre. Eine Schnittstelle als eigenständige Software bietet die Möglichkeit, beliebige ERP-Systeme auf der einen Seite und verschiedene Projektmanagement-Softwareprodukte auf der anderen Seite miteinander zu verbinden. Eine weitere Verbreitung des Turnaround Management Systems wäre auf diese Weise möglich.

Literaturverzeichnis

- Adam, S. (1989): Optimierung der Anlageninstandhaltung: Verfügbarkeitsanforderung, Ausfallfolgekosten und Ausfallverhalten als Bestimmungsgrößen wirtschaftlich sinnvoller Instandhaltungsstrategien. Berlin.
- Andreas, D.; Rademacher, G.; Sauter, B. (1992): Projekt-Controlling und Projekt-Management im Anlagen- und Systemgeschäft. 5. Aufl., Frankfurt/Main.
- Balzert, H. (1998): Lehrbuch der Software-Technik: Software-Management Software Qualitätssicherung Unternehmensmodellierung. Heidelberg – Berlin.
- Barbitsch, C. E. (1996): Einführung integrierter Standardsoftware: Handbuch für eine leistungsfähige Unternehmensorganisation. München – Wien.
- Biedermann, H. (1990): Anlagenmanagement: Managementwerkzeuge zur Rationalisierung. Köln.
- Burghardt, M. (2000): Projektmanagement - Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten. 5. Aufl., Berlin – Erlangen – München.
- Brown, M. V. (2004): Managing Shutdowns, Turnarounds and Outages. Indianapolis.
- Corsten, H. (2000): Projektmanagement - Einführung. München – Wien.
- Dörrenberg, F. E. (2004): Informations- und Berichtswesen. In: Projektmanagement Fachmann Band 2, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e.V. 8. Aufl., Eschborn.
- Dräger, E. (1998): Projektmanagement mit SAP R/3: Konzeption und praktischer Einsatz des R/3 Moduls PS. Bonn u.a.
- Dumke, R. (2003): Software Engineering. 4. Aufl., Wiesbaden.
- Dworatschek, S. (2004): Management. In: Projektmanagement Fachmann Band 1, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e.V. 8. Aufl., Eschborn.
- Ernst, C.; Seibert, U.; Stuckert, F. (1998): KonTraG, KapAEG, StückAG, EuroEG: (Gesellschafts- und Bilanzrecht); Textausgabe mit Begründungen der Regierungsentwürfe, Stellungnahmen des Bundesrates mit Gegenäußerungen der Bundesregierung, Berichten des Rechtsausschusses des Deutschen Bundestages, Stichwortverzeichnis. Düsseldorf.
- Felske, P. G. (2004): Integrierte Projektsteuerung. In: Projektmanagement Fachmann Band 2, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e.V. 8. Aufl., Eschborn.
- Frese, E. (1998): Grundlagen der Organisation: Konzept – Prinzipien – Strukturen. 7. Aufl., Wiesbaden.
- Grupp, B. (2003): Der professionelle IT-Projektleiter. 2. Aufl., Bonn.
- Higgins, L. R.; Smith, R.; Mobley, R. K. (2002): Maintenance Engineering Handbook. 6. Aufl., New York u. a.
- Hoehne, J. (2004): Projektphasen und -lebenszyklus. In: Projektmanagement Fachmann Band 1, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e.V. 8. Aufl., Eschborn.

- Hoppe, M.; Pahl, J.-P. (1994): Instandhaltung: Bewahren, Wiederherstellen, Verbessern. Sekundäre Facharbeit in der beruflichen Bildung. Bremen.
- Jankulik, E.; Kuhlant, P.; Piff, R. (2005): Projektmanagement und Prozessmessung: Die Balanced Scorecard im projektorientierten Unternehmen. Erlangen.
- Jendrosch, T. (1998): Projektmanagement - interne Prozessbegleitung in der Pflege. Wiesbaden.
- Jenny, B. (1997): Projektmanagement in der Wirtschaftsinformatik. 2. Aufl., Zürich.
- Kessler, H.; Winkelhofer, G. A. (1999): Projektmanagement Leitfaden zur Steuerung und Führung von Projekten. 2. Aufl., Berlin u. a.
- Lachnit, L. (1994): Controllingkonzeption für Unternehmen mit Projektleistungstätigkeit - Modell zur systemgeschützten Unternehmensführung bei auftragsgebundener Einzelfertigung, Großanlagenbau und Dienstleistungsgroßaufträgen. München.
- Lüring, A. (2001): Qualitative Aspekte und quantitative Modelle der Instandhaltung: Dargestellt am Beispiel der Salzgitter AG - Stahl und Technologie. Dissertation, Technische Universität Clausthal. Köln – Lohmar.
- Lenahan, T. (1999): Turnaround Management. Oxford – Woburn.
- Lenahan, T. (2006): Turnaround, Shutdown and Outage Management. Oxford – Burlington.
- Madauss, B. J. (1990): Handbuch Projektmanagement: Mit Handlungsanleitungen für Industriebetriebe, Unternehmensberater und Behörden. 3. Aufl., Stuttgart.
- Mertens, P. (2001): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. 7. Aufl., Berlin u. a.
- Motzel, E. (2004): Leistungsbewertung und Projektfortschritt. In: Projektmanagement Fachmann Band 2, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e.V. 8. Aufl., Eschborn.
- Mörsdorf, M. (1998): Konzeption und Aufgaben des Projektcontrolling. Dissertation, Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung Koblenz. Wiesbaden.
- Patzak, G.; Rattay, G. (2004): Projektmanagement: Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen. 4. Aufl., Wien.
- Pfetzing, K.; Rohde, A. (2001): Ganzheitliches Projektmanagement. Wetttenberg – Zürich.
- Reschke, H.; Schelle, H.; Schnopp, R. (1989): Handbuch Projektmanagement Band 1. Köln.
- Rinza, P. (1998): Projektmanagement Planung, Überwachung und Steuerung von technischen und nichttechnische Vorhaben. 4. Aufl., Berlin u. a.
- Saynisch, M.; Bürgers, H. (2004): Konfigurations- und Änderungsmanagement. In: Projektmanagement Fachmann Band 2, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e.V. 8. Aufl., Eschborn.
- Schelle, H. (2004): Projekte und Projektmanagement. In: Projektmanagement Fachmann Band 1, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e.V. 8. Aufl., Eschborn.

- Schiersmann, C.; Thiel, H.-U. (2000): Projektmanagement als organisationales Lernen: Ein Studien- und Werkbuch (nicht nur) für den Bildungs- und Sozialbereich. Opladen.
- Schröder, H.J. (1973): Projekt-Management: Eine Führungskonzeption für außergewöhnliche Vorhaben. Wiesbaden.
- Singh, B. A. (2000): World-Class Turnaround Management: Business Driven and Reliability Focused. Best Processes and Practices for Consistently Successful Shutdowns and Turnarounds. Houston.
- Stahle, W. H. (1999): Management: Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive. 8. Aufl., München.
- Steinmann, H.; Schreyögg, G. (2005): Management: Grundlagen der Unternehmensführung; Konzepte, Funktionen, Fallstudien. 6. Aufl., Wiesbaden.
- Wegener, E. (2003): Montagegerechte Anlagenplanung. Weinheim.
- Westkämper, E.; Sihm, W.; Stender, S. (1999): Instandhaltungsmanagement in neuen Organisationsformen. Berlin u. a.
- Wieczorrek, H. W.; Mertens, P. (2005): Management von IT-Projekten. Berlin – Heidelberg – New York.
- Wittmann, Q. W. (1993): Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre Bd. 1: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Teilband 2: I. 5. Aufl., Stuttgart
- Wolff, P. (1995): Integration der Instandhaltung als teilautonomes Subsystem in CIM-Konzepte. Dissertation, Ruhr-Universität Bochum. Mülheim an der Ruhr.

Internet-Quellen:

- Experimentalchemie (2006): Destillationsverfahren.
<http://www.experimentalchemie.de/03-b-11.htm>. 02. März 2006.
- HDT (2005): Haus der Technik: Instandhaltung. <http://www.hdt-essen.de/htd/verein/themenbereiche/instandhaltung.html>. 23. Dezember 2005.
- NASA (2004): NASA Procedural Requirements: Reliability Centered Maintenance.
http://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm?Internal_ID=N_PR_8831_002D_&page_name=Chp7. 23. Dezember 2005.
- PMI (2006): Project Management Institute:
http://www.pmi.org/info/PP_AboutProfessionOverview.asp. 16. Februar 2006.
- Projekt-Magazin (2005): Projekt-Magazin: Projekt.
<http://www.projektmagazin.de/glossar/gl-0059.html>. 17. September 2005.
- TenStep (2006): TenStep Project Management Process: Was ist ein Projekt?
http://www.tenstep.ch/1.0.1_was_ist_ein_projekt.html. 15. Februar 2006.
- Wikipedia (2005a): Wikipedia: Projekt. <http://de.wikipedia.org/wiki/Projekt>. 17. September 2005.

- Wikipedia (2005b): Wikipedia: Moralischer Verschleiß.
http://de.wikipedia.org/wiki/Moralischer_Verschlei%C3%9F.
23. Dezember 2005.
- Wikipedia (2005c): Wikipedia: Wartung. <http://de.wikipedia.org/wiki/Wartung>.
23. Dezember 2005.
- Wikipedia (2005d): Wikipedia: Inspektion. <http://de.wikipedia.org/wiki/Inspektion>.
23. Dezember 2005.
- Wikipedia (2005e): Wikipedia: Instandsetzung. <http://de.wikipedia.org/wiki/Inspektion>.
23. Dezember 2005.
- Wikipedia (2006a): Wikipedia: Unternehmensstrategie.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Unternehmensstrategie>. 28. Februar 2006.
- Wikipedia (2006b): Wikipedia: Unternehmensziele.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Unternehmensziele>. 28. Februar 2006.
- Wikipedia (2006c): Wikipedia: Kolonne. http://de.wikipedia.org/wiki/Kolonne_%28Chemie%29. 02. März 2006.
- Wikipedia (2006d): Wikipedia: Wärmetauscher.
<http://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rmetauscher>. 02. März 2006.
- Wikipedia (2006e): Wikipedia: ODBC. <http://de.wikipedia.org/wiki/ODBC>.
02. März 2006.

Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig, ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Magdeburg, den 13. März 2006