

DIN EN 17485

ICS 03.100.01

Einsprüche bis 2020-03-31

Entwurf

**Instandhaltung –
Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements –
Methodik zur Verbesserung der Leistung während des gesamten
Lebenszyklus und der Nachhaltigkeit einer Anlage;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17485:2020**

Maintenance –
Maintenance within physical asset management –
Framework for improving the value of the physical assets through their whole life cycle;
German and English version prEN 17485:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-01-31 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nadl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 201 Seiten

DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17485:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 319 „Instandhaltung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 159-04-01 AA „Instandhaltung“ im DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 31000	siehe	DIN ISO 31000
ISO 55000	siehe	DIN ISO 55000
ISO 55001	siehe	DIN ISO 55001
ISO 55002	siehe	DIN ISO 55002

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 31000, *Risikomanagement — Leitlinien*

DIN ISO 55000, *Asset Management — Übersicht, Leitlinien und Begriffe*

DIN ISO 55001, *Asset-Management — Managementsysteme — Anforderungen*

DIN ISO 55002, *Asset-Management — Managementsysteme — Leitfaden für die Anwendung der ISO 55001*

Instandhaltung — Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements — Methodik zur Verbesserung der Leistung während des gesamten Lebenszyklus und der Nachhaltigkeit einer Anlage

Maintenance — Maintenance within physical asset management — Framework for improving the value of the physical assets through their whole life cycle

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe und Abkürzungen	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Abkürzungen	15
4 Strategische Planung der Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements	15
4.1 Strategischer Anlagenmanagementplan (SAMP, en: strategic asset management plan)	15
4.1.1 Einleitung	15
4.1.2 Zweck	16
4.1.3 Inhalt (nach ISO 55002)	16
4.1.4 Bedeutung der Anlagen	17
4.2 Entwicklung einer Leitlinie für das Anlagemanagement, eines SAMP und eines Anlagenmanagementplans	18
4.2.1 Einleitung	18
4.2.2 Beitrag der Instandhaltung zum SAMP	21
4.2.3 Elemente des strategischen Planungsprozesses und deren Auswirkungen auf die Instandhaltung	22
4.2.4 Kritische Erfolgsfaktoren und Anforderungen	22
4.2.5 Modellierung des Produktionsprozesses	24
4.2.6 Anforderungen an die Instandhaltung	25
4.2.7 Entwicklung der Instandhaltungsstrategie	29
4.3 Einfluss der Unsicherheit auf den SAMP und die Instandhaltungsstrategie	32
4.3.1 Einführung in die Unsicherheit	32
4.3.2 Rahmen für die Unsicherheitsbetrachtung	34
4.3.3 Flexibilität	35
4.3.4 Ganzheitlicher Rahmen, der die Unsicherheit und die Flexibilität kombiniert	36
5 Nachhaltiges Management des Lebenszyklus	37
5.1 Einleitung	37
5.2 Lebenszyklusphasen der Anlage	38
5.3 Auslöser, Tätigkeiten im Lebenszyklus, Kalkulationsverfahren für die Lebenszykluskosten und Entscheidungskriterien	39
5.3.1 Auslöser und Tätigkeiten im Lebenszyklus	39
5.3.2 Kalkulationsverfahren für die Lebenszykluskosten	42
5.3.3 Geeignete Entscheidungskriterien und Berechnungsverfahren (Zwei-Phasen-Ansatz)	43
5.4 Auslöser: Greenfield- und Brownfield-Investitionen	46
5.5 Tätigkeiten: Greenfield- und Brownfield-Investitionen	46
5.5.1 Zuordnung der Anforderungen zu verschiedenen Anlagenstrukturen	46
5.5.2 Auswahl der besten alternativen Lösung für jede Anlagenstruktur	48
5.6 Auslöser: Nutzungsphase	49
5.7 Tätigkeiten: Nutzungsphase	50
5.7.1 Entwicklung, Planung und Umsetzung der Instandhaltung der Anlagen	50
5.7.2 Revisions- und Ersatzplan aufgrund unterschiedlicher erwarteter Brauchbarkeitsdauern von Anlagen	52

5.7.3	Die ursprünglichen Anforderungen wurden nicht erfüllt oder es wurden zusätzliche Potentiale ermittelt	57
5.7.4	Veränderungen der Anforderungen während der Nutzung der Anlagenstruktur.....	61
5.7.5	Verlängerung der Brauchbarkeitsdauer einer Anlage.....	63
6	Leistungsmanagement von Anlagen.....	64
6.1	Rahmen für das Leistungsmanagement (Prinzip).....	64
6.2	System der Leistungsüberwachung.....	65
6.3	Beispiele für Ansätze für das Leistungsmanagement	69
6.3.1	Einleitung	69
6.3.2	Gesamtleistung der Anlagenstrukturen.....	70
6.3.3	Ansätze für die Messung, Analyse, Planung und Übermittlung von Tätigkeiten an Anlagenstrukturen.....	70
Anhang A (informativ) Überschneidungen innerhalb der Anlagenhierarchie mit einem Beispiel		79
Anhang B (informativ) Beispiele für die Faktoren zur Bestimmung des organisatorischen Kontexts von Organisationen.....		82
Anhang C (informativ) Überblick über interne und externe Einflussfaktoren		84
C.1	Allgemeines	84
C.2	Vom Markt ausgehende Einflussfaktoren	84
C.3	Technologische Einflussfaktoren	85
Anhang D (informativ) Einfluss der einzelnen Eigenschaften des Produktionssystems (zusätzlich zu den vorher genannten Einflüssen)		87
Anhang E (informativ) Erläuterung von Elementen des strategischen Planungsprozesses von Organisationen.....		89
E.1	Die Elemente	89
E.2	Elemente des strategischen Planungsprozesses und deren Auswirkungen auf die Instandhaltung.....	91
Anhang F (informativ) Bestimmung der Anforderung an und Bewertung der Kritikalität von Anlagen.....		93
F.1	Bestimmung der Anforderungen.....	93
F.2	Bewertung der Kritikalität	94
Anhang G (informativ) Faktoren, die die Leistungsfähigkeit des Anlagen- und Instandhaltungsmanagements beeinflussen		96
Anhang H (informativ) Kosten-Nutzen-Analysen.....		98
Anhang I (informativ) Vergleich von Vermögensrendite und Anlagenrendite.....		100
Literaturhinweise.....		102

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17485:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 319 „Instandhaltung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Im Dezember 2014 wurde die Norm EN 16646 „Instandhaltung — Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements“ veröffentlicht. Sie führt allgemeine Rahmenbedingungen für die Bestimmung der Rolle und Aufgaben der Instandhaltung im umfangreicheren Rahmen des Anlagenmanagements ein. In EN 16646 werden weder die Vorgehensweisen und Verfahren zur Umsetzung und Festlegung der Norm definiert noch wird empfohlen, welche Art von Vorgehensweisen bei der Anwendung der Anweisungen der Norm zur Verfügung stehen. EN 17485 führt eine methodische Unterstützung für die Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements ein.

Dieses Dokument führt Vorgehensweisen und Verfahren der Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements für alle Ebenen und Funktionen des Managements der Organisation ein, einschließlich des Managements der Unternehmensplanung, des Werksmanagements, des technischen Managements, des Produktionsmanagements, des Finanzmanagements, des Anlagenmanagements, des Instandhaltungsmanagements und des Qualitätsmanagements.

Dieses Dokument dient der Förderung der Prinzipien des Anlagenmanagements, die als maßgeblich für die erfolgreiche Erfüllung der steigenden Anforderungen des Geschäftsumfelds und des technologischen Umfelds der Organisation, einschließlich von Sicherheits- und Umweltfragen, angesehen werden können. Gleichmaßen gibt dieses Dokument eine Orientierung für Instandhaltungstätigkeiten im Rahmen des Anlagenmanagements und bietet methodische Unterstützung für einen systematischen und systemischen Managementansatz. Die Ziele dieses Dokuments sind

- die Herstellung und Systematisierung der Verknüpfung zwischen dem Geschäft, dem Anlagenmanagement und den Instandhaltungstätigkeiten von Organisationen,
- die Angabe der externen und internen Einflussfaktoren und deren Auswirkungen auf das Anlagen- und Instandhaltungsmanagement,
- das Verhindern des Abteilungsdenkens und die Förderung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Organisationsfunktionen,
- die Förderung der Transparenz bei der Entscheidungsfindung in Organisationen,
- die Förderung der Simulation und Visualisierung als effektive Werkzeuge zur Unterstützung der Entscheidungsfindung,
- die Förderung des Unsicherheitsmanagements zur Verbesserung der Qualität der Entscheidungsfindung,
- die Verbesserung des Informationsmanagements als Maßnahme zum Erreichen der genannten Ziele und
- die Förderung der Nachhaltigkeit des Betriebs.

Diese Ziele verbessern die Erfolgsaussichten bei der Bewältigung der in EN 16646 genannten Herausforderungen des Anlagenmanagements. In EN 16646 sind mehrere Gründe dafür angeführt, warum das Anlagenmanagement heute wichtiger denn je ist. Die gleichen Gründe gelten für die Bewertung der Bedeutung von Vorgehensweisen und Verfahren.

Das Anlagenmanagement und die Instandhaltung als ein Teil des Anlagenmanagements haben in den letzten Jahrzehnten aus mehreren Gründen einen immer bedeutenderen Anteil der Tätigkeiten einer Organisation eingenommen, dazu gehören

- die Globalisierung und der sich verstärkende Wettbewerb,
- die wachsende Turbulenz im Markt,
- das Wachstum der Kapitalintensität in einigen Industriebranchen,
- die Alterung von Anlagenstrukturen,
- der höhere Druck, den Mehrwert durch Instandhaltung zu verbessern,
- die höheren Anforderungen vom sicherheitstechnischen und umweltbezogenen Standpunkt aus,
- die Organisationen arbeiten enger zusammen und vernetzen sich mit anderen Unternehmen, was strengere Anforderungen an das Zuverlässigkeitsmanagement der Anlagen stellt und
- das „Abteilungsdenken“, das die Instandhaltung von anderen Prozessen im Anlagenlebenszyklus trennt.

Die genannten Veränderungen in der Arbeitsumgebung der Organisationen erzeugen einen Bedarf an ganzheitlicheren Ansätzen in der Geschäftsplanung, einer besseren Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Funktionen der Organisationen, einem systematischeren und analytischeren Management, einem tieferen Verständnis der Auswirkungen von Unsicherheiten auf die Tätigkeiten der Organisationen und einer häufigeren Änderung der vorherrschenden Pläne und Geschäftsansätze. Aus diesem Grund ist die Instandhaltung eine der wichtigsten Funktionen. Dieses Dokument führt Verfahrensweisen und Ansätze ein, durch die die Instandhaltung mit den anderen Funktionen verknüpft werden kann.

Durch die Anwendung der in diesem Dokument vorgestellten Verfahrensweisen können sich viele Vorteile ergeben:

- eine wirtschaftlich effizientere, effektivere und rentablere Verwendung von Kapital: „Kapitalumschlag und Vermögensrendite“;
- genauere langfristige Lebenszyklus-Entscheidungen;
- eine integrierte Investitions- und Instandhaltungsplanung;
- ein integrierter Ansatz für Produktionsfunktionen (Anlagen, Betrieb und Instandhaltung);
- richtungsweisend für Strategien und Tätigkeiten in der Instandhaltung;
- eine verbesserte Stellung der Instandhaltung innerhalb der anderen Unternehmensfunktionen;
- eine verbesserte Bewertung von Leistung und Kontrolle;
- verbesserte Möglichkeiten für den Betrieb in erweiterten Ökosystemen des Unternehmens (einschließlich Kunden/Lieferanten);
- ein verbessertes Ansehen;
- eine nachhaltigere Nutzung von Kapital.

Weitere und möglicherweise noch größere Vorteile ergeben sich aufgrund der verbesserten Glaubwürdigkeit in den Augen von Kunden, Regulierern und weiteren Anspruchsträgern. Das Anlagenmanagement hat zudem ein stark verbessertes Engagement und eine größere Motivation der Arbeitskräfte sowie eine nachhaltigere, beständige Verbesserung der Geschäftsprozesse zur Folge. Das Anlagenmanagement schafft die notwendige Verbindung zwischen dem Instandhaltungsmanagement und der strategischen Planung der Organisation und ist somit richtungsweisend für die Instandhaltungstätigkeiten.

Die Normen EN 16646 und EN 17485 schlagen die Brücke zwischen ISO 5500x (Normen zu Anlagenmanagementsystemen) und den EN-Normen zur Instandhaltung. Während Normen zur Instandhaltung die erforderlichen Elemente definieren („Was ist zu tun“), stellt EN 17485 einen Leitfaden zur Realisierung der Instandhaltung von Anlagen bereit. Als methodischer Rahmen überschneidet sie sich geringfügig mit den genannten Normen, um für die spezifischen Teilfunktionen der Instandhaltung in den detaillierteren Dokumenten einen geeigneten Ausgangspunkt vorzugeben (siehe Bild 1).

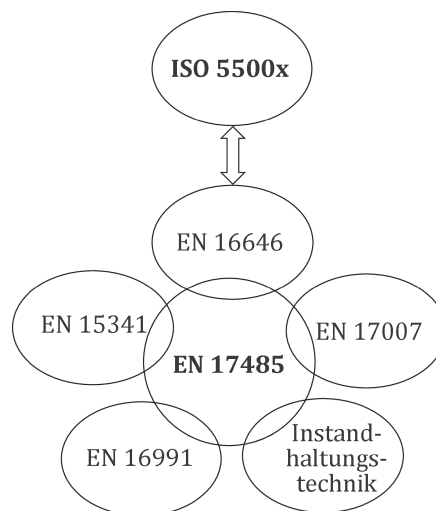


Bild 1 — Verknüpfungen zwischen EN 17485 und anderen Normen

In diesem Dokument werden die folgenden Verbformen verwendet:

- „muss“ bezeichnet eine Anforderung; diese Norm ist keine Norm zu Managementsystemen und daher ist diese Form nur verwendet worden, wenn auf Normen mit Anforderungen für Managementsysteme Bezug genommen wird;
- „sollte“ bezeichnet eine Empfehlung;
- „darf“ bezeichnet eine Erlaubnis;
- „kann“ bezeichnet eine Möglichkeit oder Fähigkeit.

Die Struktur der Kernabschnitte des Dokuments entspricht dem nachfolgenden Bild 2.

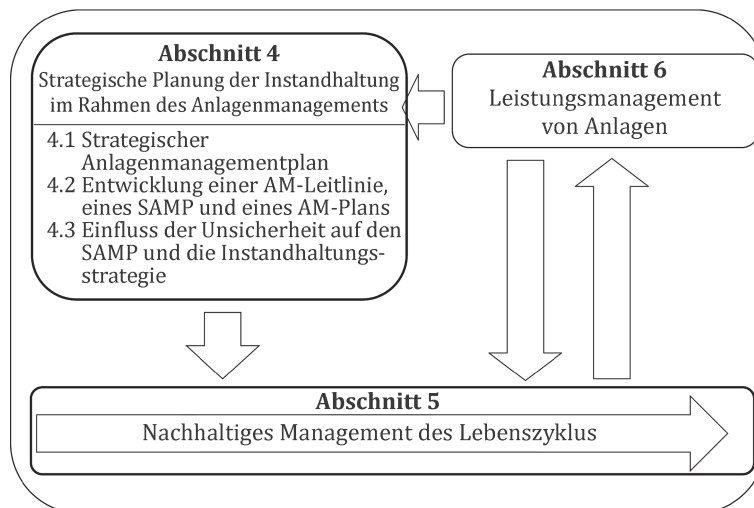


Bild 2 — Struktur der Kernabschnitte

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument führt Vorgehensweisen und Verfahren für die Anwendung des Anlagenmanagements als Ansatz dafür ein, die Instandhaltung als Einflussfaktor für die die Anlagen betreffenden strategischen und taktischen Entscheidungen der Organisation zu berücksichtigen, und für die Anwendung des Anlagenmanagements als Rahmen für Instandhaltungstätigkeiten. Sie führt zugleich den Zusammenhang zwischen der strategischen Organisationsplanung und dem Managementsystem für die Instandhaltung auf einer methodischen Ebene ein und beschreibt die Wechselwirkungen zwischen dem Instandhaltungsprozess und allen weiteren Prozessen des Anlagenmanagements auf der Verfahrensebene.

Dieses Dokument darf für das Anlagenmanagement von Organisationen jeder Größe angewendet werden. Es führt Vorgehensweisen und Verfahren für alle Ebenen und Funktionen des Managements der Organisation ein, wie das Management der Unternehmensplanung, das Werksmanagement, das technische Management, das Produktionsmanagement, das Finanzmanagement, das Anlagenmanagement, das Instandhaltungsmanagement und das Qualitätsmanagement usw. Der Schwerpunkt des Dokuments ist auf die Ebenen des Anlagenbestands und der Anlagenstruktur ausgerichtet und besteht in Leitlinien und Empfehlungen. Das Dokument ist **nicht** für die Anwendung bei der Zertifizierung oder für regulatorische oder vertragsrechtliche Zwecke vorgesehen.

Wenn jedoch für eine bestimmte Anwendung spezifische Dokumente vorhanden sind, sollten auch diese herangezogen werden.

ANMERKUNG Typische Beispiele für Anlagenstrukturen oder die Zusammensetzung von Anlagenstrukturen sind Produktionsprozesse, Fertigungslinien, Fertigungseinheiten und Produktionsanlagen mit mehreren Fertigungslinien.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 13306, *Instandhaltung — Begriffe der Instandhaltung*

EN 16646, *Instandhaltung — Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements*

EN 17007, *Instandhaltungsprozess und verbundene Leistungskennzahlen*

ISO 55000, *Asset management — Overview, principles and terminology*

ISO 55001, *Asset management — Management systems — Requirements*

ISO 55002, *Asset management — Management systems — Guidelines for the application of ISO 55001*

EN 60300-3-3, *Zuverlässigkeitsmanagement — Teil 3-3: Anwendungsleitfaden — Lebenszykluskosten (IEC 60300-3-3)*

ISO 15663-2, *Petroleum and natural gas industries — Life-cycle costing — Part 2: Guidance on application of methodology and calculation methods*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 13306, ISO 55000, EN 16646 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1.1

Anlagenbestand

Anlagen im Bereich des AM-Managementsystems

[QUELLE: ISO 55001:2014]

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument besteht ein Anlagenbestand aus mehreren Anlagenstrukturen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Anhang A.

3.1.2

anlagenbezogene Lösung

Ergebnis der Konzepterstellung

3.1.3

Anlagenstruktur

Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Anlagen

[QUELLE: ISO 55001:2014]

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Anlagenstruktur besteht aus mehreren Anlagenobjekten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Typische Beispiele für Anlagenstrukturen sind eine Fertigungslinie, ein Produktionsprozess oder ein Produktionsteilprozess.

3.1.4

Asset, Anlagenobjekt

Objekt, Sache oder Einheit, das bzw. die für eine Organisation einen potentiellen oder tatsächlichen Wert besitzt

[QUELLE: ISO 55001:2014]

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Maschine oder ein Gerät ist ein typisches Beispiel für ein Anlagenobjekt.

3.1.5

anlagenspezifisch

in diesem Dokument die Bezeichnung für eine zweckbestimmte Investition, die zu einer höheren Rendite für einen bestimmten Investor führt als für jeden anderen Investor

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel ist, wenn ein Lieferant Geräte entwickelt, die auf die besonderen Bedürfnisse eines Käufers zugeschnitten sind, und es gibt keinen anderen Käufer, der den gleichen Wert daraus erzielen kann.

3.1.6

Geschäftsumfeld

sämtliche externe Faktoren im Markt, in der Technik und in der Gesellschaft, die die Entscheidungsfindung der Organisation beeinflussen

[QUELLE: EN 16646:2014]

3.1.7

wirtschaftlich eingeschränkt

in diesem Dokument im Falle von Entsorgung, Ersatz oder Modernisierung der Weiterverkauf der Anlagen oder Anlagenstrukturen aufgrund der Besonderheit der Anlage, aus Wettbewerbsgründen, durch die Veralterung oder das Preisniveau schwierig oder unrentabel

3.1.8

Kompetenz

Fähigkeit, Wissen und Fertigkeiten anzuwenden, um beabsichtigte Ergebnisse zu erzielen

[QUELLE: ISO 55001:2014]

3.1.9

Herstellung von Anlagen

Beschaffungsprozess, der Konzepterstellung, Entwurf, Herstellung, Installation und Inbetriebnahme einschließen kann

[QUELLE: EN 16646:2014]

3.1.10

Verbesserung

Verbesserung der Funktionssicherheit

Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements zur Steigerung der immanenten Zuverlässigkeit und/oder Instandhaltbarkeit und/oder Sicherheit eines Objekts, ohne seine ursprüngliche Funktion zu ändern

[QUELLE: EN 13306:2017]

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Verbesserung kann auch vorgenommen werden, um unsachgemäße Verwendung während des Betriebs zu verhindern und um Ausfälle zu vermeiden.

3.1.11

Trägheit, wirtschaftlich

in diesem Dokument Bezeichnung für eine Verlangsamung der wirtschaftlichen Transaktionen, z. B. aufgrund hoher Investitionskosten als Barriere beim Markteintritt

3.1.12

Trägheit, technisch

in diesem Dokument Bezeichnung für hohe technische Barrieren beim Markteintritt durch Patente, fehlende Kompetenzen, hohe Produktentwicklungskosten, Zeitaufwand für den Entwicklungsprozess usw.

3.1.13

Integrität

Integrität der Anlage

Fähigkeit eines Systems, seine Form, Stabilität und Robustheit beizubehalten und weiterhin eine beständige Leistungsfähigkeit und einen beständigen Nutzen zu erbringen

3.1.14

Objekt

Teil, Bauteil, Gerät, Teilsystem, Funktionseinheit, Ausrüstung oder System, das einzeln beschrieben und betrachtet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Anzahl von Objekten wie eine Gesamtheit von Objekten oder ein Muster kann selbst als Objekt betrachtet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Objekt kann aus Hardware, Software oder beidem bestehen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Software besteht aus Programmen, Prozeduren, Regeln, Dokumentationen und Daten eines Informationsverarbeitungssystems.

3.1.15

wesentlicher Erfolgsfaktor

für eine Organisation erforderliches Merkmal zur Sicherstellung des Erfolgs der Organisation

[QUELLE: EN 16646:2014]

3.1.16

nachlaufende Kennzahlen

geben an, wie erfolgreich die Organisation in der Vergangenheit war

3.1.17

vorlaufende Kennzahlen

sagen die zukünftige Entwicklung vorher und geben die wahrscheinliche Tendenz der nachlaufenden Kennzahlen für das Anlagenmanagement an

3.1.18

Lebenszyklus einer Anlage

Zeitraum der Wertschöpfung mit einer Anlage durch eine Organisation einschließlich des Bedarfs nach Kennzeichnung, Herstellung oder Beschaffung, Nutzung, Instandhaltung, Modernisierung und Entsorgung

[QUELLE: EN 16646:2014]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Lebenszyklus eines Objekts kann verschiedene Lebenszyklen einer Anlage umfassen. Ein Objekt kann verschiedene, aufeinander folgende Eigentümer während seines Lebenszyklus haben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Wertschöpfung wird im Normalfall einen Abgleich von Kosten, Risiken, Chancen und Vorteilen umfassen.

3.1.19

Lebenszyklus eines Objekts

Reihe von Phasen, die ein Objekt von seiner Konzeption bis zu seiner Entsorgung durchläuft

[QUELLE: EN 13306:2017]

3.1.20

Instandhaltung

Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus eines Objekts, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung seines funktionsfähigen Zustands dient, sodass es die geforderte Funktion erfüllen kann

[QUELLE: EN 13306:2017]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Instandhaltung ist nicht auf die Instandhaltungsabteilung beschränkt.

Anmerkung 2 zum Begriff: In diesem Dokument tragen zur Instandhaltung alle Funktionen der Organisation bei.

3.1.21

effiziente Mindestgröße

jede Größenordnung, die die mittleren Kosten der Fertigungseinheit gering hält

3.1.22

Modernisierung

Änderung oder Verbesserung für den Fall der Nichterfüllung von Anforderungen an die Anlage unter Berücksichtigung technologischer Vorteile, um neuen oder geänderten Anforderungen zu entsprechen

[QUELLE: EN 13306:2017]

3.1.23

Änderung

Modifikation

Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements zur Änderung einer oder mehrerer Funktionen einer Anlage

[QUELLE: EN 13306:2017]

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Änderung ist keine Instandhaltungsmaßnahme, sondern bezieht sich auf die Änderung der bisherigen geforderten Funktion eines Objekts in eine neue geforderte Funktion. Eine Änderung kann einen Einfluss auf die Zuverlässigkeitsmerkmale eines Objekts haben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Änderung kann durch die Instandhaltungsorganisation vorgenommen werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Wechsel eines Objekts, bei dem eine andere Version das ursprüngliche Objekt ersetzt, ohne dass sich die geforderte Funktion ändert oder die Funktionssicherheit des Objekts verbessert wird, wird als Ersatz bezeichnet und stellt keine Änderung dar.

3.1.24

Betriebsbedingungen

physikalische Belastungen und Umgebungsbedingungen, die auf die Anlage während des gesamten Lebenszyklus einwirken

[QUELLE: EN 13306:2017]

Anmerkung 1 zum Begriff: Betriebsbedingungen können sich während des Lebenszyklus einer Anlage ändern.

3.1.25

betrieblliche Einschränkungen

Merkmale der Anlage, die die Nutzung derselben begrenzen und Anforderungen für Instandhaltungstätigkeiten festlegen können

[QUELLE: EN 13306:2017]

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Merkmale sind das Ergebnis von Konstruktionsplanung und Gestaltung der Anlage und werden von der Betriebsweise und den Betriebsbedingungen beeinflusst.

3.1.26

Betriebsweise

Betriebsprofil

Konfiguration, mit der ein Objekt während eines gegebenen Zeitraums betrieben und verwendet wird und die durch Nutzungseinheiten (Stunden, Belastung, Zahl der Anläufe/Stopps, Anzahl der Übergänge usw.) gekennzeichnet ist

[QUELLE: EN 13306:2017]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Betriebsweise bestimmt Frequenz, Belastung, Stetigkeit und Leistungsgrad der Nutzung.

3.1.27

Wiederbeschaffungswert einer Produktionsanlage (PRV), Wiederbeschaffungswert einer Anlage (ARV)

geschätzte Kapitalmenge, die erforderlich wäre, um die alte Produktionsanlage oder Anlage durch eine ähnliche neue Anlage zu ersetzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Wiederbeschaffungswert entspricht oft dem Brandversicherungswert.

3.1.28

Anlage

Objekt, das für eine Organisation einen potentiellen oder tatsächlichen Wert besitzt

[QUELLE: ISO 55000:2014]

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Anlagen sind Komponenten, Maschinen, Werke, Fabrikanlagen und Gebäude.

3.1.29

Anlagenmanagement

koordinierte Tätigkeiten einer Organisation mit dem Ziel der Wertschöpfung mit Anlagen

[QUELLE: ISO 55000:2014]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wertschöpfung wird im Normalfall einen Abgleich von Kosten, Risiken, Chancen und Vorteilen umfassen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Kontext des Lebenszyklus besteht das Anlagenmanagement aus dem optimalen Management des Lebenszyklus von Anlagen, um die angegebenen Geschäftsziele nachhaltig zu erreichen.

3.1.30

technische Abschreibung

Differenz zwischen dem Wiederbeschaffungswert einer Anlage und ihrem Zeitwert

[QUELLE: EN 16646:2014]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die technische Abschreibung sollte auf dem Wiederbeschaffungswert der Anlage und nicht auf ihrem Buchwert beruhen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die technische Abschreibung kann als Verhältnis des Wiederbeschaffungswerts der Anlage zu deren erwarteter Lebensdauer berechnet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die technische Abschreibung misst und beschreibt die technische Alterung von Anlagen in finanziellen Begriffen.

3.1.31

Nachhaltigkeit

zielt auf die Ausgewogenheit von umweltrelevanten, sozialen und wirtschaftlichen Systemen ab, idealerweise mit einer gegenseitigen Unterstützung, indem die Bedürfnisse der Gegenwart erfüllt werden, ohne die Zukunftsfähigkeit zu beeinträchtigen

3.1.32

Fertigungskosten

Verarbeitungskosten

Gesamtkosten, die für die Verarbeitung von Materialien in Produkte oder Dienstleistungen erforderlich sind, ohne Kosten für Rohstoffe, Verpackung und Hilfsstoffe

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Fertigungskosten sind die Produktionskosten des Herstellers mit Ausnahme der Kosten für Rohstoffe.

3.1.33

Brauchbarkeitsdauer

Zeitspanne, beginnend ab der ersten Verwendung und endend mit dem Zeitpunkt, an dem der Grenzzustand erreicht ist

[QUELLE: EN 13306:2017]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Grenzzustand kann von Ausfallrate, Erfordernissen der Instandhaltungsunterstützung, Zustand, Wirtschaftlichkeit, Alter, Veralterung/Obsoleszenz, Änderungen der Anforderungen des Bedieners oder anderen einschlägigen Faktoren abhängen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Grenzzustand kann durch Änderungen der Einsatzbedingungen neu definiert werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: In diesem Zusammenhang schließt die „erste Verwendung“ Prüfmaßnahmen vor der Übergabe des Objekts an den Endanwender aus.

3.2 Abkürzungen

Tabelle 1 enthält die Liste der in dieser Norm verwendeten Abkürzungen.

Tabelle 1 — Liste der Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AM	Anlagenmanagement (en: asset management)
ARV	Wiederbeschaffungswert der Anlage (en: asset replacement value)
AHP	analytischer Hierarchieprozess (en: analytic hierarchy process)
IPS-System	computergestütztes Instandhaltungsplanungs- und steuerungssystem
JIT	Just-in-Time
KPI	wesentliche Leistungskennzahl (en: key performance indicator)
LCC	Lebenszykluskosten (en: life-cycle cost)
LCP	Lebenszyklusgewinn (en: life-cycle profit)
OEE	Gesamtanlageneffektivität (en: overall equipment effectiveness)
PAM	Anlagenmanagement (en: physical asset management)
PRV	Wiederbeschaffungswert der Produktionsanlage (en: plant replacement value)
QFD	Darstellung der Qualitätsfunktionen (en: quality function deployment)

4 Strategische Planung der Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements

4.1 Strategischer Anlagenmanagementplan (SAMP, en: strategic asset management plan)

4.1.1 Einleitung

Der Zweck des Anlagenmanagements ist die effiziente Verwaltung der Anlagen einer Organisation, um die Ziele des strategischen Plans der Organisation zu erreichen. Daher sollte die Organisation einen strategischen Anlagenmanagementplan (SAMP) für die Anlagen aufstellen.

Der SAMP wird durch verschiedene Kombinationen von organisatorischen, marktwirtschaftlichen und technischen Einflussfaktoren beeinflusst, einschließlich der erforderlichen anlagenbezogenen Lösungen (siehe 3.1.2), der operativen Richtlinien, der Instandhaltungsstrategien, des Ersatz-/Modernisierungsbedarfs und schließlich der Entsorgung der Anlage. Die Anzahl der Kombinationen von Einflussfaktoren ist

theoretisch enorm, aber in der Praxis gibt es eine begrenzte Anzahl von Kombinationen von Einflussfaktoren, die wirklich wichtig sind und eine Rolle spielen. Diese Unterschiede führen zu grundlegenden Anforderungen an technische anlagenbezogene Lösungen, die das Produktionssystem der Organisation bestimmen. Der eigentliche nachhaltige Wettbewerbsvorteil kann jedoch durch innovative Betriebsweisen und technischen Fortschritt erzielt werden.

4.1.2 Zweck

In Übereinstimmung mit der Definition in ISO 55000 und den Anforderungen in ISO 55001 sollte der SAMP eine Reihe von Zwecken erfüllen (modifiziert aus dem vollständigen Text von ISO 55002:2018, Anhang A):

- die genaue Darstellung der Rolle der Anlagen und des Anlagenmanagements bei der Unterstützung für das Erreichen der Ziele der Organisation in dokumentierten Informationen;
- die Umsetzung der Ziele der Organisation in eine Anlagenmanagementstrategie;
- die Bereitstellung eines Leitfadens für einen Ansatz zur Entwicklung der Anlagenmanagementpläne und des Anlagenmanagementsystems;
- die Aufstellung von Entscheidungskriterien für die Organisation und des koordinierten Ansatzes für die Leistungsbewertung;
- die Vorlage eines konsolidierten Plans für das Erreichen der strategischen Ziele des Anlagenmanagements und dessen Verknüpfung mit den Finanzplänen der Organisation;
- die Vorlage eines Plans, um sicherzustellen, dass die erforderlichen Fähigkeiten und Ressourcen zur Verfügung stehen, um die Ziele des Anlagenmanagements zu erreichen.

4.1.3 Inhalt (nach ISO 55002)

Die Organisation sollte die betreffenden Bereiche und den Detaillierungsgrad für den SAMP festlegen, um ihren spezifischen Bedürfnissen gerecht zu werden. Eine Liste von Schlüsselbereichen, die in einem SAMP behandelt werden sollten, um die in ISO 55002:2018, Anhang A, genannten Zwecke zu erfüllen, umfasst (für den genauen Text siehe ISO 55002:2018, Anhang A)

- 1) eine Zusammenfassung des Organisationsplans als Grundlage für den SAMP,
- 2) wie die Anlagen zur Lieferung von Produkten und Dienstleistungen an ihre Kunden beitragen (Abschnitt 4 in dieser Norm),
- 3) eine Übersicht über die derzeit vorhandenen Anlagen (Abschnitt 4),
- 4) einen Überblick über den organisatorischen Kontext, d. h. externe und interne Einflussfaktoren und Anforderungen (Abschnitt 4),
- 5) strategische Ziele des Anlagenmanagements (Anforderungen an Anlagen und das Anlagenmanagement), die sich aus den organisatorischen Zielen ableiten (Abschnitt 4),
- 6) Leistungsanforderungen, Risiken und Chancen (Abschnitt 4),
- 7) wie die strategischen Ziele des Anlagenmanagements für die Instandhaltung weiter aufgeschlüsselt werden (Abschnitt 4, Abschnitt 5 und Abschnitt 6),
- 8) wie strategische Ziele des Anlagenmanagements und Gesamtfähigkeiten auf die unteren Ebenen der Anlagenhierarchie aufgeschlüsselt werden (Abschnitt 5),

- 9) die Entscheidungskriterien und das Lebenszyklusmanagement: der Ansatz, die Annahmen und Parameter für die Entwicklung von Lebenszyklusplänen für Anlagen, die alle Lebenszyklustätigkeiten (z. B. Herstellung/Beschaffung, Nutzung/Instandhaltung, Modernisierung/Entsorgung) abdecken, und andere Funktionspläne (z. B. Investitionsplan, Energiemanagementplan) (Abschnitt 5),
- 10) Risiken, Chancen, Annahmen, Probleme und Abhängigkeiten bei der Bereitstellung des SAMP; Risiken und Chancen können sich aus Veränderungen in der externen Umgebung ergeben (Abschnitt 4 und Abschnitt 5),
- 11) Pläne zur Gestaltung oder Verbesserung des Anlagenmanagements für das Erreichen der Ziele des Anlagenmanagements (Abschnitt 5),
- 12) kritische Fähigkeiten der Organisation und Ressourcen (Mensch, Kompetenzen, Wissen, Prozesse, Informationen, Technologie, Finanzen und andere), die für die Bereitstellung des SAMP und der Anlagenmanagementpläne erforderlich sind (Abschnitt 5 und Abschnitt 6),
- 13) wie das Anlagenmanagement Koordination, Kontrolle, Leistungsmessung, Überprüfung und kontinuierliche Verbesserung einsetzt (Abschnitt 6) und
- 14) die Bedeutung von Führung, Rollen und Verantwortlichkeiten, Kommunikation und funktionsübergreifender Zusammenarbeit (Abschnitt 6).

Der Anwendungsbereich dieses Dokuments führt einen unterstützenden methodischen Ansatz für die Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements ein. Diese Norm ist außerdem ein nützlicher Leitfaden für viele der in der angegebenen Inhaltsliste für den SAMP genannten Themen.

Obwohl die angegebene Inhaltsliste für den SAMP Elemente wie eine Zusammenfassung des Organisationsplans, Einflussfaktoren, kritische Erfolgsfaktoren und Anforderungen an die Anlagen enthält, sind sie in Bild 3 in einzelnen Kästchen als einzelne Themen dargestellt, da sie wichtige Elemente des strategischen Organisationsplans sind. Insbesondere stellen eine Zusammenfassung des Organisationsplans, Einflussfaktoren und kritische Erfolgsfaktoren wichtige Eingabedaten für die Formulierung der Strategie im Rahmen des Anlagenmanagements bereit und sie sollten daher auch im SAMP angegeben werden. In dieser Norm entspricht die Darstellung der Elemente der Reihenfolge in Bild 3. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Elemente des SAMP von Nummer 1 bis Nummer 14 entsprechend den Verweisen in der Liste der Elemente behandelt.

4.1.4 Bedeutung der Anlagen

Die Bedeutung der Anlagen für das Erreichen der Ziele kann je nach den bereitgestellten Produkten und Dienstleistungen stark voneinander abweichen. Die Bedeutung der Anlagen und damit die Bedeutung der Instandhaltungstätigkeiten werden auch von den strategischen Entscheidungen der Organisationen bestimmt. Im Bereich der Fertigung sind der Anlagenbestand und die darin enthaltenen Anlagen entscheidend für das Erreichen der Organisationsziele. Das Gleiche gilt in vielen Fällen auch für Dienstleistungen. Anlagen tragen zur Qualität der Dienstleistungen oder Produkte der Organisation bei. Genauso beeinflussen sie Kosten, Leistung und Risiken der Organisation. Es gibt mehrere Faktoren, die die strategische Bedeutung von Anlagen definieren können, z. B.

im Zusammenhang mit der Rentabilität und Produktivität:

- typische Anlagenrendite innerhalb des Unternehmensbereichs;
- Kapitalumschlag, Produktivität des Anlagevermögens: Umsatz/Anlagen (Buchwert);
- erforderlicher Auslastungsgrad (bei welchem Prozentwert die Produktion rentabel ist);

im Zusammenhang mit der Leistung und der Effizienz:

- technischer Umschlag der Anlagen: Umsatz/Wiederbeschaffungswert der Anlage;
- Produktivität der Anlagen als Wettbewerbsfaktor im Markt;
- Bedeutung der Anlagen für die Erfüllung kritischer Erfolgsfaktoren der Organisation;
- Verfügbarkeit von nicht anlagenbezogenen Lösungen;

im Zusammenhang mit der Kostenstruktur:

- Verhältnis zwischen Personalkosten und Kapitalkosten;
- Anlagevermögen als Barriere beim Markteintritt (z. B. effiziente Mindestinvestition bezogen auf den Umsatz);
- Kosten für anlagenbezogene Lösungen (sehr hohe Investitionskosten können möglicherweise eine Barriere beim Markteintritt darstellen und eine Organisation zu nicht anlagenbezogenen Lösungen oder zur Vermeidung einer Investition anregen).

Die spezifische Bedeutung der Organisation hängt von den kritischen Erfolgsfaktoren der Organisation und der eingesetzten Produktionstechnologie ab. Der Anlagenbestand unterstützt die Organisation bei der Bereitstellung ermittelter kritischer Erfolgsfaktoren und Anforderungen. Die Instandhaltung spielt eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der Wirkungen der Anlagen für das Erreichen der Ziele der Organisation. Instandhaltungstätigkeiten sollten die Leistung und Kosteneffizienz der Organisation verbessern. Wirksame Instandhaltungstätigkeiten können das Potential für einen höheren Umsatz durch die Erhöhung der OEE und damit der Kapazität für die Produktion höherer Mengen steigern. Die gleiche Einflusskette verringert den Bedarf an Neuinvestitionen und führt so zu niedrigeren Abschreibungen. Schließlich verringert eine wirksame Instandhaltung den Kapitalbedarf in Bezug auf Anlagevermögen und Bestände und führt somit zu einer höheren Rendite des Anlagenbestands. Zusätzlich zu den genannten Einflüssen kann mit der Instandhaltung die Fähigkeit des Anlagenbestands umgesetzt werden, eine verbesserte Zuverlässigkeit der Produktlieferungen zu schaffen und andere Erfolgsfaktoren zu erfüllen.

4.2 Entwicklung einer Leitlinie für das Anlagemanagement, eines SAMP und eines Anlagenmanagementplans

4.2.1 Einleitung

Bild 3 zeigt, wie die Instandhaltung in das Anlagenmanagement und die Strategieentwicklung sowie in den Bereitstellungsprozess der Organisation eingebettet ist. In der Regel wird dieser Prozess jährlich ausgelöst. Auf Unternehmens- oder Standortebene werden kritische Erfolgsfaktoren ermittelt und die Unternehmenspolitik, der Organisationsplan und die Unternehmensziele definiert. Die Unternehmenspolitik enthält die ständigen Grundsätze der Organisation und dient als Rahmen für die Entwicklung oder Überarbeitung des Organisationsplans. Dieser Plan betrachtet die Nachfrage des Markts und der umgebenden Gesellschaft sowie die Chancen und Herausforderungen, die sich ergeben

- aus der Erfüllung der Ziele des vorausgehenden Organisationsplans,
- aus den Merkmalen der Organisation,
- aus der bestehenden Umsetzung der Anlagenmanagementpolitik, dem strategischen Anlagenmanagementplan und den erreichten Zielen des Anlagenmanagements auf Basis des verfügbaren, realisierten Anlagenbestands und
- aus der auf dem Markt verfügbaren Technologie.

Dieser interne und externe Kontext der Organisation wird in Anhang B und Anhang C ausführlich beschrieben. Neben der aktuellen Situation sollten auch zukünftige Entwicklungen berücksichtigt werden. So sollte bei dieser Entwicklungstätigkeit beispielsweise die mögliche Reaktion des Markts auf die Bereitstellung neuer Produkte und Dienstleistungen abgeschätzt werden.

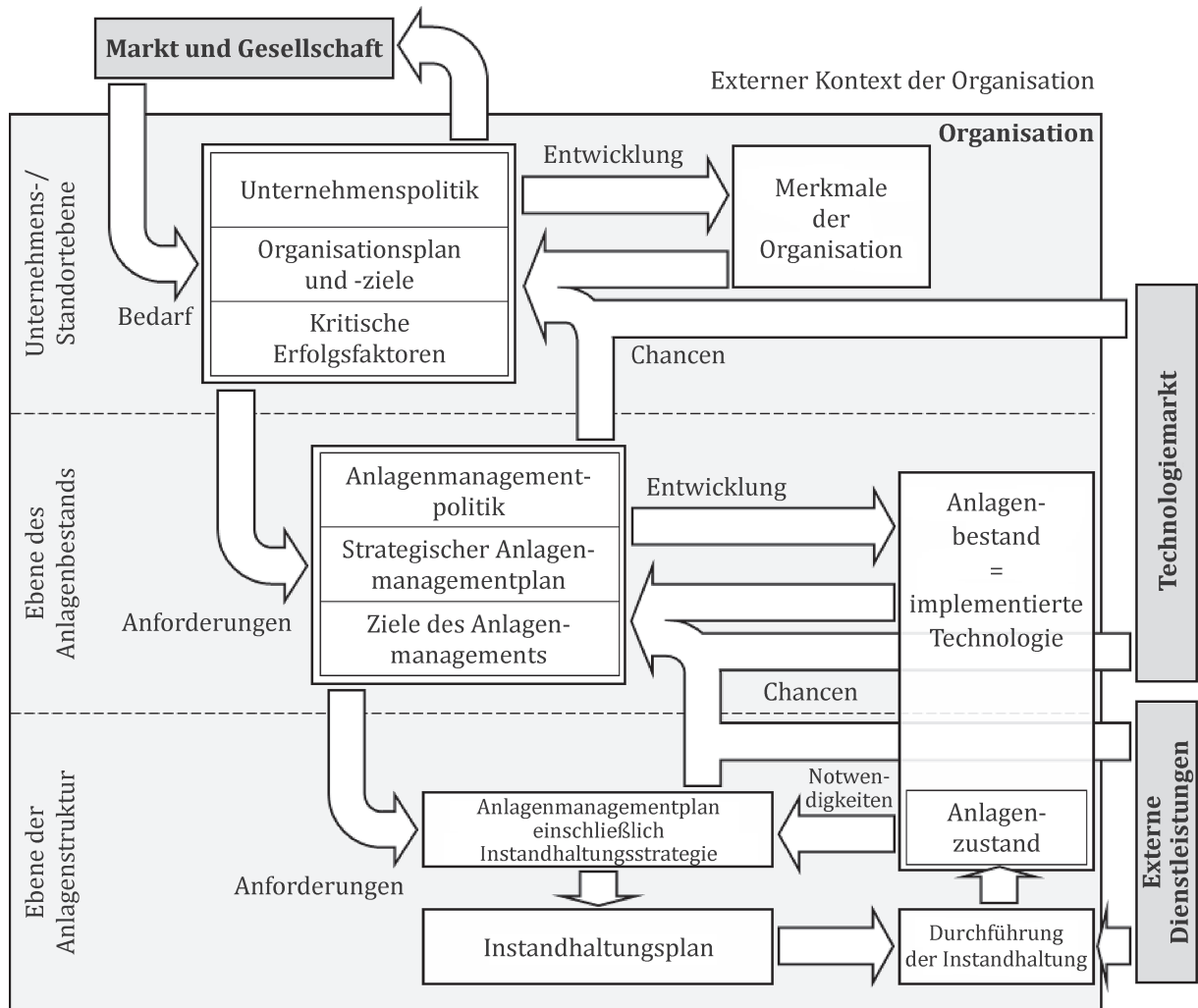


Bild 3 — Strategischer Prozess des Anlagenmanagements

Die kritischen Erfolgsfaktoren ergeben sich aus der Analyse des Kontexts der Organisation. Sie sind damit die Grundlage für alle weiteren Schritte. Die Anwendung kritischer Erfolgsfaktoren wird in 4.2.4 ausführlich beschrieben. Während der Organisationsplan eine Orientierung auf höchster Ebene für die Organisation bereitstellt, sind die Organisationsziele die notwendigen Maßnahmen für den Geschäftsverlauf in allen Einzelheiten während des Einsatzes. Diese strategischen Entscheidungen auf Unternehmens- und Standortebene haben Einfluss einerseits auf die weitere Entwicklung der Organisation und andererseits auf das Anlagenmanagement.

Die Anlagen können innerhalb des Anlagenmanagementsystems auf der Ebene des Anlagenbestands, auf der Ebene der Anlagenstruktur und als Anlagenobjekt hierarchisch strukturiert werden. Weitere Erläuterungen zur Verknüpfung dieser Begriffe mit bestehenden hierarchischen Anlagenstrukturen können Anhang A entnommen werden.

Auf der Ebene des Anlagenbestands wird die Anlagenmanagementpolitik im Rahmen der Unternehmenspolitik entwickelt und beschreibt die ständigen Grundsätze des Anlagenmanagements innerhalb der Organisation. Dieser Grundsatz wirkt als Rahmen für die Entwicklung oder Überarbeitung des SAMP. Zunächst berücksichtigt der SAMP die Anforderungen auf der Unternehmensebene. Aus diesem Grund haben

- die Unternehmenspolitik,
- der Organisationsplan,
- die Organisationsziele und
- die kritischen Erfolgsfaktoren

einen direkten Einfluss auf alle strategischen Betrachtungen auf der Ebene des Anlagenbestands. Somit beeinflussen

- der Markt,
- die Gesellschaft,
- die Technologie und
- die Organisation

den SAMP und die Ziele des Anlagenmanagements (siehe Anhang B).

Wegen des iterativen Charakters des Strategieentwicklungs- und -umsetzungsprozesses auf mehreren Ebenen werden des Weiteren die Chancen und Herausforderungen, die sich ergeben durch

- den derzeit vorhandenen Anlagensatz im Anlagenbestand und dessen aktuelle(r) Lebenszyklusphase und -zustand,
- die auf dem Markt verfügbare Technologie und
- die auf dem Markt verfügbaren externen Dienstleistungen

auch bei der Entwicklung des SAMP berücksichtigt. Die Ziele des Anlagenmanagements helfen bei der Beurteilung des Erfolgs bei der Umsetzung.

Die Instandhaltung sollte in diese Tätigkeiten auf der Ebene des Anlagenbestands einbezogen werden, wie in EN 16646 beschrieben. Auf der Ebene der Anlagenstruktur werden die auf der Ebene des Anlagenbestands abgeleiteten Anforderungen (Anlagenmanagementpolitik, SAMP und Ziele des Anlagenmanagements) in einen Anlagenmanagementplan überführt. Der Plan beschreibt die anlagenbezogenen Tätigkeiten entsprechend der aktuellen Lebenszyklusphase. Die Anforderungen an die Instandhaltung müssen bereits in der Entwurfs- und Implementierungsphase von Anlagenstrukturen berücksichtigt werden. Dies wird in 4.2.6 herausgestellt.

Für die Betriebs- und Instandhaltungsphase sollte eine spezifische Mischung aus anlagenbezogenen Instandhaltungsstrategien definiert werden, die auf den Anforderungen der Ebenen des Anlagenbestands und der Anlagenstruktur und dem gegenwärtigen Anlagenzustand beruht. Diese ausgewählten Strategien führen folglich zu einem Instandhaltungsplan, der geplante Instandhaltungstätigkeiten umfasst. Die Entwicklung der Instandhaltungsstrategie wird in 4.2.7 beschrieben.

Alle genannten Elemente werden in einem unsicheren Entscheidungsumfeld festgelegt. Daher ist eine der wichtigsten methodischen Fragen im Bereich des Anlagenmanagements die Betrachtung der Unsicherheit.

Beispielsweise erfüllt eine Organisation nicht nur proaktiv kritische Erfolgsfaktoren und versucht, seine Betriebsweise an die Marktanforderungen anzupassen, sondern sie kann auch versuchen, das Marktverhalten und zukünftige kritische Erfolgsfaktoren direkt zu beeinflussen, um die Unsicherheit zu verringern. In beiden Fällen bestehen jedoch viele Unsicherheiten, besonders in Bezug auf turbulente Zeithorizonte, und die wirksamen Anlagen- und Instandhaltungsstrategien und unterstützenden Betriebsweisen werden weitgehend durch die mit den kritischen Erfolgsfaktoren verbundenen Unsicherheiten bestimmt. Daher ist 4.3 der Betrachtung von Unsicherheiten gewidmet.

Die Schritte des periodischen Strategieentwicklungsprozesses werden in Bild 4 erläutert. Einzelheiten zu den einzelnen Schritten können den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden. Im nächsten Abschnitt werden Beispiele für die Überführung der Elemente des Organisationsplans in Anforderungen auf der Ebene des Anlagenmanagements und weiter auf der Instandhaltungsebene angegeben.

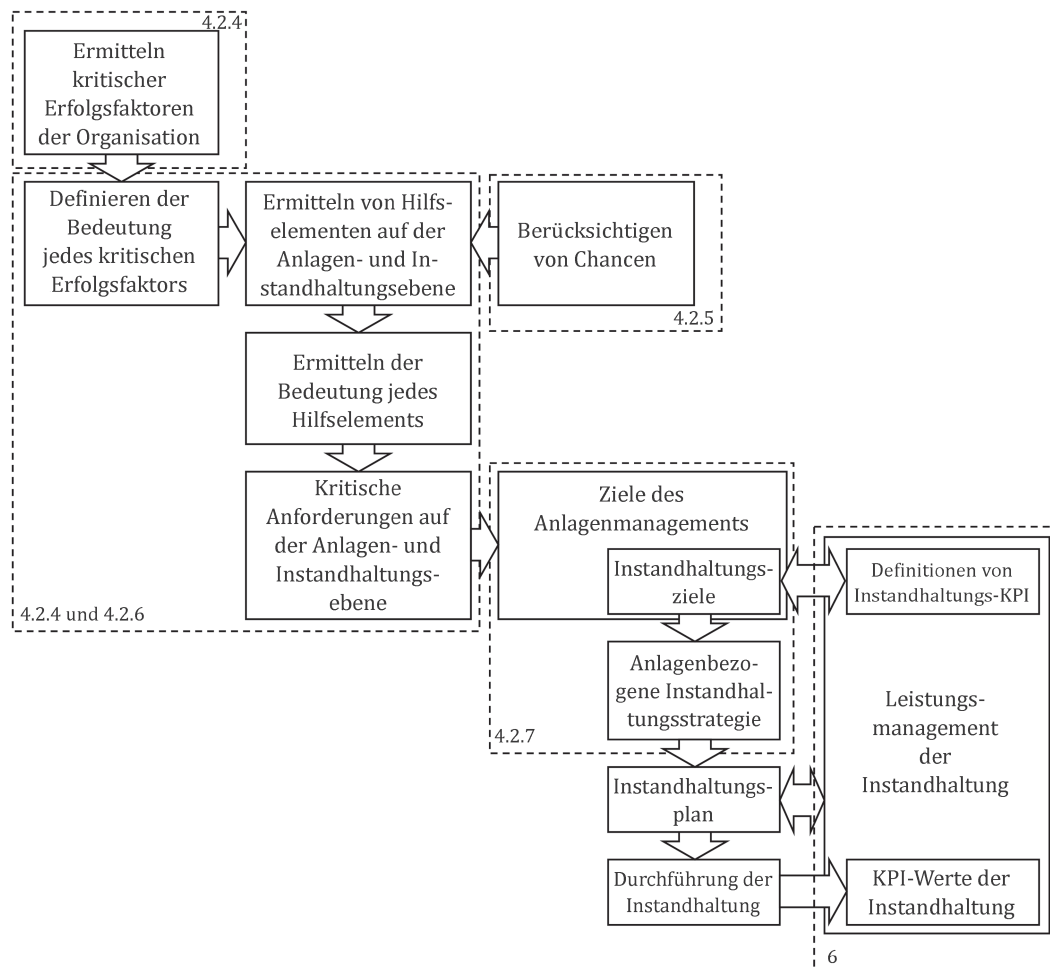


Bild 4 — Entwicklung und Umsetzung der Instandhaltungsstrategie

4.2.2 Beitrag der Instandhaltung zum SAMP

In EN 16646 erhielt die Instandhaltung ein klares Mandat, die Anweisung und Verpflichtung, bereits in der Anfangsphase zur strategischen Planung beizutragen, um die Qualität der anlagenbezogenen Lösungen während der strategischen Planungs- und Beschaffungsphase weiter zu verbessern. In EN 16646 wird außerdem empfohlen, dass Organisationen sicherstellen sollten, dass die Wechselbeziehungen zwischen der Instandhaltung und anderen Lebenszyklusprozessen, wie allen Beschaffungs-, Betriebs-, Modernisierungs-, Entsorgungs-, Management- und Hilfsprozessen, so organisiert werden, dass sie die Beiträge zu den Prozessen nach EN 16646:2014, 6.3, gewährleisten. Dieses Verfahren stellt sicher, dass die entsprechenden Expertenurteile, Erfahrungen, Benchmarks und die Ereignishistorie von der Konzepterstellung über die

gewählte anlagenbezogene Lösung bis hin zu genauen Planungsphasen bezüglich der Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, Instandhaltungskosten, Instandhaltbarkeit, Kompetenzen, Verfügbarkeit der erforderlichen Ressourcen, Sicherheits- und Umweltfragen berücksichtigt werden können. Ein methodischer Rahmen für den Beitrag wird in Abschnitt 5 dargestellt.

4.2.3 Elemente des strategischen Planungsprozesses und deren Auswirkungen auf die Instandhaltung

Die wesentlichen Elemente der strategischen Pläne der Organisationen und ihre Rolle im Zusammenhang mit dem Anlagenmanagement sind in Anhang C aufgeführt. Ziel von Anhang C ist es, das Management bei der Suche nach den Auswirkungen der Einflussfaktoren auf das Anlagenmanagement in jeder Phase des strategischen Planungsprozesses zu unterstützen. Der Planungsprozess fasst die Analyse des organisatorischen Kontexts zusammen. Der organisatorische Kontext ist keine statische Sachlage, sondern dynamisch und in ständiger Veränderung. Darüber hinaus sollten verschiedene Lebenszyklusphasen von Produkten und Produktionsanlagen betrachtet werden.

4.2.4 Kritische Erfolgsfaktoren und Anforderungen

Organisationen sollten die kritischen Erfolgsfaktoren für ihre Geschäftstätigkeiten bestimmen. Der ermittelte Satz kritischer Erfolgsfaktoren definiert die Anforderungen an das Anlagenmanagement. Auf der Ebene des Anlagenbestands können Organisationen allgemeine kritische Erfolgsfaktoren wie Image, Marke, Grundsätze für den Umweltschutz und einige allgemeine strategische Prinzipien aufstellen, wobei sich die Produkte und Märkte verschiedener Produktionsanlagen unterscheiden. Die spezifischen kritischen Erfolgsfaktoren hängen vom technologischen Umfeld und vom Geschäftsumfeld der Organisation ab und können z. B. in Größenvorteilen, technologischer Führung, einem hohen Auslastungsgrad, der Liefertreue, der Qualität der Produkte, einem niedrigen Preis, einem hohen Marktanteil, der Produktführerschaft usw. bestehen. In den Fällen, in denen sich die Produkte dem Ende ihres Lebenszyklus oder einer reifen Phase nähern, sind Kostensenkung und betriebliche Effizienz noch wichtiger. Grundsätzlich kann ein gut konzipiertes, umgesetztes und eingeführtes Anlagenmanagement- und Instandhaltungsmanagementsystem ein kritischer Erfolgsfaktor für die Schaffung von Wettbewerbsfähigkeit im Markt sein (siehe ISO 55001:2014 und Abschnitt 5 in dieser Norm).

Auf der Ebene des Anlagenbestands sind die Anforderungen an Anlagen nicht immer leicht zu ermitteln. Besteht der Anlagenbestand aus ähnlichen Fertigungseinheiten oder Anlagenstrukturen, kann das einfacher zu bewerkstelligen sein. Wenn verschiedene Anlagenstrukturen dem gleichen Ziel als Fertigungslinie für das Endprodukt dienen, wie eine zwischenliegende Anlage in einem großen Industriebetrieb, kann diese Aufgabe leicht erfüllt werden. Wenn sich die betreffenden Anlagenstrukturen jedoch in Bezug auf Produkte, Technologie und Markt stark unterscheiden (z. B. verschiedene Fertigungslinien für verschiedene Produkte), ist die Aufgabe der Festlegung gemeinsamer Anforderungen schwierig. Daher wird in dieser Norm empfohlen, nach dem nachfolgenden Verfahren vorzugehen:

- die Geschäftstätigkeiten der Organisation sind in verschiedene Geschäftsfelder zu unterteilen;
- die für jedes Feld kritischen Erfolgsfaktoren sind zu bestimmen;
- die Anforderungen an die Anlagen und das Anlagenmanagement für jedes Feld sind zu bestimmen.

Zur Definition von kritischen Erfolgsfaktoren und Anforderungen an die Anlagenstrukturen oder an homogene Anlagenbestände aus Sicht des Geschäftsumfelds und des technologischen Umfelds dient die Matrix der in Tabelle 2 dargestellten Beispiele als ein Unterstützungswerkzeug.

Um ein vollständiges Bild der Situation zu erhalten, mit der die Organisation konfrontiert ist, sollte außerdem versucht werden, die Verfügbarkeit der anlagenbezogenen Managementlösungen zu ermitteln. Bei einer Neuinvestition bzw. einer Beschaffung setzt die genutzte Technologie Grenzen für die Umsetzung der kritischen Erfolgsfaktoren oder der ermittelten Anforderungen. Gleichzeitig kann sie Planern und Entwicklern unter Umständen einen hohen Freiheitsgrad bieten. Im Fall eines alten Anlagenbestands

können die alten Entscheidungen und früher ausgeführten Lösungen die Nutzung der bewährten Verfahren einschränken.

Um das Abteilungsdenken zu vermindern, sollten Organisationen die Matrix der kritischen Erfolgsfaktoren und Anforderungen mit Expertenwissen füllen. Die Mitglieder des Expertenteams sollten aus den verschiedenen Funktionen der Organisation benannt werden, wie (aber nicht beschränkt auf) die oberste Leitung, das Finanzmanagement, das Marketing- und Produktmanagement, das technische Management, das Produktionsmanagement und das Instandhaltungsmanagement (siehe Anhang F).

In der linken Spalte von Tabelle 2 werden kritische Erfolgsfaktoren in mehrere Gruppen unterteilt, die nach dem organisatorischen Kontext festgelegt werden. In der nächsten Spalte werden die kritischen Erfolgsfaktoren nach ihrer Bedeutung für das Geschäft gewichtet. Zusammenhänge zwischen kritischen Erfolgsfaktoren und Anforderungen ergeben sich an den Schnittpunkten der jeweiligen Zeilen und Spalten und werden durch C_{ij} dargestellt. In der ersten unteren Zeile wird die Multiplikation der Gewichtungen für die kritischen Erfolgsfaktoren mit der Bedeutung der Anforderungen zu ihrer Erfüllung dargestellt. Diese Multiplikationen bewerten die Gesamtauswirkungen der Anforderungen auf das Geschäft der Organisation. In der zweiten unteren Zeile werden die normierten Beiträge eingeführt. Diese Beiträge stellen die Produkte auf der für die Organisation geeigneten Skala dar (z. B. 1 bis 5) und entsprechen den Beiträgen der darüber liegenden Zeile. Innerhalb der Matrix mit der Skala von 1 bis 5 wird $\Sigma(w_i c_j)$ mit der höchsten Gewichtung der Skala (5) multipliziert und dann durch den höchstmöglichen $\Sigma(w_i c_j)$ -Wert mit den definierten Gewichtungen für die kritischen Erfolgsfaktoren geteilt. Das gleiche Ergebnis kann faktisch erzielt werden, indem $\Sigma(w_i c_j)$ durch die Summe der Gewichtungen geteilt wird. Alternativ sind auch Verfahren möglich, die mehrere Kriterien ohne Vorgewichtung gemeinsam berücksichtigen.

Tabelle 2 — Kritische Erfolgsfaktoren und Anforderungen an Anlagen und die Instandhaltung

		Anforderungen an das Anlagenmanagement und die Instandhaltung (Beispiele)							
Kritischer Erfolgsfaktor	Gewichtung z. B. auf der Skala von 1 bis 5	Plausible Anforderung 1	Plausible Anforderung 2	Plausible Anforderung 3	Plausible Anforderung 4	Plausible Anforderung 5	Plausible Anforderung 6	Plausible Anforderung 7	Plausible Anforderung 8
		Bedeutung der Anforderungen als ein Mittel zur Unterstützung kritischer Erfolgsfaktoren							
Kritischer Erfolgsfaktor 1	w_1	$c_{1,1}$	$c_{1,2}$	$c_{1,3}$	$c_{1,4}$	$c_{1,5}$	$c_{1,6}$	$c_{1,7}$	$c_{1,8}$
Kritischer Erfolgsfaktor 2	w_2	$c_{2,1}$	$c_{2,2}$	$c_{2,3}$	$c_{2,4}$	$c_{2,5}$	$c_{2,6}$	$c_{2,7}$	$c_{2,8}$
Kritischer Erfolgsfaktor 3	w_3	$c_{3,1}$	$c_{3,2}$	$c_{3,3}$	$c_{3,4}$	$c_{3,5}$	$c_{3,6}$	$c_{3,7}$	$c_{3,8}$
Kritischer Erfolgsfaktor 4	w_4	$c_{4,1}$	$c_{4,2}$	$c_{4,3}$	$c_{4,4}$	$c_{4,5}$	$c_{4,6}$	$c_{4,7}$	$c_{4,8}$
Kritischer Erfolgsfaktor 5	w_5	$c_{5,1}$	$c_{5,2}$	$c_{5,3}$	$c_{5,4}$	$c_{5,5}$	$c_{5,6}$	$c_{5,7}$	$c_{5,8}$
Kritischer Erfolgsfaktor 1	w_6	$c_{6,1}$	$c_{6,2}$	$c_{6,3}$	$c_{6,4}$	$c_{6,5}$	$c_{6,6}$	$c_{6,7}$	$c_{6,8}$

		Anforderungen an das Anlagenmanagement und die Instandhaltung (Beispiele)							
Kritischer Erfolgsfaktor	Gewichtung z. B. auf der Skala von 1 bis 5	Plausible Anforderung 1	Plausible Anforderung 2	Plausible Anforderung 3	Plausible Anforderung 4	Plausible Anforderung 5	Plausible Anforderung 6	Plausible Anforderung 7	Plausible Anforderung 8
		Bedeutung der Anforderungen als ein Mittel zur Unterstützung kritischer Erfolgsfaktoren							
Summe der Produkte der Gewichtungen und Bedeutungen		$\Sigma(w_i c_{i,1})$	$\Sigma(w_i c_{i,2})$	$\Sigma(w_i c_{i,3})$	$\Sigma(w_i c_{i,4})$	$\Sigma(w_i c_{i,5})$	$\Sigma(w_i c_{i,6})$	$\Sigma(w_i c_{i,7})$	$\Sigma(w_i c_{i,8})$
Endgültige Gewichtung der Anforderungen z. B. auf der Skala von 1 bis 5		$\frac{\Sigma(w_i c_{i,1})}{\Sigma(w_i)}$	$\frac{\Sigma(w_i c_{i,2})}{\Sigma(w_i)}$	$\frac{\Sigma(w_i c_{i,3})}{\Sigma(w_i)}$	$\frac{\Sigma(w_i c_{i,4})}{\Sigma(w_i)}$	$\frac{\Sigma(w_i c_{i,5})}{\Sigma(w_i)}$	$\frac{\Sigma(w_i c_{i,6})}{\Sigma(w_i)}$	$\frac{\Sigma(w_i c_{i,7})}{\Sigma(w_i)}$	$\frac{\Sigma(w_i c_{i,8})}{\Sigma(w_i)}$

4.2.5 Modellierung des Produktionsprozesses

Die Modellierung des betreffenden Produktionsprozesses ist für die Bestimmung der Anforderungen und das Kritikalitätsmanagement erforderlich. Sie unterstützt das Verständnis dafür, wie sich die definierten Anforderungen auf die Anlagenstrukturen auswirken und welche Beiträge die verschiedenen Anlagenstrukturen zu den Anforderungen leisten. Die Modellierung gibt an, wo sich die Engpässe, Qualitätsherausforderungen sowie Sicherheits- und Umweltrisiken befinden, und unterstützt die Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten und Folgen der Herausforderungen. Außerdem unterstützt sie die Festlegung von gegebenenfalls erforderlichen Ausgleichsmaßnahmen.

Um die Tätigkeiten des Anlagenmanagements effizient zu verwalten (einschließlich Instandhaltung) und die Kritikalität jedes Teilsystems des gesamten Produktionssystems zu bestimmen, sollten Organisationen anspruchsvollere Verfahren anwenden und ihre Produktionssysteme modellieren. Es gibt Hinweise auf ein Transparenzproblem in Organisationen zwischen Fachpersonal, Finanzmanagement und oberster Leitung. Diesen Herausforderungen der Transparenz kann mit visuellen Modellen, probabilistischen Modellen und Simulationstechniken begegnet werden. Wichtige und bestimmende Faktoren in solchen Modellierungsverfahren sind

- Anforderungsmerkmale in Bezug auf Kontinuität, Unbeständigkeit und andere Schwankungen,
- die Stückkosten bei Produktionsausfall in Form einer definierten Zeiteinheit (z. B. Euro je Stunde),
- der Integrationsgrad und die Struktur des Produktionssystems,
- die Gliederungshierarchie des Systems,
- die Modellierung des Flusses innerhalb der Hierarchie und der Struktur,
- Lager für Zwischen- und Endprodukte,
- Zuverlässigkeitsmerkmale des Systems z. B. in Bezug auf OEE, Verfügbarkeit, MTTF, Ausfallrate, MTTR und MTBM, Stillstandszeiten,

- minimale Stillstandszeiten, die zu Produktionsausfällen in jeder Phase des Produktionsprozesses führen und
- Simulationsmöglichkeiten.

Die Modellierung kann auf der Ebene der untersten Anlagenstruktur oder auf der Ebene der Anlagenobjekte erfolgen. Die Modellierung umfasst folgende Phasen:

- strukturelle Modellierung (z. B. mit FTA, RBD oder einem anderen strukturellen Werkzeug);
- Bestimmung der Basiswerte wie Stückkosten bei Produktionsausfall;
- Bestimmung der minimalen Stillstandszeit, die zu Produktionsausfällen führt;
- Lagerumschlag für Zwischen- und Endprodukte;
- Berechnung von OEE, Verfügbarkeit, MTTF, Ausfallrate, mittlerer Instandhaltungszeit (MTTM), mittlerer Dauer bis zur Wiederherstellung (MTTR) usw.;
- Ermittlung der Unsicherheiten;
- wertbasierte Modellierung;
- Erstellen eines visuellen Modells;
- Simulation (z. B. Monte-Carlo-Simulation).

Die Eigenschaften von Markt und Technologie wirken sich stark auf das Anlagenmanagement und die Instandhaltungstätigkeiten aus. Es ist schwierig, die Einzelheiten der Auswirkungen ohne unterstützende Werkzeuge und Modelle zu bestimmen. Zweck dieses Abschnitts ist nicht die Festlegung und Aufstellung von Modellen für verschiedene Umstände, sondern die Bestimmung der allgemeinen Grundsätze zur Modellierung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen für Zwecke des Anlagenmanagements und speziell für die Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements.

Das Gesamtmodell der ausgewählten Einheit kann auf der Grundlage der dargestellten Elemente aufgestellt werden. Der organisatorische Kontext definiert die spezifischen Merkmale des Modells. So liefert beispielsweise die Monte-Carlo-Simulation ein gutes Verständnis für die Kritikalitätsstruktur des Produktionssystems mit Unsicherheiten aus Sicht von Produktionsausfällen und anderen Anforderungen. Die Monte-Carlo-Simulation, die sich auf die genannten Entwicklungen stützt, berücksichtigt die mit jedem Faktor im Modell verbundenen Unsicherheiten. Die agentenbasierte Simulation behandelt Anlagen als aktive Einheiten und kann ein effektives Werkzeug sein, um das Verhalten eines Anlagenobjekts und von Anlagenstrukturen von unten nach oben zu simulieren. Die Simulation der zeitlichen Entwicklung des Verhaltens der Anlagenstruktur kann durch die Simulation diskreter Ereignisse, die kontinuierliche oder die hybride Simulation erfolgen. Das Modell des Produktionsprozesses stellt ein effizientes Werkzeug zur Verbesserung der Instandhaltungstätigkeiten unter Berücksichtigung von Kritikalitäten sowie der Wechselwirkung und der Schnittstellen mit anderen innerhalb von und zwischen Organisationen durchgeführten Abläufen dar, um Richtungen und Ziele zu kennzeichnen, auf die die Instandhaltungstätigkeiten abzielen sollten.

4.2.6 Anforderungen an die Instandhaltung

Technologische Merkmale des Produktionsprozesses haben einen großen Einfluss auf die anlagenbezogenen Lösungen, das Anlagenmanagement und das Instandhaltungsmanagement. Alle Funktionen, Lebenszyklusprozesse und alle Ebenen der Organisationen sollten vorab und nachträglich die spezifischen Merkmale der verwendeten Technologie ermitteln und die Auswirkungen dieser spezifischen Merkmale auf das Anlagenmanagement einschließlich der Instandhaltungstätigkeiten erfassen. Die Anforderungen an die Instand-

haltung sind nicht die einzigen zu erfüllenden Ziele, sondern die Instandhaltungstätigkeiten und -verfahren werden auch maßgeblich durch die verwendete Technologie bestimmt. Die gewählte anlagenbezogene Lösung, die durch den jeweiligen organisatorischen Kontext bestimmt wurde, legt die Instandhaltungs-umgebung fest. Es gibt mindestens acht grundlegende Faktoren (aber nicht darauf beschränkt), die die Umgebung beschreiben, in der die Instandhaltung durchgeführt werden muss:

- kritische Erfolgsfaktoren der Organisation;
- technologische Merkmale;
- Betriebsbedingungen;
- betriebliche Einschränkungen;
- Betriebsweisen;
- Kosten;
- verfügbare externe Dienstleistungen (Infrastruktur);
- Mensch.

Zu den Merkmalen des Geschäftsökosystems gehören kritische Erfolgsfaktoren, die sich aus dem Markt ergeben, wie Marktverhalten, Gesetzgebung und Produktlieferungssystem. Die Struktur des Produktionsprozesses bestimmt die strukturelle Kritikalität des Systems. Andere technologische Merkmale bestimmen die technische Instandhaltbarkeit und die verfügbaren Instandhaltungsmöglichkeiten. Betriebsbedingungen umfassen die physikalischen Belastungen und Umgebungsbedingungen, die auf die Anlage während des gesamten Lebenszyklus einwirken. Betriebsbedingungen können sich während der Brauchbarkeitsdauer einer Anlage ändern. Betriebliche Einschränkungen sind Merkmale der Anlage, die die Nutzung derselben begrenzen und die Anforderungen für Instandhaltungstätigkeiten festlegen können.

Diese Merkmale sind das Ergebnis des Entwurfs und der Konstruktion der Anlage und werden von der Betriebsweise und den Betriebsbedingungen beeinflusst. Die Betriebsweise stellt die Art und Weise dar, wie die betreffende Anlage während des gesamten Lebenszyklus betrieben und genutzt wird und sie wird durch die Anzahl der Nutzungseinheiten (Stunden, Starts/Stopps, Übergangsverhalten) bestimmt. Die Betriebsweise bestimmt Frequenz, Belastung, Stetigkeit und Leistungsgrad der Nutzung. Der Kostenfaktor schließt die technologiebasierten Instandhaltungskosten ein. Verfügbare Dienstleistungen weisen auf die Bereitstellung von technologiespezifischem Fachwissen hin. Nachfolgend wird die Liste der Faktoren angegeben, die jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Kritische Erfolgsfaktoren, z. B.:

- aus Anforderungen des Markts und der Gesellschaft;
- aus dem Wettbewerb im Markt;
- aus den Merkmalen der Nachfrage;
- aus der Gesetzgebung;
- aus dem Produktlieferungssystem;
- aus der verfügbaren Technologie.

Technologische Merkmale:

- Integrationsgrad (technisch);
- Kapitalintensität (technisch und wirtschaftlich);
- Redundanz;
- Kritikalitätsstruktur;
- Größenordnung (technisch);
- Laststruktur (technisch);
- Reserve (technisch-wirtschaftlich);
- Möglichkeiten der Zustandsüberwachung;
- vorgesehene Notwendigkeiten einer vorbeugenden Instandhaltung;
- Möglichkeit der Instandhaltung der Betriebsausrüstung;
- Komplexität.

Betriebsbedingungen:

- Umgebungsfaktoren wie Luftfeuchte, Wärme, Partikel in der Luft;
- Schweregrad des Prozesses und des Rohstoffs;
- Reinheit des Prozesses;
- Auslastungsgrad;
- Schutz vor Fehlanwendung;
- Umwelt.

Betriebliche Einschränkungen:

- Auslegungslast;
- Haltbarkeit;
- Zuverlässigkeit;
- Instandhaltbarkeit;
- Dynamik der Technologie (z. B. rotierende Maschinen);
- Anpassungsfähigkeit.

Betriebsweise:

- Aufbau der Betriebsstätte;
- unterbrochene Fließbandfertigung;
- kontinuierliche Fließbandfertigung;
- Durchlaufprozess;
- Auslastungsgrad;
- Reservemaschine;
- Anzahl der Anläufe.

Kosten:

- Risiko in Geld ausgedrückt;
- Verhältnis der Kosten für einen Produktionsausfall zu Instandhaltungskosten;
- Verhältnis von Ersatzkosten zu Instandhaltungskosten;
- Ersatzteilkosten.

Externe Dienstleistungen (Infrastruktur):

- Verfügbarkeit von Dienstleistern;
- Verfügbarkeit von Ressourcen in Zahlen;
- Verfügbarkeit von qualifizierten Ressourcen;
- Verfügbarkeit von Ersatzteilen.

Mensch:

- Kompetenz;
- Anzahl;
- Verfügbarkeit;
- Kultur.

Im Prozess der Instandhaltungsstrategie sollte das Produktionssystem genau festgelegt werden und mit Hilfe der genannten grundlegenden Faktoren sollten Rückschlüsse auf deren Auswirkungen auf die Ziele der und die Anforderungen an die Instandhaltung gezogen werden. Diese Rückschlüsse sollten in den Beschaffungsprozess eingehen und nach Möglichkeit sollten Vorschläge zur Änderung der empfohlenen oder bestehenden anlagenbezogenen Lösung unterbreitet werden.

4.2.7 Entwicklung der Instandhaltungsstrategie

Die Instandhaltungsstrategie der Organisation hängt von den Anforderungen ab. Die zugehörigen Faktoren sind in 4.2.4 und 4.2.6 angegeben. Die Ziele des Instandhaltungsmanagements geben die Richtung vor, die für die Formulierung der Strategie zu wählen ist. Organisationen sollten die möglichen erreichbaren Potentiale der Ziele erfassen und bestimmen. Zu hoch gesetzte Ziele können die Leistung der Anlagen beeinträchtigen. Erreichbare Ziele hängen von der in 4.2.6 beschriebenen Instandhaltungsumgebung und den Prioritäten ab, die in der in Anhang F behandelten Kritikalitätsstruktur der Anlagen festgelegt werden. Ein Werkzeug für das bessere Verständnis der Kritikalitäten der Anlagen ist das in 4.2.5 vorgestellte Modell des Produktionsprozesses.

Es gibt mehrere Verfahren und Ansätze, die Organisationen in ihrem Prozess der Strategieformulierung unterstützen können, wie (aber nicht beschränkt auf):

- das Management kritischer Erfolgsfaktoren und Anforderungen an Anlagen;
- QFD (Darstellung der Qualitätsfunktionen);
- POA (Analyse potentieller Probleme);
- RBI (Risikoanalyse, risikobasierte Inspektion);
- FMEA, FMECA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) / RCM (auf die Funktionsfähigkeit bezogene Instandhaltung);
- FTA (Fehlzustandsbaumanalyse);
- Zuverlässigkeitsblockdiagramm (RBD);
- vom Hersteller empfohlene Aufgaben;
- Erfahrung mit ähnlichen Anlagen, Benchmarks;
- regulatorische Anforderungen.

Die Instandhaltungsstrategie kann weitgehend durch eine Matrixdarstellung der Kennzahlen nach Tabelle 3 manifestiert werden. Die Instandhaltungsstrategie gibt an:

- kritische Erfolgsfaktoren der Organisation;
- technologische Merkmale (Einflussfaktoren);
- Anforderungen an Anlagen und das Anlagenmanagement;
- Instandhaltungsziele (Anforderungen);
- Zwischenziele (können durch die Entscheidung nicht erreicht werden, führen aber zu den Zielen);
- Mittel;
- beschreibende Kennzahlen für die Merkmale der Instandhaltung;
- vorhandenes Potential.

Der Prozess der Manifestation besteht darin,

- 1) kritische Erfolgsfaktoren zu bestimmen,
- 2) Anforderungen an das Anlagenmanagement nach Tabelle 3 zu kennzeichnen,
- 3) den Kontext der Instandhaltung anhand der Einflussfaktoren in 4.2.6 zu kennzeichnen und
- 4) letztendlich die Instandhaltungsstrategie mit den genannten Verfahren zu manifestieren.

Die Anforderungen an das Anlagenmanagement bilden die Grundlage für die Ziele, Strategien und Pläne des Anlagenmanagements. Ziele, Strategien und Pläne des Anlagenmanagements bilden darüber hinaus die Grundlage für die Ziele, Strategien und Pläne des Instandhaltungsmanagements. Die Grenzen zwischen diesen drei Ebenen hängen vom Kontext der Organisation ab. In einigen Kontexten kann ein Ziel ein Ziel des Anlagenmanagements sein und im anderen Kontext ein Ziel des Instandhaltungsmanagements. Genauso kann ein Ziel in einem Kontext in dem anderen Kontext ein Mittel sein.

Tabelle 3 — Beispiel für die Aufstellung einer Managementstrategie

Kritischer Erfolgsfaktor (z. B.) Siehe Tabelle 3		Technologische Merkmale (technologische Einflussfaktoren)	Anforderungen an Anlagen	Instandhaltungsziele	Zwischenziele	Mittel	Beschreibende Kennzahlen
Kapital: Geringe Lebenszykluskosten	}	Hoher Integrationsgrad	Geringe langzeitige Ausrüstungskosten	Geringe Ersatzinvestitionen	Kein Instandhaltungsrückstau	Erhöhung der Zuverlässigkeit von Neuinvestitionen, Einsetzen von Instandhaltungsexperten in der Entwurfsphase	Externe Ressourcen bei Stillsetzungen
Kosten: Geringe Produktionskosten		Einfluss der Größenordnung, aufwändiger Prozess, große Anzahl rotierender Maschinen	Geringe Produktionskosten	Instandhaltungskosten < 2,5 %/Wiederbeschaffungswert	MTTR, siehe unten, Stillsetzung, siehe unten, Ersatzteile/PRV < 0,5 %	Verbesserung der voraussagenden Instandhaltung, Anwendung des ABC-Verfahrens	Mittelwert für Ersatzteile/Wiederbeschaffungswert der Produktionsanlage
Effizienz: Menge/PRV		Fehlen von Instandhaltungsfenstern	Auslastungsgrad > 96 %, kurze Stillsetzungen und Gesamtausfallzeit	Gesamtausfallzeit < 240 h	80 % aller Instandhaltungstätigkeiten sollten zustandsbasiert sein	Verbesserung der Verfahren der voraussagenden Instandhaltung	Anteil verschiedener Technologien in der Produktionsanlage
Dienstleistungen: Hohe Zuverlässigkeit von Lieferungen		Versandanforderungen für das JIT-Prinzip, Produktion auf Bestellung	Hohe Zuverlässigkeit von Lieferungen	99 % nach Bestellungen	Erhöhung der Zuverlässigkeit und Verbesserung der voraussagenden Instandhaltung	Nutzung statistischer Methoden für die voraussagende Instandhaltung von kritischen Anlagen	Ausfallrate, Fehlererkennungsrate bei der Zustandsüberwachung
Qualität: Hohe Hygienestufe		Leckage ist aus hygienischer Sicht erheblich	Reinigungsprozess	Keine Fehler aus hygienischen Gründen	Qualitätsverluste durch < 5 Instandhaltungen je Jahr		Nicht durchgeführte Änderungen in der Dokumentation

Chancen, Potentiale

Das System der wesentlichen Leistungskennzahlen manifestiert weitgehend die Instandhaltungsstrategie der Organisation. In Tabelle 3 stellen Beispiele eine typische Hauptgruppe von kritischen Erfolgsfaktoren (im Zusammenhang mit Kapital, Kosten, Effizienz, Dienstleistungen, Qualität und Sicherheit) und Anforderungen an Anlagen dar. Die Ziele sind aus den Anforderungen an Anlagen abzuleiten. Ziele sind in der Regel quantitative Werte, die für ausgewählte Anforderungen ermittelt werden. Zwischenziele (Sekundärziele) bestimmen genauer, wie die Endziele erreicht werden können. Zwischenziele können jedoch in der Regel nicht direkt festgelegt werden, sondern sie müssen auch mit den richtigen Mitteln erreicht werden. Mittel sind Maßnahmen und Tätigkeiten, die direkt durch Entscheidung beeinflusst werden können, z. B. durch Erhöhung des Umfangs der vorbeugenden Instandhaltung. Beschreibende Kennzahlen geben mehr Informationen über die Produktionsumgebung und die Instandhaltung. Sie unterstützen die Festlegung von Zwischenzielen und Mitteln. Die beste Strategie hängt von den Chancen und Potentialen ab, die innerhalb des Anlagenbestands der Organisation vorhanden sind (z. B. inwieweit bisher Möglichkeiten der Zustandsüberwachung genutzt wurden).

Organisationen sollten entscheiden, für welche Art von Anlageneinheiten sie Instandhaltungsstrategien festlegen. Die Zusammensetzung der Anlagen ist oft so vielfältig, dass verschiedene Anlagenstrukturen unterschiedliche Instandhaltungsstrategien erfordern.

4.3 Einfluss der Unsicherheit auf den SAMP und die Instandhaltungsstrategie

4.3.1 Einführung in die Unsicherheit

Die allgemeine Unsicherheit, mit der die Organisation konfrontiert ist, und die Folgen der Unsicherheit haben einen großen Einfluss auf die Lösungen des Anlagenmanagements. Darüber hinaus geben diese einen allgemeinen Rahmen für das Anlagenmanagementsystem vor. Daher ist es wichtig, einen allgemeinen Unsicherheitsrahmen festzulegen. Dieser Rahmen unterscheidet sich vom traditionellen Rahmen des Risikomanagements (z. B. EN 16991) insofern, dass im ersten Fall verschiedene Ereignisse mit der festgelegten Risikostufe nicht ermittelt werden. Eine allgemeine Risikostufe des Geschäftsumfelds (einschließlich Technologie) wird bestimmt, um die möglichen Folgen für die Lösungen der Anlagenstrukturen, des Anlagenmanagements und des Instandhaltungsmanagements nachzuvollziehen. Der Grad der Unsicherheit hat mehrere wichtige Auswirkungen auf anlagenbezogene Lösungen, die Tätigkeiten des Anlagenmanagements und den Inhalt des Anlagenmanagements (siehe 5.3.3).

Der Grad der Unsicherheit beeinflusst die folgenden Punkte, ist aber nicht darauf beschränkt:

- der Bedarf an Flexibilität im Zusammenhang mit anlagenbezogenen Lösungen;
- einen geeigneten Managementansatz (z. B. Lebenszyklusansatz);
- die Länge der Brauchbarkeitsdauer der Anlagen;
- einen Anreiz zur Verlängerung der restlichen Anlagenlebensdauer;
- Investitionskriterien (wirtschaftliche Kriterien und Berechnungsverfahren);
- die Rentabilität von Änderungen;
- Ersatzinvestitionen;
- effiziente Instandhaltungsstrategien (z. B. Verbesserungen, Investitionen in die Zustandsüberwachung, größere Stillsetzungen);
- Entscheidungen über Ersatz oder Instandhaltung;
- Instandhaltungsinvestitionen.

Viele der genannten Einflussfaktoren können die Unsicherheiten im Zusammenhang mit verschiedenen anlagenbezogenen Lösungen und Praktiken des Anlagenmanagements einschließlich der Instandhaltung unter Umständen erhöhen.

Der Schärfegrad der mit diesen Unsicherheiten verbundenen Ergebnisse kann die Risiken innerhalb des Anlagenmanagements erhöhen. Die Ermittlung dieser Unsicherheiten und ihrer Auswirkungen auf das organisatorische, strategische Anlagenmanagement und auf die strategische Instandhaltungsplanung, auf Entscheidungsprozesse und auf die Umsetzung ist wichtig. Es gibt viele Faktoren außerhalb der Kontrolle des Managements, die Unsicherheiten mit wirtschaftlichen Folgen einführen können. Diese Faktoren können z. B. die folgenden sein, sind aber nicht darauf beschränkt:

- Gesetzgebung;
- Sicherheits- und Umweltfragen;
- wirtschaftliche Umstände;
- politische Umstände;
- außergewöhnliche Ereignisse;
- Prozess- und Technologieentwicklung;
- Marktentwicklungen;
- Status der Organisation.

Aus Sicht des Anlagenmanagements hängt die Bedeutung der Unsicherheit von folgenden Faktoren ab:

- Kapitalintensität der Organisation (eine hohe Kapitalintensität erhöht die Bedeutung);
- wirtschaftliche Risikotoleranz in Bezug auf die Investition;
- Flexibilität des Produktionsprozesses;
- andere Ausgleichsverfahren (wie Mittel zur Steigerung der Wettbewerbsposition), insbesondere bei geringer Unsicherheit und schwacher Wettbewerbsposition.

Die Auswirkungen dieser Faktoren auf die Entscheidungsfindung im Anlagenmanagement werden in 5.3.3 behandelt. Dieses Abbildungsverfahren der Unsicherheit wird im gleichen Abschnitt 5.3.3 angewendet, in dem ein Rahmen für einen geeigneten Managementansatz, für Entscheidungskriterien und Ausgleichsmaßnahmen vorgestellt wird.

Um den Anlagenbestand einer Organisation effizient zu verwalten, sollte der in Bild 5 dargestellte Rahmen verwendet werden.

- Die vorhandenen Anlagenstrukturen sind innerhalb des Anlagenbestands aufzulisten.
- Geplante Beschaffungen und andere Tätigkeiten im Zusammenhang mit Anlagen sind aufzulisten.
- Diese Auflistungen sind in den Rahmen der Unsicherheitsbetrachtungen einzuordnen.
- Ihre Bedeutung für das betreffende Unternehmen ist aufzuzeigen.
- Es sind Rückschlüsse über die Auswirkungen der Einordnungspositionen zu ziehen.
- Gegebenenfalls ist die Strategie des Anlagenmanagements zu aktualisieren und anzupassen.

4.3.2 Rahmen für die Unsicherheitsbetrachtung

Die Ermittlung der Unsicherheit auf der Grundlage von Markt und Technologie ist die grundlegende Aufgabe des Managements der Organisationen in der Beschaffungsphase, insbesondere bei Greenfield-Investitionen. Sie spielt jedoch auch bei Brownfield-Investitionen eine maßgebliche Rolle.

In diesem Abschnitt liegt der Schwerpunkt auf den drei Unsicherheitskategorien:

- Markt;
- Technologie;
- Wettbewerbsposition.

Es besteht die Tendenz, dass der stabile Markt mit einer stabilen Technologie und der turbulente Markt mit einer turbulenten Technologie verbunden sind.

Die Turbulenzen des Markts sind ein Funktion von z. B.

- Barrieren beim Markteintritt,
- Änderung der Verbrauchervorlieben, Lebenszyklusphase des Produkts,
- Preisgestaltung der Ersatzprodukte,
- Nachfrageschwankungen,
- Änderungen der Aktivitäten der Investoren,
- Veränderungen im Marktbereich und
- Veränderungen in der industriellen Tätigkeit.

Die Turbulenz der Technologie ist z. B. die Funktion von

- Innovationssystemen der Länder (z. B. die Finanzierung),
- Anzahl der Innovationen,
- wirtschaftliche Barrieren beim Markteintritt,
- technologische Barrieren beim Markteintritt,
- Wissenslücken,
- wirtschaftliche Trägheit (z. B. Kapitalintensität) und
- effiziente Mindestgröße oder effiziente Mindestgröße der Erweiterungsinvestitionen.

Das Marktumfeld und das technologische Umfeld beeinflussen gemeinsam die Grundsätze des effizienten Anlagen- und Instandhaltungsmanagements. Bei einem stabilen Markt und einer stabilen Technologie liegt der Schwerpunkt beispielsweise auf einer langfristigen Kosteneffizienz, einer Erhöhung der Brauchbarkeitsdauer der Anlagen und dem Lebensdauermanagement. Im umgekehrten Fall ist der Schwerpunkt das Risikomanagement, eine kurzfristige Kosteneffizienz, nicht anlagenbezogene Lösungen und Leasing-Optionen. In letzterem Fall ist es auch notwendig, eine Analyse des Szenarios durchzuführen und einen

Bedarf für Verlängerungen der Lebensdauer zu ermitteln. Eine kurzfristige Kosteneffizienz und ein Risikomanagement sind jedoch unerlässlich.

Außerdem kann auch die Wettbewerbsposition mit Unsicherheiten verbunden sein. Die Wettbewerbsposition zusammen mit der gesamten Turbulenz oder Stabilität (Markt und Technologie) bestimmen viele Praktiken und Ansätze, die von der betreffenden Organisation angewendet werden. Je schwächer die Wettbewerbsposition und je höher die Unsicherheit aufgrund von Markt und Technologie, desto höher ist die Gesamtunsicherheit. Daraus ergeben sich eindeutige Auswirkungen auf die Praktiken des Anlagen- und Instandhaltungsmanagements sowie die Entscheidungskriterien.

4.3.3 Flexibilität

Die Flexibilität gibt an, ob eine Organisation fähig ist, sich an die Veränderungen des Markts anzupassen. Die Flexibilität der Anlagenstruktur gleicht den Einfluss der Unsicherheit aus oder verstärkt ihn. Die Flexibilität des Produktionssystems kann z. B. bestehen in

- einer Flexibilität des Produktionsvolumens nach oben,
- einer Flexibilität des Produktionsvolumens nach unten,
- einer Produktflexibilität,
- einer Vielfalt der Flexibilität und
- einer techno-ökonomische Flexibilität.

Eine hohe Flexibilität gleicht markt-, technologie- und wettbewerbsbezogene Unsicherheiten aus. Im Gegensatz dazu kann eine geringe Flexibilität den Einfluss der Unsicherheit verstärken, weil im Fall eines ungünstigen Ergebnisses in der Zukunft ein großer Bedarf an Verbesserung, Änderung oder Modernisierung der Produktionsanlagen besteht.

Die Flexibilität des Produktionssystems, wie die Flexibilität des Produktionsvolumens, der Produkte und der Rohstoffe, kann die Folgeverluste ausgleichen. In diesem Kontext sind die beiden ersten Arten der Flexibilität entscheidend. Die effiziente Mindestgröße bestimmt maßgeblich die Flexibilität des Produktionsvolumens der Fertigungseinheit. Je kleiner die effiziente Mindestgröße ist, desto größer ist die Flexibilität. Auch die Frage des Weiterverkaufs der Produktionsanlagen ist wichtig. In diesem Zusammenhang gilt, je einfacher und rentabler der Weiterverkauf ist, desto flexibler ist die Fertigungseinheit.

Die verwendete Technologie kann vielseitig einsetzbar sein, z.B. in dem Sinne, dass Änderungen im Produktmix technisch einfach und kostengünstig durchführbar sind. Die verwendete Technologie kann auch die Herstellung einer großen Vielfalt von Produkten ermöglichen. Diese beiden Quellen der Flexibilität verringern die Auswirkungen der Unsicherheit, mit denen die Organisation konfrontiert ist.

Organisationen sollten die Flexibilität ihrer Produktionsanlagen und die Unsicherheit in Bezug auf ihr Geschäftsumfeld definieren, um ein ganzheitliches Bild der Umstände zu erhalten, mit denen sie konfrontiert sind. Die Instandhaltungspraktiken können eine wichtige Rolle spielen, um die Flexibilität des Produktionssystems voll auszuschöpfen. Diese Schlussfolgerung gilt insbesondere für die Flexibilität des Produktionsvolumens. Die Flexibilität ist ein Maß für die Stärke der Auswirkungen im Zusammenhang mit der Unsicherheit. Die betreffende Organisation kann zwei Hauptstrategien abstimmen: 1) die Folgen abmildern, z. B. durch Verringerung des wirtschaftlichen Beitrags zu den Produktionsanlagen (Einsparung von Geld, indem z. B. nicht investiert, sondern erhalten wird), oder 2) die Entbehrlichkeit durch echte Alternativen und durch Herabsetzung der Besonderheit der Anlage und durch Investitionen in die Technologieführerschaft steigern. Die Flexibilität ist mit den folgenden Punkten verbunden, aber nicht darauf beschränkt:

- Erhöhung oder Verringerung der Auswirkung der Unsicherheit;
- Notwendigkeit der Erhöhung der Flexibilität im Zusammenhang mit vorhandenen Anlagen;

- Länge der Brauchbarkeitsdauer der Anlagen;
- Investitionsbereitschaft (z. B. Ersatz oder Erweiterung oder Änderungen);
- Investitionskriterien (wirtschaftliche Kriterien und Berechnungsverfahren);
- effiziente Instandhaltungsstrategien (z. B. Verbesserungen, Investitionen in die Zustandsüberwachung, größere Stillsetzungen);
- Entscheidungen über Ersatz oder Instandhaltung;
- Instandhaltungsinvestitionen;
- Entscheidungen über Ausgliederungen (Instandhaltung).

4.3.4 Ganzheitlicher Rahmen, der die Unsicherheit und die Flexibilität kombiniert

Durch die Zusammenlegung der genannten Rahmenbedingungen ist es möglich, eine grafische Darstellung zu konzipieren, die den Grad der Unsicherheit und den Grad der Flexibilität miteinander kombiniert. Dieser Rahmen wird später in dieser Norm angewendet, um einen geeigneten Ansatz für das Anlagenmanagement zu bestimmen. Er unterstützt das Management der Organisation bei der Erfassung der wesentlichen Merkmale der verschiedenen Geschäftsumfelder und technologischen Umfelder und von deren Einfluss auf anlagenbezogene Lösungen und das Anlagenmanagement.

Dieser Rahmen unterscheidet sich vom traditionellen Rahmen des Risikomanagements insofern, dass im ersten Fall verschiedene Ereignisse mit der festgelegten Risikostufe nicht ermittelt werden. Die Unsicherheit ist mit der Unvorhersehbarkeit der Zukunft und der Dynamik des Geschäftsumfelds und des technologischen Umfelds verbunden. Dieser Ansatz kann zur Beurteilung von Fertigungslinien, Fertigungseinheiten, Produktionsanlagen usw. verwendet werden. Der Ansatz wurde in Bild 5 veranschaulicht, wo die beiden Extremfälle der Unsicherheit in Abhängigkeit von der Technologie, vom Markt und von der Wettbewerbsfähigkeit dargestellt wurden. Diese beiden Extremfälle wurden zudem weiter mit der Betrachtung der Flexibilität kombiniert. Im Fall einer hohen Unsicherheit und einer geringen Flexibilität würde der Schwerpunkt der Organisation auf dem Risikomanagement liegen und im entgegengesetzten Fall auf einer langfristigen Kosteneffizienz.

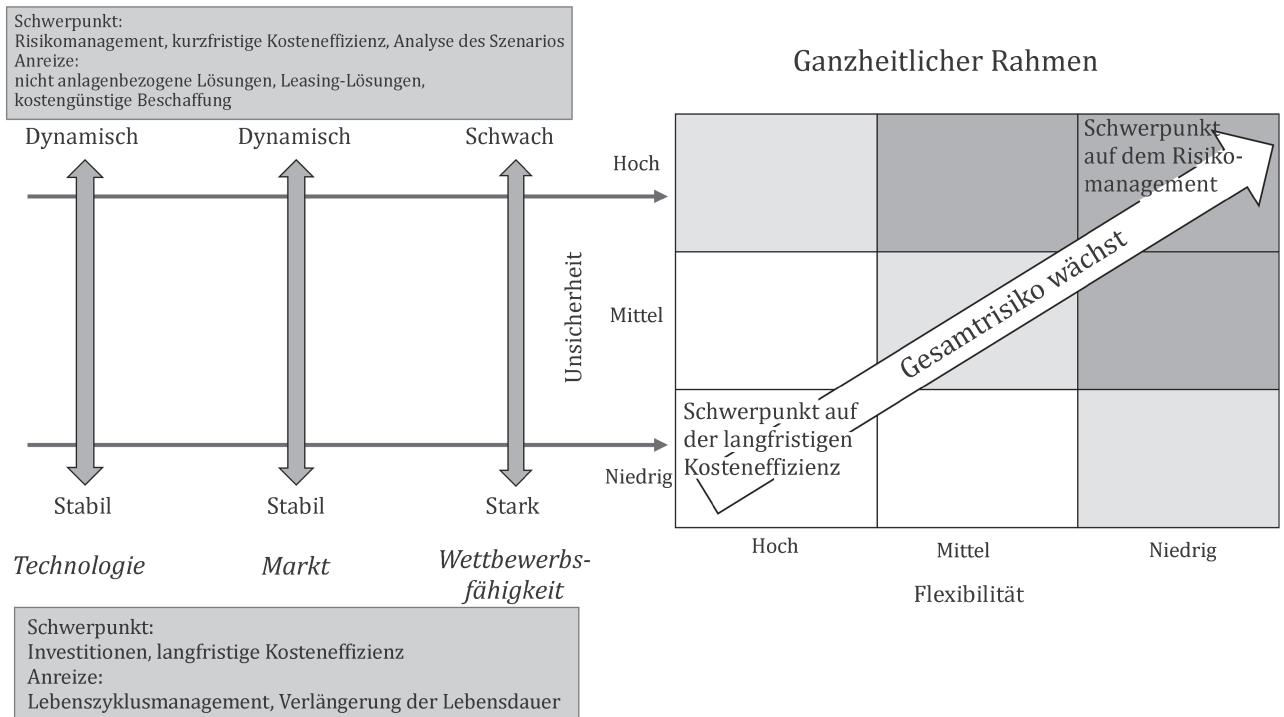


Bild 5 — Rahmen für Unsicherheitsbetrachtungen

5 Nachhaltiges Management des Lebenszyklus

5.1 Einleitung

In Abschnitt 4 wurde der organisatorische Planungsprozess aus Sicht des Anlagenmanagements behandelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Spezifikation des organisatorischen Kontexts einer Organisation. Dieser basiert auf der Kennzeichnung kritischer Erfolgsfaktoren und von Anforderungen an die Anlagen sowie an das Anlagenmanagement und den damit verbundenen Instandhaltungstätigkeiten.

In Abschnitt 5 liegt der Schwerpunkt auf dem Management des Lebenszyklus der Anlagenstrukturen. Der Text basiert auf den funktionalen Anforderungen, die an die Anlagen und die anlagenbezogenen Lösungen im Rahmen der Beschaffungsphase der Anlagen gestellt werden. Darüber hinaus konzentriert er sich auf die Aktualisierung der Funktionsspezifikationen. Der Ansatz des Anlagenmanagements in allen Lebenszyklusphasen der kritischsten Anlagen (von der Beschaffung bis zur Entsorgung) hat einen entscheidenden Einfluss auf die Instandhaltung und andere Funktionen innerhalb der Organisation. ISO 55000 deckt den Umfang, den Einfluss und den Ansatz zur Erlangung des Werts (Wertschöpfung) aus den Anlagen über die gesamte Brauchbarkeitsdauer der Anlagen ab. Darüber hinaus haben die richtigen Entscheidungen hinsichtlich der anlagenbezogenen Lösungen in den frühen Phasen (Entwurf, vorgesehene Zuverlässigkeit usw.) einen großen Einfluss auf die elementare Instandhaltung und die Produktionsfähigkeit der Organisation sowie auf spätere Änderungen, Verbesserungen und Ersatz, die OEE, die Gesamtkosten des Lebenszyklus und die Brauchbarkeitsdauer. Abschnitt 5 empfiehlt einen methodischen Rahmen für die Bestimmung eines Managementansatzes und von Entscheidungskriterien in der Beschaffungsphase der Anlagen und darüber hinaus für das Lebenszyklusmanagement während der Nutzungs- und der Entsorgungsphase. Einige Tabellen, Bilder und Vorgehensweisen in diesem Abschnitt zeigen Beispiele, die in der für die betreffende Organisation geeigneten Form angewendet werden können.

5.2 Lebenszyklusphasen der Anlage

Eine Anlage ist ein Objekt, das für eine Organisation einen potentiellen oder tatsächlichen Wert besitzt. Das Anlagenmanagement ist die Abstimmung der Tätigkeiten einer Organisation, um die Wertschöpfung aus diesen Anlagen zu realisieren. Die Wertschöpfung besteht in der Ausgewogenheit von Kosten, Risiken, Chancen und Vorteilen. Im Kontext des Lebenszyklus besteht das Anlagenmanagement im optimalen Management des Lebenszyklus von Anlagen, um die angegebenen Geschäftsziele nachhaltig zu erreichen. Bei der Verwaltung ihrer Anlagen sollte die Organisation alle Lebenszyklusphasen berücksichtigen.

Die Beschaffungsphase von 1 bis 6:

- 1) die Anforderungen an und Machbarkeitsbewertungen für die Anlagen. Bestimmung der kritischen Erfolgsfaktoren;
- 2) Konzepterstellung, einschließlich der Anforderungen an die Anlagen und Chancen aus den Anlagen;
- 3) Festlegung der anlagenbezogenen Lösungen;
- 4) technische Spezifikation und Entwurf der Anlagen, einschließlich der Anforderungen an die Anlagen und die Instandhaltung;
- 5) Bau oder Beschaffung der Anlagen;
- 6) Installation und Inbetriebnahme.

Nutzungsphase von 7 bis 9 (diese Phase wird von EN 16646 modifiziert, um Auslöser für verschiedene Arten von Maßnahmen anzuzeigen):

- 7) Nutzung der Anlagen;
- 8) Instandhaltung von Anlagen;
- 9) Ersatz einschließlich Überholung, Verbesserungen, Änderungen, Modernisierungen.

Entsorgungsphase 10:

- 10) Außerbetriebnahme, Stilllegung, Wiederverwertung und/oder Entsorgung von Anlagen.

Die genauen Strukturen der Lebenszyklusphasen können auf den drei Ebenen der Anlagen, und zwar Anlagenbestand, Anlagenstruktur und Anlagenobjekt, unterschiedlich sein. Außerdem können verschiedene Arten von technologischen Umfeldern eine unterschiedliche Struktur der Phasen erfordern. So können beispielsweise bei Anlagenobjekten (Standardmaschinen) die Phasen 2), 4) und 5) oft durch die Beschaffung eines Anlagenobjekts ersetzt werden (siehe auch EN 16646:2014 und ISO 55002:2018).

Die gesamte potentielle Wertschöpfung aus den Anlagen erfordert die Festlegung der Praktiken des Anlagenmanagements in allen Phasen des Lebenszyklus. Die optimale anlagenbezogene Lösung ist das Ergebnis der Wechselwirkung zwischen technischen und wirtschaftlichen Faktoren, die durch die in Abschnitt 4, Anhang B und Anhang C aufgeführten Einflussfaktoren beeinflusst werden. Die Bestimmung der Praktiken des Lebenszyklus kann durch eine Reihe geeigneter Verfahren unterstützt werden. Die Verfahren unterscheiden sich je nach Lebenszyklusphase und Hierarchieebene der Anlage. Die Nachhaltigkeit von Anlagen ist ein Kompromiss zwischen den Merkmalen der Anlage wie Haltbarkeit, Ausfallrate oder Brauchbarkeitsdauer von Anlagen.

5.3 Auslöser, Tätigkeiten im Lebenszyklus, Kalkulationsverfahren für die Lebenszykluskosten und Entscheidungskriterien

5.3.1 Auslöser und Tätigkeiten im Lebenszyklus

Innerhalb verschiedener Lebenszyklusphasen kann es beispielsweise auf der Ebene der Anlagenstruktur mehrere Arten von Geschäftsszenarios geben:

- Erwerb einer neuen Anlagenstruktur, wie eine Fertigungslinie, eine Fertigungseinheit oder eine Produktionsanlage;
- Ersatz und Überholung der alten Fertigungslinie, Fertigungseinheit oder Produktionsanlage;
- Modernisierung der alten Fertigungslinie, der Fertigungseinheit oder einer Produktionsanlage;
- Durchführung von Änderungen.

Aus Sicht der Integrität der Anlagenstruktur und im Zusammenhang mit Instandhaltungstätigkeiten kann Folgendes eintreten:

- Ersatzinvestitionen und/oder Investitionen für die Aufarbeitung;
- Verbesserungen (Verbesserung der Zuverlässigkeit und/oder der Instandhaltbarkeit).

Ersatz bedeutet in diesem Zusammenhang Investitionen und nicht Ersatzteile, die meistens in den Instandhaltungskosten enthalten sind. Ersatz und Verbesserungen (Maßnahmen zur Verbesserung der immanenten Zuverlässigkeit und/oder Instandhaltbarkeit und/oder Sicherheit einer Anlage, ohne die ursprüngliche Funktion zu verändern) gehören zu den Instandhaltungstätigkeiten und werden daher unter dem Begriff „Instandhaltungsinvestitionen“ zusammengefasst. Änderungen (Maßnahmen, die dazu vorgesehen sind, eine oder mehrere Funktionen einer Anlage zu verändern) sind keine Instandhaltungsmaßnahmen und die Änderungen dürfen die Zuverlässigkeitsmerkmale beeinflussen. In die Umsetzung von Änderungen kann auch die Instandhaltungsabteilung einbezogen werden.

Um effiziente Investitionspraktiken zu erreichen, sollten Organisationen

- eindeutige Kriterien und Umsetzungspläne für Ersatz- und andere Investitionsentscheidungen festlegen und
- Vorgehensweisen und Verfahren zur Entscheidungsfindung definieren.

Organisationen sollten berücksichtigen:

- kritische Erfolgsfaktoren, die dem Kontext der Organisation auf wirksame Weise entsprechen;
- Vorgehensweisen zur Betrachtung von Unsicherheiten im Zusammenhang mit Ersatzinvestitionen und anderen Investitionen;
- die erwartete Brauchbarkeitsdauer der Anlagen.

Auslöser für die Entscheidungen über Ersatz, Änderungen und Verbesserungen werden in 5.7 angegeben.

Auslöser in der Nutzungsphase: Zur Begründung für diese Investitionen gehören eine bessere Kosteneffizienz, eine bessere Leistungsfähigkeit, Sicherheits- und Umweltbelange. Zu den Mitteln für das Erreichen dieser Hauptziele gehören (sind aber nicht beschränkt auf):

- technische Leistungsfähigkeit;
- Betriebskosten und Kosten durch Nichtverfügbarkeit;
- Kosten für Instandhaltung und/oder die Zuverlässigkeit;
- Sicherheit und Nachhaltigkeit unter dem Gesichtspunkt der Umweltgefährdung;
- Vermeidung von Obsoleszenz;
- Einhaltung von z. B. gesetzlichen Anforderungen;
- Wettbewerbsfähigkeit durch die Erfüllung kritischer Erfolgsfaktoren auf der höheren Ebene;
- Erhöhung der restlichen Brauchbarkeitsdauer der Anlagen;
- Erhöhung des Marktwerts der Anlagen (während der Entsorgung).

Im Allgemeinen werden bei der Aufstellung des Finanzplans mehrere Investitionen beschlossen und oft zeitgleich durchgeführt, da die verfügbaren finanziellen Ressourcen begrenzt sind. Daher suchen Organisationen nach dem effektivsten Bestand, anstatt über jede Investition einzeln zu entscheiden. Wie in der Norm ISO 15663 dargestellt, sollten Organisationen die mit jeder Klasse der Kosten und Erlöse verbundene Unsicherheit einzeln betrachten und nicht nur Plus- und Minus-Szenarien für das Endergebnis der Analysen darstellen. Um die Vorteile der Analysen und verfügbaren Daten voll auszuschöpfen, sollte die Organisation ein Simulationsmodell (z. B. Monte-Carlo-Simulation) anwenden. Die effektive Kombination von Nutzen, Kosten und Risiken hängt von der Risikoscheu des Entscheidungsträgers, der Risikotoleranz der Organisation und den in der Organisationsplanung angewendeten Risikomaßen ab. Die Organisation sollte Leitlinien, Praktiken und Maßnahmen definieren, um Risiken effektiv zu begegnen, wenn sie Investitionen plant und Entscheidungen trifft. Für die notwendige Einleitung von Ersatz, Verbesserungen, Änderungen oder Modernisierungen gibt es mehrere Auslöser (siehe Bild 6).

Aufgrund der unterschiedlichen Brauchbarkeitsdauern von Anlagenobjekten sollten Ersatzpläne erstellt werden, um sicherzustellen, dass die gesamte Anlagenstruktur über die gesamte geplante Brauchbarkeitsdauer den ermittelten Anforderungen entspricht. Dies führt zur Notwendigkeit von Ersatzplänen (11). Obwohl sich die Anforderungen an die Anlagen nicht geändert haben, kann es die Notwendigkeit für Verbesserungen und Änderungen geben, da die Anfangsniveaus der Anforderungen nicht erreicht wurden (vorgesehene Funktionalitäten nicht erfüllt) (12) und dies erfordert Ausgleichsmaßnahmen (14). Fortschritte bei den verfügbaren Technologien (13) können ein Auslöser für Verbesserungen, Änderungen und Standardisierung (14) und Modernisierungen (15) sein. Wenn sich das technologische Umfeld und das Geschäftsumfeld ändern (16) oder die bestehende Geschäftssituation ungenutzte Chancen aufzeigt, kann die Verlängerung der Brauchbarkeitsdauer der Anlage die am meisten kosten- oder gewinnorientierte Strategie sein.

Im Falle von Veränderungen des Markts, der Technologie, der Gesellschaft, der Organisation oder anderen Veränderungen (17) können neue Ziele, Strategien, Kompetenzen und Pläne erforderlich werden. Dann können die Notwendigkeiten für eine Verbesserung, Änderung, Modernisierung oder einen Ersatz (18) unter Umständen zu einer Neuentwicklung der Anlagen und/oder zu einer Änderung der kritischen Erfolgsfaktoren führen und die Anforderungen müssen neu überdacht werden (19). Vor der letzten Lebenszyklusphase der Anlage, der Entsorgungsphase (10), kann eine Stilllegung, Wiederverwendung oder teilweise Wiederverwendung der Anlage (Anlagenstruktur, Ersatzteile) erfolgen. Die Standardisierung der Anlage kann ein proaktiver Ansatz sein, um Probleme bei der grundlegenden Instandhaltung zu vermeiden,

Lücken zwischen Zielen und tatsächlichen Leistungen zu schließen und einen Ersatz zu erleichtern und Maßnahmen zu unterstützen, die unter Umständen durch andere Auslöser entstehen können.

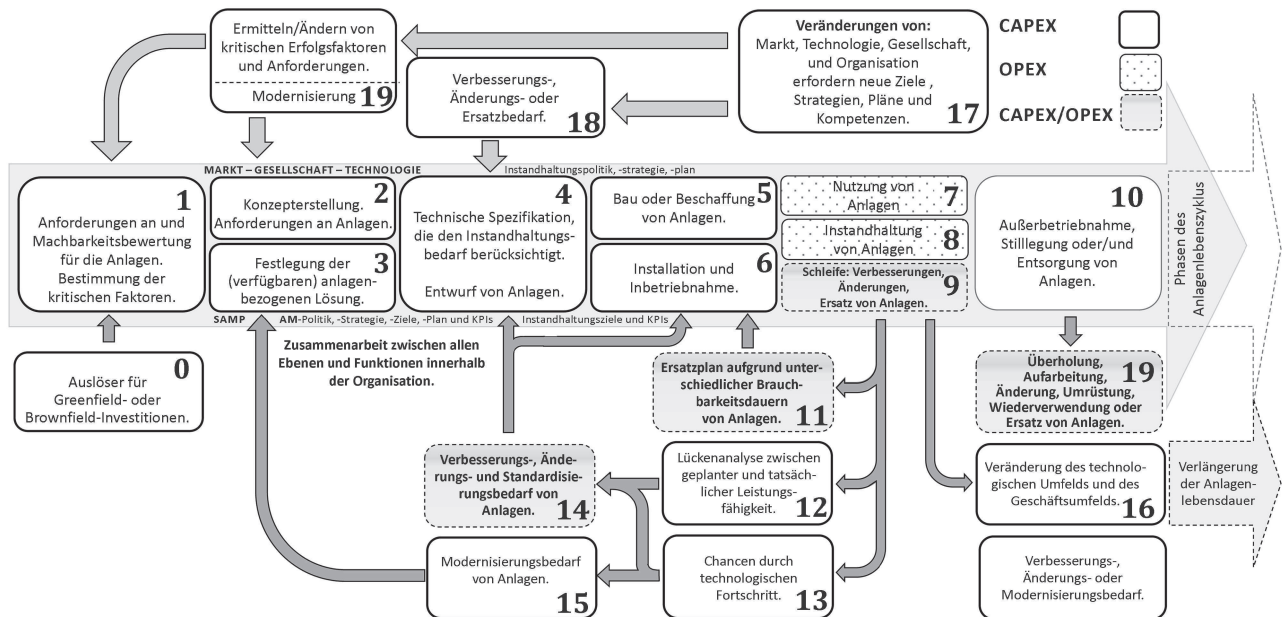


Bild 6 — Unterschiedliche Maßnahmen im Ablauf des Lebenszyklus

Die Wahl des besten Investitionspakets (Bestand) erfordert, dass Organisationen die Kernprinzipien der Entwicklung des Anlagenmanagements und der Teamarbeit beim Anlagenmanagement befolgen. Deshalb ist es wichtig,

- die Verknüpfungen zwischen dem Geschäft, dem Anlagenmanagement und den Instandhaltungstätigkeiten herzustellen und zu systematisieren,
- das Abteilungsdenken (einschließlich Vertragsabschluss) zu verhindern und die Zusammenarbeit zwischen allen Funktionen innerhalb der Organisationen zu fördern,
- Transparenz bei der Entscheidungsfindung in Organisationen zu schaffen,
- die Berücksichtigung von Unsicherheiten (einschließlich Risikomanagement) zu fördern,
- das Informationsmanagement zu verbessern und
- den Schwerpunkt auf die Nachhaltigkeit zu legen.

5.3.2 Kalkulationsverfahren für die Lebenszykluskosten

Ein wesentliches Element des Lebenszyklusmanagements sind die Lebenszykluskosten (und/oder der Gewinn). Wenn der Lebenszyklusansatz eine geeignete Managementpraxis ist, sollten Organisationen die Werte verschiedener Kostenkategorien für Greenfield-, Brownfield- und Ersatzinvestitionen sowie für Modernisierungen als auch für Verbesserungen und Änderungen abschätzen. Die Lebenszykluskosten werden in den Normen ISO 15663-2 und EN 60300-3-3 umfassend behandelt und daher hier nicht wiederholt. Der Lebenszyklusansatz könnte auch für die bestehenden Anlagenstrukturen angewendet werden, z. B. wenn die Daten für Investitionsaufwendungen (CAPEX) und für historische Betriebskosten (OPEX) vorliegen. Die wesentlichen Kostenelemente für die Lebenszykluskosten werden in dieser Norm wie folgt klassifiziert:

- direkte Investitionsaufwendungen;
- indirekte Investitionsaufwendungen;
- Kosten für den operativen Betrieb;
- Ertragswirkung des Betriebs;
- Betriebskosten für die Instandhaltung;
- Ertragswirkung der Betriebskosten für die Instandhaltung;
- Modernisierung (als direkte Investitionsaufwendungen und indirekte Investitionsaufwendungen);
- Stilllegung.

Nach der Norm ISO 15663-2 sollten Organisationen auch die mit jeder Kostenkategorie verbundenen Unsicherheiten durch Expertenbewertungen ermitteln. Um das Kostenverhalten besser zu verstehen, können Monte-Carlo-Simulationen mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen angewendet werden, die durch geschätzte Mittelwerte und deren Abweichungen definiert werden. Die Organisationen sollten auch die Istwerte jeder Kostenkategorie überwachen, um die Herausforderungen zu erfassen, mit denen sie konfrontiert sind.

Die Abweichungen spiegeln Unsicherheiten im Zusammenhang mit den Kostenkategorien wider und die simulierten Werte zeigen die Folgen dieser Unsicherheiten auf. Istwerte sagen dem Management der Organisation, inwieweit die Pläne und Ziele der Organisation erreicht wurden und ob das Management notwendige Korrekturen definieren muss. Organisationen sollten den Einteilungsgrad der Kosten in Kategorien und die Hierarchieebene der Anlage festlegen, auf der dieses Kalkulationsverfahren angewendet wird.

Im Vergleich zu herkömmlichen Ansätzen mit den $\pm$ -Abweichungen der Gesamtinvestitionskosten fördert das beschriebene Verfahren die Transparenz und die Unsicherheitsbetrachtung und erhöht das Verständnis für externe und interne Kostenkategorien und deren relative Auswirkungen auf die gesamte Einheit. In Tabelle 8 ist die Klasse der tatsächlichen Lebenszykluskosten, d. h. der Kosten im Zusammenhang mit der Integrität der Anlagen, dargestellt. Die Tendenz dieser Kosten gibt die Entwicklung des gesamten Status der Anlagen wieder.

Der größte Anteil der Kosten während der Nutzungsphase der Anlagen wird während der Entwurfsphase ermittelt. Eine direkte Schlussfolgerung ist, dass in dem Fall, wenn die langfristige Kosteneffizienz wichtig ist, Investitionen in eine geeignete anlagenbezogene Lösung und einen Entwurf in Bezug auf die Zuverlässigkeit und Instandhaltbarkeit rentabel sind. Höhere Investitionskosten können die Gesamtkosten des Lebenszyklus senken. In Fällen, in denen die erwartete Brauchbarkeitsdauer des Anlagenbestands oder

der Anlagenstruktur kurz ist, können niedrige Kosten für Ersatzinvestitionen in Anlagen die beste Option sein. Darüber hinaus kann auch eine nicht anlagenbezogene Lösung wie eine Leasing-Option attraktiv sein.

Die Abschätzung der Lebenszykluskosten sollte ein Produkt der Teamarbeit innerhalb der Organisation sein und fördert daher die Ziele dieser Norm, denn

- sie trägt dazu bei, eine systematische Verbindung zwischen Geschäft, Anlagenmanagement und Instandhaltungstätigkeiten herzustellen,
- sie verhindert das Abteilungsdenken und fördert die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Organisationsfunktionen,
- sie schafft Transparenz bei der Entscheidungsfindung in Organisationen,
- sie fördert die Berücksichtigung von Unsicherheiten,
- sie schafft die Möglichkeit für eine Simulation als Standardhilfsmittel und
- sie verbessert das Informationsmanagement.

5.3.3 Geeignete Entscheidungskriterien und Berechnungsverfahren (Zwei-Phasen-Ansatz)

Der erste Schritt besteht in der Bestimmung geeigneter Verfahren zur Bewertung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit im Rahmen des Anlagenmanagements. Es ist nicht offenkundig, dass eine Organisation den Lebenszyklusansatz mit allen Geschäftsszenarios anwenden sollte. Ein geeignetes Verfahren hängt vom organisatorischen Kontext ab. Die entsprechende Lösung für das Anlagenmanagement darf auch durch technologische Lösungen bestimmt werden. Diese Schlussfolgerung wird z. B. bei der Bereitstellung von Leistungen wie Straßen, Stromnetzen oder Eisenbahnen deutlich. Diese Aufgabe ist auf der Ebene des Anlagenbestands und der Anlagenstrukturen völlig angemessen.

Die wahlfreien Verfahren zur Beurteilung der Rentabilität von Greenfield-Investitionen, Änderungen, Verbesserungen und Ersatz umfassen die folgenden, sind aber nicht darauf beschränkt:

- IRR (interner Zinssatz);
- NPV (Kapitalwert);
- Amortisationszeit;
- äquivalente Jahreskosten (NPV/Annuitätenfaktor);
- Rendite;
- Lebenszykluskosten/-gewinne;
- Lebenszyklusüberschuss (erwartete Brauchbarkeitsdauer geteilt durch die Amortisationszeit);
- Kosten-Nutzen-Analysen (wird in Anhang G erläutert).

Hier wird ein in 4.3 beschriebenes Modell angewendet. In der ersten Phase wird der Grad der Unsicherheit im Markt ermittelt. Die zweite Phase besteht in der Bestimmung der technologiebedingten Unsicherheit. Schließlich ist die dritte Phase die Definition der Wettbewerbsposition der Organisation. Dabei kann eine grafische Darstellung nach Bild 5 verwendet werden. Dieses Modell gilt für Greenfield- und Brownfield-Investitionen, Änderungen, Verbesserungen oder den Ersatz von z. B. Anlagenstrukturen und großen Anlagenobjekten. Bild 7 unterscheidet sich von Bild 5 insoweit, dass Bild 5 ein Streben nach bestimmten

strategischen Managementansätzen erklärt, und Bild 7 zeigt Anreize für bestimmte Entscheidungskriterien für die Investition.

Bild 7 veranschaulicht den Fakt, dass je höher die Unsicherheit hinsichtlich des Markts und der Technologie ist, desto geringer der Anreiz ist, ein Lebenszyklusmodell zu nutzen. Je niedriger die aktuelle und/oder erwartete Wettbewerbsposition ist, desto geringer ist der Anreiz, den Lebenszyklusansatz anzuwenden. Begründet wird diese Argumentation damit, dass ein dynamisches Geschäftsumfeld und eine schwache Wettbewerbsposition eine kurze Lebensdauer der Anlage bedeuten können. Dieses Geschäftsumfeld begünstigt auch nicht anlagenbezogene Lösungen und Leasing-Optionen. Einige der Berechnungsverfahren für Investitionen wie Kapitalwert und EAC (äquivalente Jahreskosten) erfordern eine geschätzte Brauchbarkeitsdauer für die Investition. Nach dem dargestellten Modell gilt, je schwächer die Wettbewerbsfähigkeit und die Marktprognose sind, desto kürzer sollte die Schätzung der berechneten restlichen Lebensdauer sein. Die erwartete Brauchbarkeitsdauer der Anlagenstrukturen hat einen starken Einfluss auf die gewählte Instandhaltungsstrategie.

Im Fall von Greenfield- und Brownfield-Investitionen oder Ersatzinvestitionen der gesamten Anlagenstruktur können die wirtschaftlichen Investitionskriterien anhand der genannten Rahmenbedingungen festgelegt werden. Für den Fall, dass ein geringer Anreiz zur Anwendung des Lebenszyklusansatzes besteht und der Schwerpunkt auf dem Risikomanagement liegt, ist das geeignete Kriterium die Amortisationszeit oder der interne Zinssatz (IRR). Im umgekehrten Fall sind die geeigneten Kriterien die Lebenszykluskosten, der Lebenszyklusgewinn und/oder der Kapitalwert (NPV). Organisationen sollten sorgfältig analysieren, wann der Lebenszyklusansatz der effektivste Managementansatz ist, um eine nachhaltige Leistung aus umweltbezogener, gesellschaftlicher und finanzieller Sicht zu erzielen.

Die folgenden Rahmenbedingungen können vorzugsweise auf die Ebene der Anlagenstruktur, aber auch auf die Ebene der Anlagenobjekte angewendet werden. Die Modellierung des Lebenszyklus für die Ebene der Anlagenobjekte kann detaillierter erfolgen als auf der Ebene der Anlagenstruktur. Organisationen sollten Anlagenobjekte als die Elemente der größeren Anlagenstruktur, wie beispielsweise einen Produktionsprozess oder eine Funktion, modellieren. Für Anlagenobjekte können die gleichen Rahmenbedingungen angewendet werden wie auf der Ebene der Anlagenstruktur. Es gibt einige spezifische Werkzeuge für die Ebene der Anlagenobjekte, die jedoch in dieser Norm nicht angegeben werden. Für die Anwendung auf der Ebene der Anlagenobjekte gibt es weitere Normen.

Für die Betrachtung der Fähigkeit der Anpassung der Organisation an ein neues Geschäftsumfeld sollten Organisationen die Auswirkungen der Flexibilität des Produktionsprozesses auf die Unsicherheit berücksichtigen. Eine hohe Flexibilität gleicht eine hohe Unsicherheit aus und eine geringe Flexibilität wirkt sich verstärkend auf die Unsicherheit aus. Der Einfluss der Flexibilität ist nicht offenkundig. Organisationen sollten die Gesamtunsicherheit und das Gesamtrisiko des Geschäftsumfelds und des technologischen Umfelds, denen sie ausgesetzt sind, sorgfältig analysieren. In Bild 7 sind nur die Extremfälle dargestellt. So ist beispielsweise bei geringer Unsicherheit und Flexibilität die endgültige Prognose nicht eindeutig.

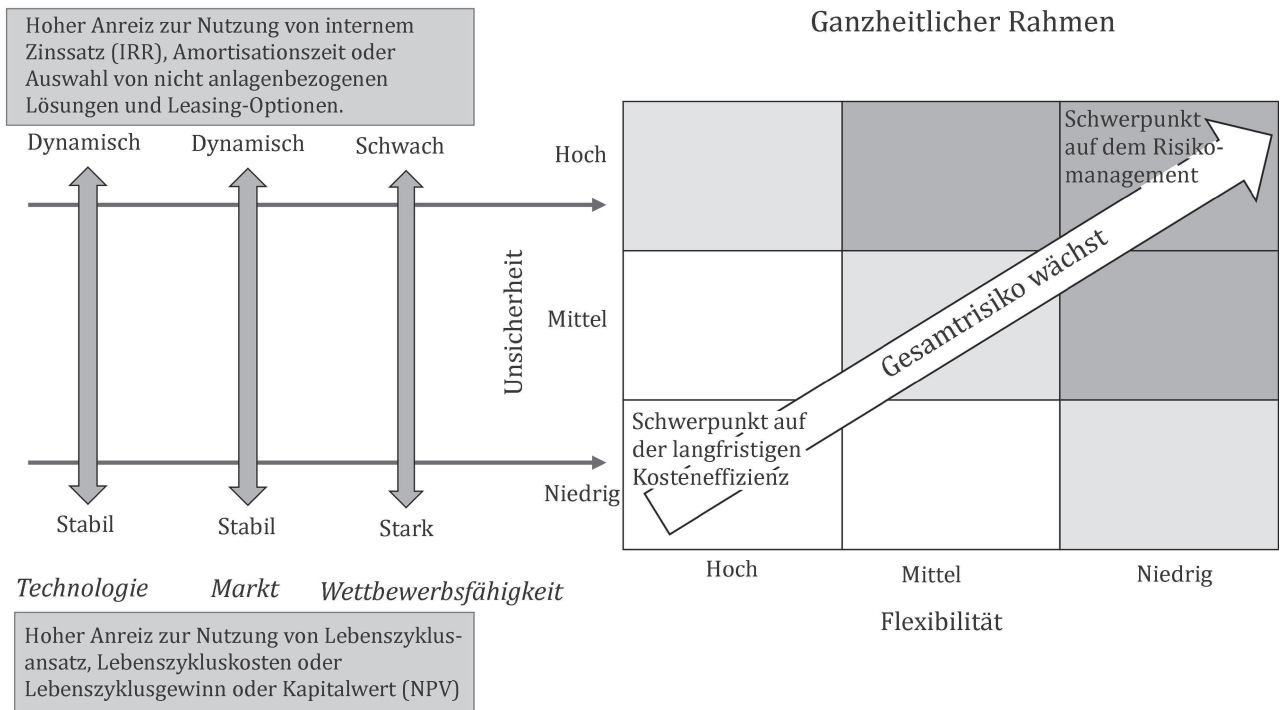


Bild 7 — Bestimmung des geeigneten Managementansatzes

Obwohl sich die angegebenen Rahmenbedingungen auch als vorläufiger Ansatz für Ersatzinvestitionen von Anlagenstrukturen und Anlagenobjekten eignen, sollten Organisationen auch die Situation berücksichtigen, in der die Geschäftssituation der größeren Einheit, wie eine Produktionsanlage oder Fertigungsline, die Brauchbarkeitsdauer der Investitionen bestimmt. Diese Rahmenbedingungen werfen die Frage nach der Marktentwicklung aus der Sicht des Produktlebenszyklus durch die Organisation auf. Abhängig von der Lebenszyklusphase des Produkts der Organisation und von deren Wettbewerbsposition sind verschiedene finanzielle Kriterien und Berechnungsverfahren geeignet. Organisationen sollten die Position ihrer Produkte und ihrer jeweiligen Produktionsanlagen auf die Rahmenbedingungen in Bild 8 abbilden und die für jedes Produkt geltenden Kriterien und Verfahren festlegen. So können beispielsweise Ersatzinvestitionen bei einer starken Wettbewerbsfähigkeit und sinkender Nachfrage noch rentabel sein. Aufgrund des hohen Risikos können jedoch interner Zinssatz, Amortisationszeit und Kapitalwert bei einer kurzen Brauchbarkeitsdauer vorteilhafte Verfahren sein. Bei einer steigenden Nachfrage und einem reifen, stabilen Markt können ein Kapitalwert mit einer längeren Prognose der Brauchbarkeitsdauer und LCP/LCC-Verfahren geeignet sein. Eine schwache Wettbewerbsfähigkeit verbunden mit einer langsamen Wachstumsphase bestärken die Nutzung von internem Zinssatz und Amortisationsverfahren, da die zukünftige Entwicklung mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet ist.

Organisationen sollten verschiedene Verfahren festlegen und anwenden, um ein tieferes Verständnis für die Rentabilität und die Wirksamkeit der Ersatzbeschaffung zu erlangen. So geben beispielsweise der Kapitalwert und der Lebenszyklusüberschuss Auskunft über traditionelle Kennzahlen, gleichzeitig bringen sie aber auch den Risikogehalt der Ersatzbeschaffung zum Ausdruck.

Die entsprechenden Kriterien und Berechnungsverfahren hängen auch von der Phase der Produktnachfrage ab. So kann beispielsweise am Ende des Produktlebenszyklus ein konservatives Verfahren effektiver sein, während in der Phase des schnellen Wachstums die Lebenszykluskosten und der Kapitalwert geeignet sein können. Organisationen sollten die Abbildung der Verfahren definieren, um ihre Ersatzinvestitionen effektiv zu verwalten. Ein Beispiel für diese Abbildung ist in Bild 8 dargestellt.

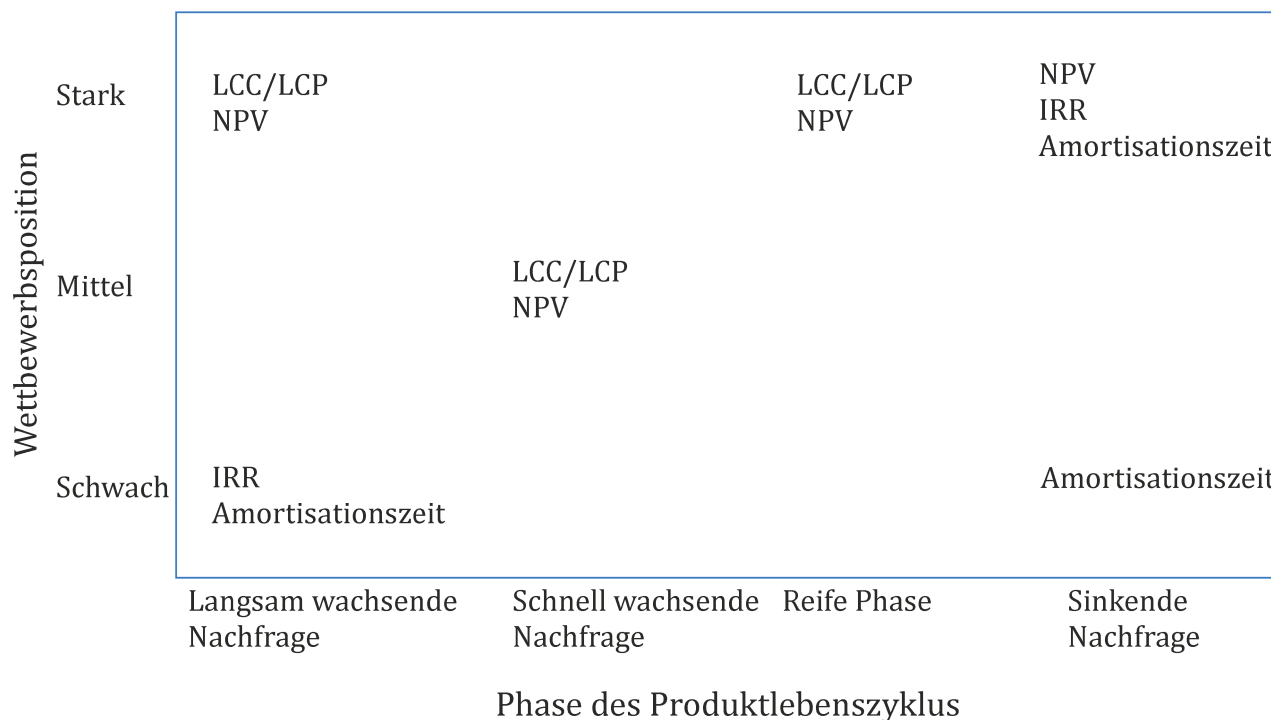


Bild 8 — Rahmenbedingungen für die Festlegung geeigneter Entscheidungskriterien und Berechnungsverfahren in den verschiedenen Phasen des Produktlebenszyklus (bildliche Darstellung)

5.4 Auslöser: Greenfield- und Brownfield-Investitionen

Auslöser der ersten Phase für Greenfield- und Brownfield-Investitionen können sein:

- vorgesehene neue Geschäftschancen (z. B. neue Produkte für alte Märkte oder alte Produkte für neue Märkte);
- vorhersehbare neue Nachfrage nach alten Produkten, was eine neue Produktionskapazität erfordert;
- Investitionen in nachgelagerte oder vorgelagerte Tätigkeiten, um vorgelagerte oder nachgelagerte Tätigkeiten einzubinden (Insourcing).

Auslöser der zweiten Phase sind Machbarkeitsstudien mit positiven Ergebnissen. Diese Phase umfasst die Definition der kritischen Erfolgsfaktoren des Markts und die Bewertung der Fähigkeiten der Organisation zur Erfüllung dieser Fähigkeiten.

5.5 Tätigkeiten: Greenfield- und Brownfield-Investitionen

5.5.1 Zuordnung der Anforderungen zu verschiedenen Anlagenstrukturen

Jeder Anlagenstruktur oder jedem Anlagenobjekt (Gerät) sollten wichtige Anforderungen und Referenzwerte zugeordnet werden. Dieses Verfahren ist ein zweistufiger Prozess, bei dem die Anforderungen die Entwurfsspezifikationen für die anlagenbezogenen Lösungen (Anlagenbestand, Anlagenstruktur) festlegen, die diese Anforderungen weiter auf die verschiedenen Anlagenobjekte des Gesamtsystems umlegen. Umgekehrt tragen die definierten Anforderungen an Anlagenobjekte oder Anlagenstrukturen zu den Gesamtzielen des gesamten Anlagenbestands (Produktionssystem) bei.

Im Fall einer Investition definieren die Anforderungen die anlagenbezogenen Lösungen, die die Gesamtziele des Entwurfs erfüllen. Nicht alle Anforderungen sind von gleicher Bedeutung und nicht alle Beiträge der

verschiedenen Anlagenstrukturen (Produktionsprozesse) sind gleichermaßen effiziente Werkzeuge für die Erfüllung der spezifischen Anforderungen. Die folgende Tabelle 4 stellt einen Rahmen für die Auswahl der anlagenbezogenen Lösungen (Anlagenbestand, Anlagenstruktur) bereit, die den Anforderungen am besten entsprechen, und ordnet diese Anforderungen dann den Anlagenobjekten und Anlagenstrukturen zu. Tabelle 4 gibt an, welche Anlagenstrukturen oder -teilstrukturen bei der Zuordnung dieser Anforderungen wesentlich sind.

In der Regel gibt es bei Investitionen in einen neuen Anlagenbestand oder in eine neue Anlagenstruktur viele mögliche anlagenbezogene Lösungen für verschiedene Anlagenstrukturen oder -teilstrukturen, um die Anforderungen der Spezifikation besser zu erfüllen. Der in Tabelle 4 angegebene Rahmen kann auch ein Werkzeug für den Vergleich der verschiedenen Möglichkeiten oder für die Angabe von Informationen zur Verbesserung und Änderung der bestehenden anlagenbezogenen Lösung sein.

Das in Tabelle 4 dargestellte Verfahren stellt ein Beispiel für einen allgemeinen Rahmen für das Management von Anforderungen dar. Ein genaues Verfahren sollte entsprechend dem organisatorischen Kontext definiert werden. Tabelle 4 folgt im Prinzip der gleichen grundlegenden Vorgehensweisen und Verfahren wie QFD (Darstellung der Qualitätsfunktionen), AHP (analytischer Hierarchieprozess) und die Analyse der Entscheidungsfindung nach Kepner-Tregoe. Diese Vorgehensweisen können in der Form angewendet werden, die für die jeweilige Organisation geeignet ist. Die Rahmenbedingungen sind die folgenden:

- Ermitteln der Anforderungen an Anlagen auf der Grundlage kritischer Erfolgsfaktoren der Organisation (dabei dient Tabelle 3 der Bestimmung dieser Anforderungen).
- Bestimmen der Gewichtung, d. h. der Priorität jeder Anforderung, anhand der Skala, die für den jeweiligen organisatorischen Kontext geeignet ist, z. B. 1 bis 5 oder 1 bis 10 (Tabelle 3 kann zur Bestimmung dieser Anforderungen angewendet werden).
- Die Mindestanforderungen müssen erfüllt und in der Tabelle angegeben werden. Das bedeutet, dass, wenn eine Anlagenstruktur einen oder mehrere der Schwellenwerte nicht erreicht, die Lösung verändert und verbessert werden sollte, obwohl die anderen Anforderungen erfüllt werden.
- Kennzeichnen einzelner Anlagenstrukturen oder -teilstrukturen des Anlagenbestands oder möglicher anlagenbezogener Lösungen eines Beschaffungsprozesses unter Beibehaltung der gleichen Anlagenebene (siehe Anhang A).
- Die Auswahl der geeigneten Betrachtungsebene ist wichtig, in vielen Branchen kann die Betrachtung auf der Ebene der Anlagenobjekte unter Umständen schwierig sein.
- Kennzeichnen und Bestimmen des Beitrags jeder Anlagenstruktur oder -teilstruktur zur Erfüllung der jeweiligen Anforderung anhand einer Skala, die für den organisatorischen Kontext geeignet ist, z. B. 1 bis 5 oder 1 bis 10.
- Multiplizieren jedes Beitrags mit der Gewichtung der jeweiligen Anforderungen und Addieren der Produkte zur nächsten Spalte.
- Berechnen der Gesamtpunktzahl für jede Anlagenstruktur, indem die Produkte der einzelnen Anforderungen und der jeweilige Beitrag für jede Anlagenstruktur addiert werden.
- Der Anteil jeder Anlagenstruktur an der Gesamtinvestition gibt an, wie viel die Organisation investieren muss, um den entsprechenden Beitrag aus den verschiedenen Anlagenstrukturen zu erhalten.

Die Gesamtpunktzahl gibt die wichtigsten Produktionsprozesse und Anlagenstrukturen aus Sicht der spezifischen Anforderung an. Sorgfältig geplante und bestimmte Investitionen sind entscheidend für diejenigen Anlagenstrukturen oder -teilstrukturen, die am meisten zur gesamten Produktionsfähigkeit beitragen. Es ist

auch möglich, die dargestellte Vorgehensweise um zusätzliche Merkmale wie z. B. Wettbewerbsüberlegungen zu erweitern, die aber in dieser Norm nicht enthalten sind.

Für bereits installierte Anlagen zeigt Tabelle 4 ein Beispiel dafür, wie die Anforderungen an Instandhaltungstätigkeiten, Ersatz, Modernisierung und Betrieb aus Sicht der Anlagen verwaltet werden können. Um die Kritikalität des Gesamtsystems zu erfassen, sollten Organisationen die Anforderungen an Anlagen, ihre Prioritäten und Beiträge, die sich aus verschiedenen technischen Prozessen ergeben, festlegen.

Tabelle 4 — Berechnung der Bedeutung des Beitrags der Anlagenstrukturen zur Erfüllung der Anforderungen (bildliche Darstellung)

		Festlegen von Anforderungen		Beitrag der jeweiligen Anlagenstruktur zu den Anforderungen ($c_{j,i}$)							
Kritische Erfolgsfaktoren (Beispiele)		Anforderungen und Referenzwerte (Beispiele)	Gewichtung (w_i)	Anlagenstruktur 1		Anlagenstruktur 2		Anlagenstruktur 3		Anlagenstruktur 4	
Kapital	}	Geringe langzeitige Ausrüstungskosten	w_1	$c_{1,1}$	$w_1 c_{1,1}$	$c_{1,2}$	$w_1 c_{1,2}$	$c_{1,3}$	$w_1 c_{1,3}$	$c_{1,4}$	$w_1 c_{1,4}$
Kosten		Geringe Produktionskosten	w_2	$c_{2,1}$	$w_2 c_{2,1}$	$c_{2,2}$	$w_2 c_{2,2}$	$c_{2,3}$	$w_2 c_{2,3}$	$c_{2,4}$	$w_2 c_{2,4}$
Effizienz		Auslastungsgrad > 94 %	w_3	$c_{3,1}$	$w_3 c_{3,1}$	$c_{3,2}$	$w_3 c_{3,2}$	$c_{3,3}$	$w_3 c_{3,3}$	$c_{3,4}$	$w_3 c_{3,4}$
Dienstleistung		Hohe Zuverlässigkeit von Lieferungen von > 97 %	w_4	$c_{4,1}$	$w_4 c_{4,1}$	$c_{4,2}$	$w_4 c_{4,2}$	$c_{4,3}$	$w_4 c_{4,3}$	$c_{4,4}$	$w_4 c_{4,4}$
Qualität		Reinigungsprozess	w_5	$c_{5,1}$	$w_5 c_{5,1}$	$c_{5,2}$	$w_5 c_{5,2}$	$c_{5,3}$	$w_5 c_{5,3}$	$c_{5,4}$	$w_5 c_{5,4}$
Sicherheit und Umwelt		Hohe Zuverlässigkeit, MTTF > 30 d	w_6	$c_{6,1}$	$w_6 c_{6,1}$	$c_{6,2}$	$w_6 c_{6,2}$	$c_{6,3}$	$w_6 c_{6,3}$	$c_{6,4}$	$w_6 c_{6,4}$
			Gesamtpunktzahl		$\Sigma(w_i c_{i1})$		$\Sigma(w_i c_{i2})$		$\Sigma(w_i c_{i3})$		$\Sigma(w_i c_{i4})$
		Anteil an der Gesamtinvestition in %			$X_1 \%$		$X_2 \%$		$X_3 \%$		$X_4 \%$

5.5.2 Auswahl der besten alternativen Lösung für jede Anlagenstruktur

Nachdem die anlagenbezogene Lösung für die Gesamtinvestition festgelegt wurde, haben Organisationen in der Regel mehrere alternative Möglichkeiten für die Berücksichtigung jeder Anlagenstruktur. Um die beste Möglichkeit zu wählen, kann die modifizierte Version von Tabelle 4 verwendet werden (Tabelle 5). Die Beiträge der verfügbaren Möglichkeiten sollten grundsätzlich gegenüber den ursprünglichen Anforderungen bewertet werden. Um die beste Möglichkeit der verfügbaren alternativen Anlagenstrukturen auszuwählen, können unter Berücksichtigung des Beitrags der Anlagenstruktur zu den Anforderungen nach Tabelle 4 neue Gewichtungen für die Anforderungen bestimmt werden. Die Produkte aus den Gewichtungen und den Beiträgen der verschiedenen Möglichkeiten sollten am Ende von Tabelle 5 summiert werden, wie in Tabelle 4 dargestellt. Die höchste Punktzahl zeigt die nach diesem Ansatz ermittelte beste Möglichkeit an. Es