

**DIN EN 60300-3-3**

ICS 03.120.10; 29.020

Ersatz für  
DIN IEC 60300-3-3:1999-03  
Siehe jedoch Beginn der  
Gültigkeit

**Zuverlässigkeitsmanagement –  
Teil 3-3: Anwendungsleitfaden –  
Lebenszykluskosten (IEC 60300-3-3:2004);  
Deutsche Fassung EN 60300-3-3:2004**

Dependability management –  
Part 3-3: Application guide –  
Life cycle costing (IEC 60300-3-3:2004);  
German version EN 60300-3-3:2004

Gestion de la sûreté de fonctionnement –  
Partie 3-3: Guide d'application –  
Evaluation du coût de vie (CEI 60300-3-3:2004);  
Version allemande EN 60300-3-3:2004

Gesamtumfang 64 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

## Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2004-09-01 angenommene EN 60300-3-3 gilt als DIN-Norm ab 2005-03-01.

Daneben darf DIN IEC 60300-3-3:1999-03 noch bis 2007-09-01 angewendet werden.

## Nationales Vorwort

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60300-3-3:2002-06.*

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 132 „Zuverlässigkeit“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 56 „Dependability“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem in der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Pflegeergebnisdatum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

## Änderungen

Gegenüber DIN IEC 60300-3-3:1999-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Betrachtung der LCC in Zusammenhang mit Umweltaspekten in Abschnitt 5;
- b) Neue Anhänge
  - Anhang B (informativ) LCC-Berechnungen und wirtschaftliche Faktoren;
  - Anhang C (informativ) Beispiel für eine Analyse der Lebenszykluskosten;
  - Anhang D (informativ) Beispiel für Entwicklung eines LCC-Modells;
  - Anhang E (informativ) Beispiel für eine Produktaufbruchstruktur und LCC-Zusammenfassung für ein Eisenbahnfahrzeuge.

## Frühere Ausgaben

DIN IEC 60300-3-3:1999-03

**Zuverlässigkeitsmanagement  
Teil 3-3: Anwendungsleitfaden  
Lebenszykluskosten  
(IEC 60300-3-3:2004)**

Dependability management – Part 3-3:  
Application guide  
Life cycle costing  
(IEC 60300-3-3:2004)

Gestion de la sûreté de fonctionnement  
Partie 3-3: Guide d'application  
Evaluation du coût de vie  
(CEI 60300-3-3:2004)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2004-09-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

**CENELEC**

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel**

## Vorwort

Der Text des Schriftstücks 56/942/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60300-3-3, ausgearbeitet von dem IEC/TC 56 „Dependability“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2004-09-01 als EN 60300-3-3 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2005-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2007-09-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60300-3-3:2004 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

# Inhalt

|                                                                                                                                           | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort.....                                                                                                                              | 2     |
| Einleitung .....                                                                                                                          | 5     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                 | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                            | 6     |
| 3 Begriffe und Abkürzungen .....                                                                                                          | 6     |
| 4 Ermittlung der Lebenszykluskosten.....                                                                                                  | 7     |
| 4.1 Ziele der Ermittlung der Lebenszykluskosten.....                                                                                      | 7     |
| 4.2 Phasen des Produktlebenszyklus und LCC .....                                                                                          | 7     |
| 4.3 Zeitpunkt für die Ermittlung der Lebenszykluskosten.....                                                                              | 8     |
| 4.4 Zusammenhang zwischen Zuverlässigkeit und LCC .....                                                                                   | 9     |
| 4.4.1 Allgemeines .....                                                                                                                   | 9     |
| 4.4.2 Zuverlässigkeitsbezogene Kosten.....                                                                                                | 9     |
| 4.4.3 Folgekosten .....                                                                                                                   | 10    |
| 4.5 LCC-Konzept .....                                                                                                                     | 11    |
| 4.5.1 Allgemeines .....                                                                                                                   | 11    |
| 4.5.2 LCC-Aufbruch in Kostenelemente.....                                                                                                 | 13    |
| 4.5.3 Abschätzung von Kosten.....                                                                                                         | 14    |
| 4.5.4 Sensitivitätsanalyse .....                                                                                                          | 17    |
| 4.5.5 Einfluss von Diskontierung, Inflation und Besteuerung auf die LCC.....                                                              | 17    |
| 4.6 Prozess der Ermittlung der Lebenszykluskosten .....                                                                                   | 17    |
| 4.6.1 Allgemeines .....                                                                                                                   | 17    |
| 4.6.2 Plan zur Ermittlung der Lebenszykluskosten .....                                                                                    | 18    |
| 4.6.3 Auswahl oder Entwicklung eines LCC-Modells .....                                                                                    | 19    |
| 4.6.4 Anwendung eines LCC-Modells .....                                                                                                   | 19    |
| 4.6.5 Dokumentation der Ermittlung der Lebenszykluskosten .....                                                                           | 19    |
| 4.6.6 Überprüfung der Ergebnisse der Lebenszykluskosten .....                                                                             | 20    |
| 4.6.7 Fortschreibung der Analyse .....                                                                                                    | 20    |
| 4.7 Unsicherheit und Risiko .....                                                                                                         | 20    |
| 5 LCC und Umweltaspekte.....                                                                                                              | 22    |
| Anhang A (informativ) Typische kostenerzeugende Tätigkeiten .....                                                                         | 23    |
| Anhang B (informativ) LCC-Berechnungen und wirtschaftliche Faktoren .....                                                                 | 26    |
| Anhang C (informativ) Beispiel für eine Analyse der Lebenszykluskosten .....                                                              | 29    |
| Anhang D (informativ) Beispiel für Entwicklung eines LCC-Modells .....                                                                    | 51    |
| Anhang E (informativ) Beispiel für eine Produktaufbruchstruktur und LCC-Zusammenfassung für<br>ein Eisenbahnfahrzeug.....                 | 59    |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 62    |

**Bilder**

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 – Beispiele für LCC-Anwendungen .....                                                                              | 8  |
| Bild 2 – Charakteristischer Zusammenhang zwischen Zuverlässigkeit und LCC in der Betriebs- und Instandhaltungsphase ..... | 10 |
| Bild 3 – Konzept für Kostenelemente .....                                                                                 | 14 |
| Bild 4 – Konzept für Kostenelemente .....                                                                                 | 16 |
| Bild C.1 – Struktur des DKN .....                                                                                         | 30 |
| Bild C.2 – Angewandte Kostengliederungsstruktur für das Beispiel in Bild C.1 .....                                        | 31 |
| Bild C.3 – Definition der Kostenelemente .....                                                                            | 34 |
| Bild C.4 – Vergleich der Kosten für Beschaffung, jährlichen Betrieb und Instandhaltung .....                              | 42 |
| Bild C.5 – Barwert (10 % Diskontierungsrate) .....                                                                        | 48 |
| Bild C.6 – Barwert (5 % Diskontierungsrate) .....                                                                         | 49 |
| Bild C.7 – Barwert für verbesserte Überlebenswahrscheinlichkeit des Datenspeichers (5 % Diskontierungsrate) .....         | 50 |
| Bild D.1 – Hierarchische Struktur .....                                                                                   | 54 |
| Bild E.1 – Produktaufbruchstruktur für Eisenbahnfahrzeuge .....                                                           | 60 |

**Tabellen**

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle C.1 – Erste Gliederungsebene – Datenkommunikationsnetz .....                                | 32 |
| Tabelle C.2 – Zweite Gliederungsebene – Kommunikationssystem .....                                  | 32 |
| Tabelle C.3 – Dritte Gliederungsebene – Stromversorgungssystem .....                                | 32 |
| Tabelle C.4 – Dritte Gliederungsebene – Hauptprozessor .....                                        | 32 |
| Tabelle C.5 – Dritte Gliederungsebene – Lüftungssystem .....                                        | 33 |
| Tabelle C.6 – Kostenarten .....                                                                     | 33 |
| Tabelle C.7 – Kosten der Beschaffung von Austauschteilen .....                                      | 36 |
| Tabelle E.1 – Zusammenfassung der Lebenszykluskosten entsprechend der Produktaufbruchstruktur ..... | 61 |

## Einleitung

Heutzutage werden Produkte verlangt, die zuverlässig sind. Sie müssen ihre Funktionen ohne unzulässige Auswirkungen auf die Umwelt sicher erbringen, und sie müssen während ihrer Lebensdauer leicht instandgehalten werden können. Die Kaufentscheidung wird nicht nur durch die Anfangskosten (Beschaffungskosten) des Produkts beeinflusst, sondern ebenso durch die zu erwartenden Kosten für den Betrieb und die Instandhaltung des Produkts während seiner Lebensdauer (Besitzkosten) sowie die Entsorgungskosten. Um die Kunden zufrieden zu stellen, besteht für die Hersteller die Herausforderung, zuverlässige und den Anforderungen entsprechende Produkte zu wettbewerbsfähigen Kosten zu entwickeln, indem die Beschaffungs-, Besitz- und Entsorgungskosten optimiert werden. Idealerweise sollte dieser Optimierungsprozess am Anfang des Produktlebens beginnen und so erweitert werden, dass alle während der gesamten Lebensdauer auftretenden Kosten einbezogen werden. Alle Entscheidungen bezüglich des Entwurfs und der Fertigung eines Produkts berühren dessen Leistungsverhalten, Sicherheit, Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit, seine Instandhaltungserfordernisse usw. und bestimmen letztlich dessen Preis sowie die Besitz- und Entsorgungskosten.

Die Ermittlung der Lebenszykluskosten ist definiert als Prozess der wirtschaftlichen Analyse zur Abschätzung der gesamten Beschaffungs- und Besitz- und Entsorgungskosten eines Produkts. Diese Analyse liefert wichtige Eingabedaten für den Entscheidungsprozess bei Entwurf, Entwicklung, Nutzung und Entsorgung eines Produkts. Produkthersteller können ihre Entwürfe optimieren, indem sie Alternativen bewerten und Vergleichsstudien durchführen. Sie können verschiedene Betriebs-, Instandhaltungs- und Entsorgungsstrategien bewerten (zur Unterstützung der Produktnutzer), um die Lebenszykluskosten (LCC – Life Cycle Costing) zu optimieren. Die Ermittlung der Lebenszykluskosten kann auch wirkungsvoll angewendet werden, um die mit einer speziellen Tätigkeit verbundenen Kosten zu bewerten, z. B. die Auswirkungen verschiedener Instandhaltungskonzepte/Vorgehensweisen, wobei ein spezielles Produktteil oder nur ausgewählte Phase(n) im Lebenszyklus eines Produkts betroffen sein können.

Am wirkungsvollsten wird die Analyse der Lebenszykluskosten in den frühen Entwurfsphasen des Produkts angewendet, um den grundlegenden Entwurfsansatz zu optimieren. Sie sollte aber auch in den nachfolgenden Phasen des Lebenszyklus überarbeitet und zur Identifizierung von Kostenunsicherheiten und -risiken eingesetzt werden.

Inwieweit der Prozess der Ermittlung der Lebenszykluskosten formal auf ein Produkt angewendet wird, hängt von den Kunden-/Vertragsanforderungen ab. Jedoch liefert die Analyse der Lebenszykluskosten nützliche Eingabedaten für jeden Entscheidungsprozess über den Entwurf. Deshalb sollte sie so weit wie möglich in den Entwurfsprozess integriert werden, um die Produktmerkmale und -kosten zu optimieren.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60300 gibt eine allgemeine Einführung in das Konzept der Ermittlung der Lebenszykluskosten und deckt alle Anwendungen ab. Obwohl zu den Lebenszykluskosten viele Elemente beitragen, beleuchtet die Norm insbesondere diejenigen Kosten, die mit der Zuverlässigkeit des Produkts zusammenhängen.

Diese Norm ist zur allgemeinen Anwendung sowohl durch Kunden (Nutzer) als auch durch Hersteller von Produkten gedacht. Es werden Sinn und Zweck der Ermittlung der Lebenszykluskosten erläutert und die damit verbundene allgemeine Vorgehensweise skizziert. Zur Erleichterung der Projekt- und Programmplanung werden auch typische Kostenelemente der Lebenszykluskosten bestimmt.

Es wird eine allgemeine Anleitung zur Durchführung einer Analyse der Lebenszykluskosten einschließlich der Entwicklung eines Lebenszyklus-Kosten-Modells zur Verfügung gestellt. Anhand von verdeutlichenden Beispielen werden die Konzepte erläutert.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*.

IEC 60300-3-12, *Dependability management – Part 3-12: Application guide – Integrated logistic support*.

IEC 61703, *Mathematical expressions for reliability, maintainability and maintenance support terms*.

IEC 62198, *Project risk management – Application guidelines*.

## 3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe und Definitionen der IEC 60050-191 und IEC 61703 zusammen mit den nachfolgenden Definitionen.

### 3.1

#### **Lebenszyklus**

Zeitintervall zwischen der Konzipierung und der Aussonderung eines Produkts

### 3.2

#### **Ermittlung der Lebenszykluskosten**

Prozess der wirtschaftlichen Analyse zur Abschätzung der Lebenszykluskosten eines Produkts über seinen Lebenszyklus oder einen Teil davon

### 3.3

#### **Lebenszykluskosten (LCC)**

kumulierte Kosten eines Produkts über seinen Lebenszyklus

### 3.4

#### **Bezugszeitpunkt**

festgesetzter Zeitpunkt für den gemeinsamen Kostenbezug

## 4 Ermittlung der Lebenszykluskosten

### 4.1 Ziele der Ermittlung der Lebenszykluskosten

Die Ermittlung der Lebenszykluskosten ist definiert als Prozess der wirtschaftlichen Analyse zur Abschätzung der gesamten Beschaffungs- und Besitz- und Entsorgungskosten eines Produkts. Dieser Prozess kann auf den gesamten Lebenszyklus eines Produkts, eines Teilprodukts oder für verschiedene Lebenszyklusphasen angewandt werden.

Das primäre Ziel der Ermittlung der Lebenszykluskosten ist, Eingabedaten für Entscheidungen in jeder oder in allen Phasen des Lebenszyklus eines Produkts zu liefern.

Ein wichtiges Ziel bei der Erstellung von LCC-Modellen ist die Identifizierung von Kosten, die einen wesentlichen Einfluss auf die LCC haben können oder von speziellem Interesse für die spezifische Anwendung sein können. Ebenso wichtig ist es, Kosten zu identifizieren, die die LCC nur wenig beeinflussen können.

Die gebräuchlichsten Arten der Entscheidung, zu denen der Prozess der Ermittlung der Lebenszykluskosten Eingabedaten bereitstellt, sind beispielsweise:

- Bewertung und Vergleich von alternativen Entwurfsansätzen sowie von Entsorgungskonzepten und -technologien;
- Abschätzung der Rentabilität von Projekten/Produkten;
- Identifizierung von Kostentreibern und kostenwirksamen Verbesserungen;
- Bewertung und Vergleich alternativer Strategien für die Nutzung, den Betrieb, die Prüfung, die Inspektion, die Instandhaltung usw. eines Produkts;
- Bewertung und Vergleich verschiedener Vorgehensweisen für den Ersatz, die Sanierung/Lebensdauerverlängerung oder die Aussonderung von alternden Anlagen;
- Aufteilung verfügbarer Mittel auf konkurrierende Prioritäten der Produktentwicklung/-verbesserung;
- Bewertung von Kriterien der Produktsicherung durch Prüfung und deren Vergleichsstudien;
- langfristige Finanzplanung.

Die Ermittlung der Lebenszykluskosten kann angewandt werden, um Eingabedaten für eine Integrierte Logistische Unterstützungsanalyse<sup>N1)</sup> bereitzustellen. Siehe IEC 60300-2-12 für ausführliche Informationen über Integrierte Logistische Unterstützung.

### 4.2 Phasen des Produktlebenszyklus und LCC

Von grundlegender Bedeutung für das Konzept der Ermittlung der Lebenszykluskosten ist ein Grundverständnis über den Produktlebenszyklus sowie die Tätigkeiten, die während dieser Phasen ausgeführt werden. Wesentlich ist auch ein Verständnis der Beziehungen dieser Tätigkeiten zu Leistung, Sicherheit, Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit und anderen Merkmalen des Produkts und zu den sich ergebenden Lebenszykluskosten.

Es gibt sechs Hauptphasen im Lebenszyklus eines Produkts:

- a) Konzept und Definition;
- b) Entwurf und Entwicklung;
- c) Herstellung;
- d) Einbau;
- e) Betrieb und Instandhaltung;
- f) Entsorgung.

---

<sup>N1)</sup> engl. Integrated Logistic Support Analysis

Die relevanten Phasen des Lebenszyklus, von Teilen oder von Kombinationen dieser Phasen sollten so ausgewählt werden, dass sie den speziellen Bedürfnissen einer spezifischen Analyse angepasst sind. Allgemein können die während den oben genannten Phasen auftretenden Gesamtkosten untergliedert werden in Beschaffungskosten, Besitzkosten und Entsorgungskosten.

$$LCC = \text{Kosten}_{\text{Beschaffung}} + \text{Kosten}_{\text{Besitz}} + \text{Kosten}_{\text{Entsorgung}}$$

Die Beschaffungskosten sind allgemein sichtbar und können unmittelbar bewertet werden, bevor die Beschaffungsentscheidung getroffen wird. Sie können Einbaukosten beinhalten oder auch nicht.

Die Besitzkosten hingegen, die oft einen Hauptanteil der LCC ausmachen und in vielen Fällen die Beschaffungskosten übersteigen, sind nicht unmittelbar sichtbar. Diese Kosten sind schwierig vorherzubestimmen und können auch Kosten im Zusammenhang mit dem Einbau beinhalten.

Entsorgungskosten können einen wesentlichen Anteil an den gesamten LCC darstellen. Die Gesetzgebung kann Aktivitäten innerhalb der Entsorgungsphase verlangen, so dass für größere Projekte, z. B. Atomkraftwerke, beachtliche Aufwendungen notwendig werden.

Bild 1 zeigt die Lebenszyklusphasen eines Produkts mit einigen der Themen, die in einer Studie zur Ermittlung der Lebenszykluskosten angesprochen werden sollten.

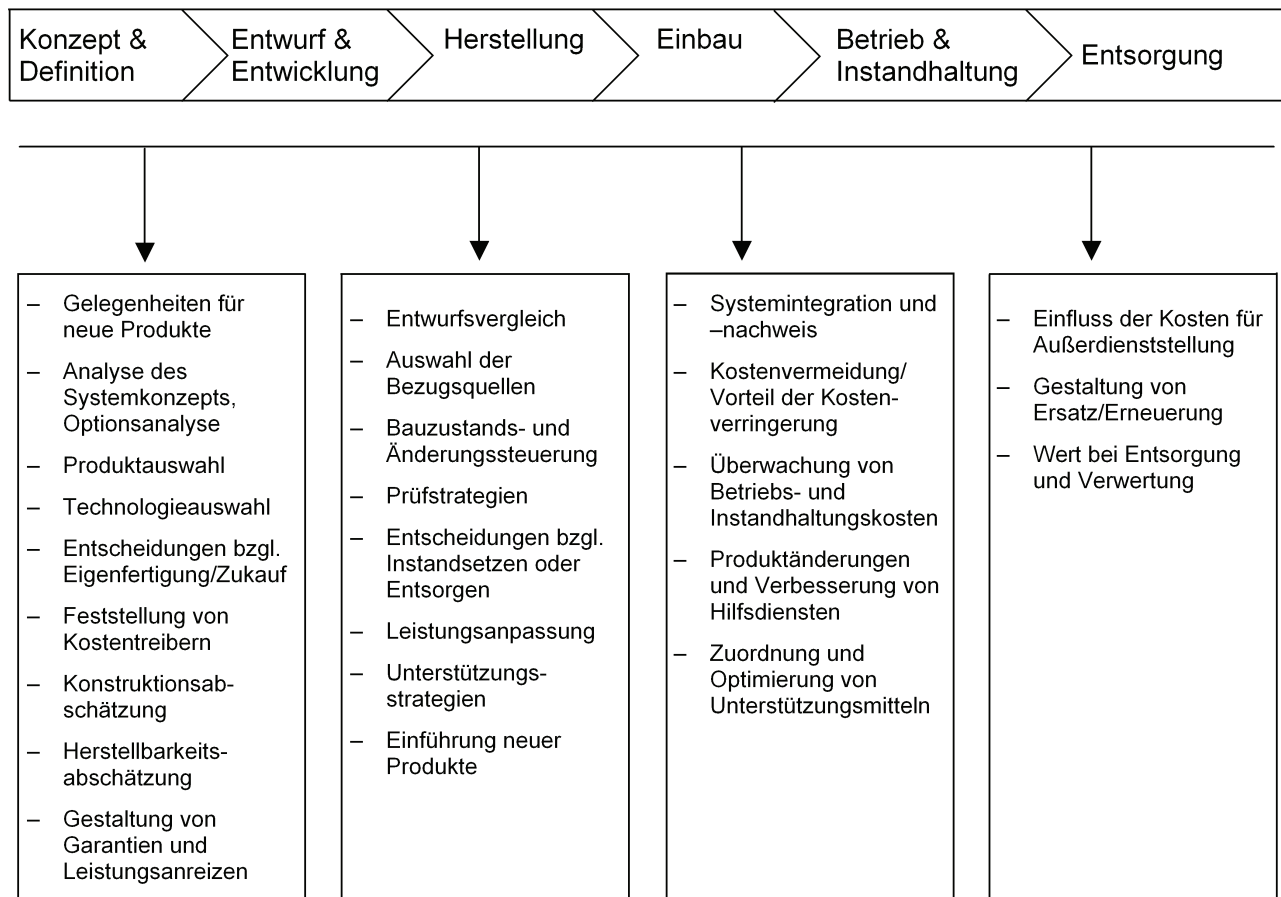


**Bild 1 – Beispiele für LCC-Anwendungen**

### 4.3 Zeitpunkt für die Ermittlung der Lebenszykluskosten

Eine frühe Identifizierung der Beschaffungs-, Besitz- und Entsorgungskosten ermöglicht es dem Entscheidungsträger, Zuverlässigkeitsfaktoren gegen die Lebenszykluskosten abzuwägen. Entscheidungen, die frühzeitig im Produktlebenszyklus getroffen werden, haben einen viel größeren Einfluss auf die LCC als solche, die später im Produktlebenszyklus getroffen werden. Die Erfahrung lehrt, dass am Ende der Konzept-

und Definitionsphase über die Hälfte der LCC eines Produkts durch getroffene Entscheidungen festgelegt sein können. Die Möglichkeit, Vergleichsstudien durchzuführen, wird mit zunehmenden Fortschritten im Lebenszyklus stark begrenzt.

Die Ermittlung der Lebenszykluskosten kann sich auf den gesamten Produktlebenszyklus oder nur einen Teil hiervon beziehen. Die Ermittlung der Lebenszykluskosten sollte so zugeschnitten sein, dass sie für ein bestimmtes Produkt/Projekt den maximalen Nutzen erzielt.

## **4.4 Zusammenhang zwischen Zuverlässigkeit und LCC**

### **4.4.1 Allgemeines**

Die Zuverlässigkeit eines Produkts ist ein zusammenfassender Ausdruck, der dazu verwendet wird, die Verfügbarkeit und ihre Einflussfaktoren Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit und Instandhaltungsbereitschaft zu beschreiben. Alle diese Faktoren können einen deutlichen Einfluss auf die LCC haben. Aus höheren Anfangskosten kann sich eine Verbesserung der Funktionsfähigkeit und/oder der Instandhaltbarkeit und somit eine verbesserte Verfügbarkeit mit nachfolgenden niedrigeren Betriebs- und Instandhaltungskosten ergeben.

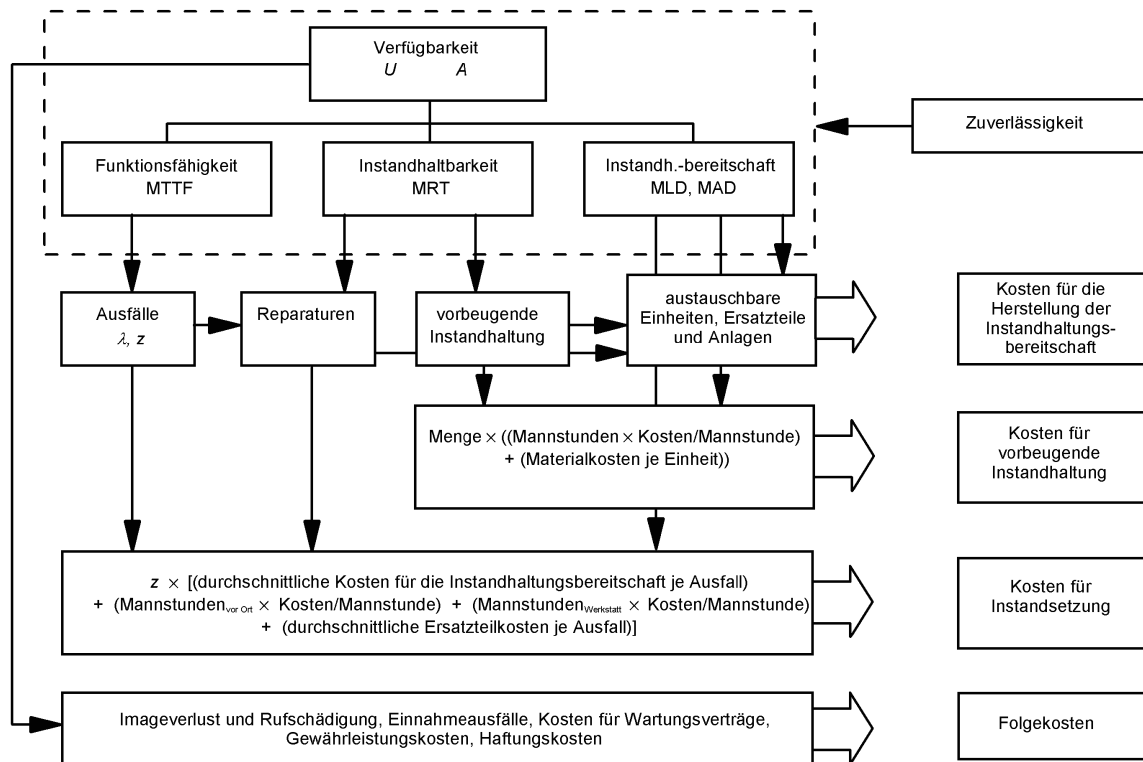
Überlegungen zur Zuverlässigkeit sollten integraler Bestandteil des Entwurfsprozesses und der LCC-Bewertungen sein. Bei der Erstellung der Produktspezifikationen sollten diese Überlegungen kritisch überprüft und während aller Entwurfsphasen laufend bewertet werden, um den Produktentwurf im Hinblick auf die niedrigsten Lebenszykluskosten zu optimieren.

### **4.4.2 Zuverlässigkeitsbezogene Kosten**

Mit Zuverlässigkeitselementen können folgende Kosten soweit zutreffend verbunden sein:

- Systemwiederherstellungskosten einschließlich Instandsetzungskosten;
- Kosten für vorbeugende Instandhaltung;
- Folgekosten.

Bild 2 streicht einige Zuverlässigkeitselemente heraus, die in die Betriebs- und Instandhaltungskosten umgesetzt werden.



Symbole und Abkürzungen stehen in Übereinstimmung mit IEC 60050(191).

**Bild 2 – Charakteristischer Zusammenhang zwischen Zuverlässigkeit und LCC in der Betriebs- und Instandhaltungsphase**

#### 4.4.3 Folgekosten

##### 4.4.3.1 Allgemeines

Wenn ein Produkt oder ein Service nicht verfügbar ist, können eine Reihe von Folgekosten entstehen, diese umfassen:

- Gewährleistungskosten;
- Haftungskosten;
- Einnahmeverluste;
- Kosten für die Bereitstellung von Servicealternativen.

Zusätzlich sollten weitere Folgekosten durch Anwendung von Risikoanalysetechniken identifiziert werden, um Kosten infolge nachteiliger Auswirkungen auf die Firma festzustellen:

- Imageverlust,
- Rufschädigung,
- Prestigeverlust,

was in der Folge zu Kundenverlusten führen kann.

Kosten zur Erholung von oder zur Milderung dieser Risiken sollten in die Folgekosten eingeschlossen werden.

In den meisten Fällen sind diese Kosten schwierig zu ermitteln, manchmal ist es jedoch möglich, diese quantitativ zu bestimmen. Beispielsweise können diese Kosten auf der Grundlage von Kosten für Werbekampagnen und Kosten für Marketinganstrengungen oder für Kompensationszahlungen, um Kunden zu halten, geschätzt werden. Falls zutreffend, sollten diese Kosten mit eingerechnet werden.

Die Nichtverfügbarkeit eines Produkts kann seine LCC deutlich beeinflussen. Deshalb müssen die Verfügbarkeit eines Produkts und die zugehörigen Lebenszykluskosten optimiert werden. Bei erhöhter Funktionsfähigkeit (alle sonstigen Faktoren bleiben konstant) steigen im Allgemeinen die Beschaffungskosten, die Instandhaltungs- und Unterstützungskosten werden jedoch abnehmen. Minimale LCC werden erzielt, wenn die stufenweise Zunahme der Beschaffungskosten aufgrund einer Verbesserung der Funktionsfähigkeit gleich den stufenweisen Ersparnissen bei den Instandhaltungs- und Unterstützungskosten sowie den Folgekosten ist. An dieser Stelle ist die optimale Funktionsfähigkeit des Produkts, welche mit den niedrigsten Lebenszykluskosten übereinstimmt, erreicht.

Es sollte angemerkt werden, dass die Ergebnisse von LCC-Berechnungen nicht mit tatsächlichen/festgestellten Kosten übereinstimmen müssen. Das liegt darin, dass es viele zufällige beeinflussende Faktoren wie Umweltbedingungen und menschliche Fehler während des Betriebes gibt, die nicht genau in den Berechnungen modelliert werden können.

Umwelteinflüsse wie auch traditionelle Faktoren, wie Kosten und Zeit, müssen in den LCC-Berechnungen berücksichtigt werden. Folglich müssen Methoden angewandt werden, mit denen Auswirkungen der verschiedenen Aktivitäten auf die Umwelt bewertet und eingestuft werden können. Diese Bewertungen können als Grundlage für Umweltplanungen und für die Integration von Umweltaspekten in den Entscheidungsprozess dienen.

#### **4.4.3.2 Gewährleistungskosten**

Gewährleistungen schützen die Kunden, indem sie ihnen die Kosten für die Behebung von Produktausfällen, insbesondere in den frühen Betriebsphasen des Produkts, abnehmen. Die Kosten für Gewährleistungen werden gewöhnlich von den Lieferanten getragen und hängen von der Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit und Instandhaltungsunterstützung des Produktes ab. Die Lieferanten können diese Merkmale während der Entwurfs-, Entwicklungs- und Herstellungsphase in erheblichem Maße steuern und dadurch die Gewährleistungskosten beeinflussen.

Gewährleistungen werden gewöhnlich für eine begrenzte Zeitspanne gegeben und sind im Allgemeinen an eine Reihe von Bedingungen geknüpft. Selten enthalten sie Schutz gegen Folgekosten des Kunden aufgrund der Nichtverfügbarkeit des Produkts.

Gewährleistungen können durch Serviceverträge ergänzt oder ersetzt werden, wonach der Lieferant zusätzlich zu den Maßnahmen des Kunden für eine festgelegte Zeitspanne, die aufgrund finanzieller Überlegungen beliebig bis zur Gesamtlebensdauer des Produkts verlängert werden kann, sämtliche vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen und Instandsetzungen ausführt. In letzterem Fall werden die Lieferanten dazu motiviert, ein Optimum an Funktionsfähigkeit und Instandhaltbarkeit in ihre Produkte hineinzubauen, normalerweise zu höheren Beschaffungskosten.

#### **4.4.3.3 Haftungskosten**

Eine Haftung entsteht, wo beispielsweise ein Lieferant seine gesetzlichen Verpflichtungen nicht einhält. Die Kosten für die Entschädigung des Gesetzbruches müssen als Teil der LCC betrachtet werden. Dies ist besonders wichtig im Fall von Produkten, die ein hohes Potential zur Verursachung von menschlichen Verletzungen und/oder von Umweltschäden haben. Haftungskosten sind auch wichtig bei neuen Produkten, bei denen die vorhandenen Risiken möglicherweise nicht völlig offenkundig und/oder nicht klar sind. Wo erforderlich, kann eine Risikoanalyse zusammen mit Erfahrungen aus der Vergangenheit und/oder einem Sachverständigenrat dazu genutzt werden, eine Abschätzung dieser Kosten durchzuführen. Siehe IEC 62198 zur Anleitung für Risikoanalysen.

### **4.5 LCC-Konzept**

#### **4.5.1 Allgemeines**

Ein LCC-Modell ist wie jedes andere Modell eine vereinfachte Wiedergabe der Realität. Es abstrahiert die Haupteigenschaften und -gesichtspunkte des Produkts und übersetzt sie in Kostenschätzgrößen. Damit das Modell realistisch ist, sollte es

- die Merkmale des zu analysierenden Produkts darstellen, einschließlich seiner Verwendungsumgebung, des Instandhaltungskonzepts, der Szenarien für Betriebs- und Instandhaltungsbereitschaft sowie beliebige Einschränkungen oder Begrenzungen,
- umfassend genug sein, dass es alle für LCC wesentlichen Faktoren enthält und beleuchtet,
- einfach genug sein, dass es leicht verständlich ist, beim Treffen von Entscheidungen rechtzeitig eingesetzt und später fortgeschrieben und modifiziert werden kann,
- so ausgelegt sein, dass es die Bewertung einzelner LCC-Elemente unabhängig von anderen Elementen zulässt.

Ein einfaches LCC-Modell bildet im Grunde eine Rechnungsstruktur, in der für jedes der Kostenelemente, aus denen sich die LCC zusammensetzen, mathematische Ausdrücke zur Schätzung der damit verbundenen Kosten enthalten ist. Beispiele werden in Anhang D gegeben.

In einigen Fällen kann es erforderlich sein, ein Modell speziell für das zu untersuchende Problem zu entwickeln, während für andere Fälle käufliche Modelle benutzt werden können. Jedes LCC-Modell hat seine eigene Anpassungsfähigkeit und seinen eigenen Anwendungsbereich. Die Kenntnis des Inhalts und der Anwendungsbedingungen ist wichtig, um den richtigen Gebrauch sicherzustellen. Bevor ein Modell ausgewählt wird, sollten der Informationsbedarf sowie die aus der Anwendung des Modells erwarteten Ergebnisse festgestellt werden. Die Überprüfung muss von jemandem mit Kenntnis der Modelldetails durchgeführt werden, um die Anwendbarkeit aller Kostenfaktoren, der empirischen Beziehungen, der Elemente sowie der anderen Konstanten und Variablen des Modells zu bestimmen. Bevor irgendein existierendes LCC-Modell verwendet wird, sollte es daher im Hinblick auf die anstehende Untersuchung zur Ermittlung der Lebenszykluskosten in geeigneter Form überprüft werden. Zu diesem Zweck sollten die Kostenfaktoren und andere Parameter eines bekannten Beispiels zusammen mit dessen Betriebsszenario verwendet werden, um abzuschätzen, inwieweit das Modell realistische Ergebnisse liefert.

Viele Produkte, z. B. Gebäude und Kraftwerke, sind für eine sehr lange Lebensdauer ausgelegt. Bei solchen Produkten fallen eine Reihe von Kosten in Intervallen während der Lebensdauer an, beispielsweise für Funktionsänderungen oder Produktverbesserungen; Verfahren zur Behandlung dieser Kosten sollten im Modell enthalten sein.

Das Modellieren der LCC umfasst:

- Kostengliederungsstruktur,
- Produkt-/Arbeitsaufbruchstruktur,
- Auswahl der Kostenarten,
- Auswahl der Kostenelemente,
- Abschätzung der Kosten,
- Darstellung der Ergebnisse.

Falls anwendbar, kommen folgende Gesichtspunkte hinzu:

- Umwelt- und Sicherheitsaspekte,
- Unsicherheit und Risiko,
- Sensitivitätsanalyse, um Kostentreiber zu identifizieren.

Die Kostengliederungsstruktur (engl. cost breakdown structure) stellt einen Aufbruch der Kosten dar, die in den wichtigsten Phasen (oder den Phasen von Interesse) des Produktlebenszyklus entstehen. Anhang C enthält Beispiele von Kostendarstellungen bezüglich der Kostengliederungsstruktur.

Die Produkt-/Arbeitsaufbruchstruktur (product/work breakdown structure) setzt sich zusammen aus einem detailliertem Materialaufbruch, den Dienstleistungen und Daten, welche die wesentlichen Aufgaben festlegen, und unterstützenden Arbeitspaketen. Anhang E zeigt ein Beispiel für eine Produktaufbruchstruktur und die Zusammenfassung der LCC für ein Eisenbahnfahrzeug.

Genaue Ausdrücke für Kosten für die unterschiedlichen Phasen können voneinander getrennt entwickelt werden. Die Kostenelemente, -faktoren usw. sollten unverwechselbare Identitäten besitzen. In einer Situation, wo die Analysen mehrere Phasen umfassen, sollten die Identitäten der Kostenelemente, -faktoren

usw. im gesamten LCC-Modell unverwechselbar sein. Es ist normalerweise von Vorteil, die Produkt-/Arbeitsaufbruchstruktur für eine bestimmte Studie unverändert zu lassen.

#### 4.5.2 LCC-Aufbruch in Kostenelemente

Zur Schätzung der gesamten Lebenszykluskosten ist es notwendig, die gesamten LCC in die Kostenelemente zu zerlegen, aus denen sie bestehen. Diese Kostenelemente sollten einzeln identifiziert werden, so dass sie getrennt definiert und geschätzt werden können. Bei der Identifizierung und der entsprechenden Abgrenzung der Elemente sollten Zweck und Umfang der LCC-Untersuchung zugrunde gelegt werden.

Das Kostenelement ist die Verbindung zwischen Kostenarten und der Produkt-/Arbeitsaufbruchstruktur. Die Auswahl der Kostenelemente sollte in Übereinstimmung mit der geforderten Kostengliederungsstruktur unter Berücksichtigung der Komplexität des Produkts und der Kostenarten von Interesse erfolgen. Siehe das Beispiel in Anhang C.

Ein oft benutzter Ansatz zur Identifizierung der erforderlichen Kostenelemente beinhaltet den Aufbruch des Produkts in tiefere Gliederungsebenen (Arbeitsaufbruchstruktur), Kostenkategorien und Lebenszyklusphasen. Dieser Ansatz lässt sich am besten in Form einer dreidimensionalen Matrix darstellen, wie sie in Bild 3 gezeigt wird. Diese Matrix beinhaltet die Festlegung der folgenden Produktaspekte:

- Aufbruch des Produkts in niedrigere Gliederungsebenen (z. B. Produkt-/Arbeitsaufbruchstruktur);
- die Zeitspanne im Lebenszyklus, wann die Arbeit/Tätigkeit durchgeführt werden soll (z. B. Lebenszyklusphase);
- Kostenart der anwendbaren Hilfsmittel wie Arbeitskosten, Sachkosten, Treibstoff/Energiekosten, Gemeinkosten, Transport-/Reisekosten usw. (Kostenarten).

Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, systematisch und geordnet abzulaufen, und erzeugt damit ein hohes Maß an Vertrauen, dass alle Kostenelemente einbezogen worden sind.

In Anhang A sind typische Tätigkeiten aufgeführt, deren Kosten angesprochen werden sollten.

Ein Beispiel für eine Produktaufbruchstruktur und die Zusammenfassung der LCC für ein Eisenbahnfahrzeug wird in Anhang E gezeigt.

Die mit LCC-Elementen verbundenen Kosten können weiterhin so in wiederkehrende und nicht wiederkehrende Kosten aufgeteilt werden, dass die Summe aller wiederkehrenden und nicht wiederkehrenden Kosten gleich den LCC wird. LCC-Elemente können auch danach geschätzt werden, inwieweit sie fest oder variabel sind. Letztere Kosten ändern sich beispielsweise mit der Anzahl von Exemplaren, die von dem Produkt gefertigt und in Gebrauch genommen werden.

Zur Erleichterung der Steuerung und Entscheidungsfindung und zur Unterstützung des Vorgangs der Ermittlung der Lebenszykluskosten sollten die Kosteninformationen so erfasst und niedergelegt werden, dass sie mit der definierten Struktur des LCC-Aufbruchs in Einklang stehen. Eine Datenbank sollte eingerichtet und fortgeschrieben werden, in der die Ergebnisse früherer LCC-Studien festgehalten werden können, um als Quelle für die Erfahrungsrückkoppelung zu dienen.

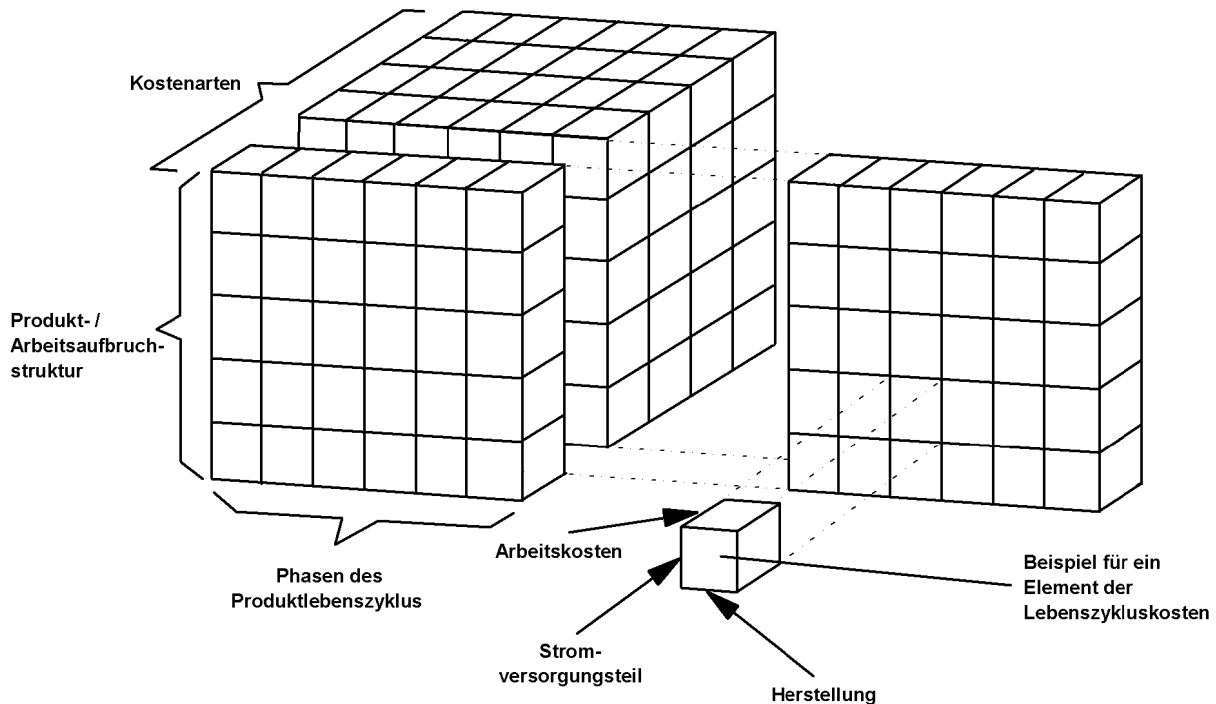


Bild 3 – Konzept für Kostenelemente

### 4.5.3 Abschätzung von Kosten

#### 4.5.3.1 Allgemeines

Beispiele für Methoden, die zur Abschätzung der Kostenparameter von Kostenelementen genutzt werden können, beinhalten

- die ingenieurmäßige Kostenmethode,
- die analoge Kostenmethode,
- die parametrische Kostenmethode.

Beispiele für die Anwendung einer jeden Methode werden im Folgenden aufgeführt.

Wenn man eine Lebenszykluskosten-Analyse für ein bestimmtes Produkt durchführt, kann man, sofern passend, eine oder mehrere dieser Methoden oder eine andere Methode anwenden.

Es sollte die Möglichkeit von Sensitivitätsanalysen genutzt werden, z. B. indem man die Minimal- und die Maximalwerte für die verschiedenen Modellparameter in die Gleichungen zur Kostenabschätzung einführt, um so die verschiedenen, die Analyse betreffenden Ungewissheiten zu verringern.

#### 4.5.3.2 Ingenieurmäßige Kostenmethode

Die ingenieurmäßige Kostenmethode beinhaltet die direkte Schätzung der Kostenattribute eines speziellen Kostenelements, indem das Produkt Komponente für Komponente oder Teil für Teil untersucht wird. Sie verwendet häufig Standard-Kostenfaktoren, z. B. feste Schätzwerte für die Entwicklung und die Fertigung, um die Kosten jedes Elements und dessen Beziehungen zu anderen Elementen zu entwickeln. Vorhandene alte Schätzwerte sollten durch Anwendung jährlicher Diskontierungs- und Eskalationsfaktoren bis zur Gegenwart fortgeschrieben werden.

Die ingenieurmäßige Kostenmethode kann durch das nachfolgende Beispiel hinsichtlich der Kosten eines wiederkehrenden Kostenelements veranschaulicht werden:

Die Arbeitskosten für die Fertigung eines Stromversorgungsteils sollen geschätzt werden. Folgende Informationen sind verfügbar:

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| Produkt:           | Stromversorgungsteil |
| Lebenszyklusphase: | Herstellung          |
| Kostenart:         | Arbeitskosten        |

Entsprechend einer von der Fertigungsabteilung durchgeführten eingehenden Abschätzung der Fertigungsschritte beläuft sich der Zeitbedarf für die Fertigung einer Einheit dieses Stromversorgungsteils auf 38,8 Mannstunden. Nimmt man an, dass der Stundensatz 54,40 Währungseinheiten [WE] je Mannstunde beträgt, so belaufen sich die gesamten Arbeitskosten auf  $38,8 \times 54,40 = 2114,60$  [WE].

#### 4.5.3.3 Analoge Kostenmethode

Diese Methode beinhaltet die Kostenschätzung auf der Grundlage von Erfahrungen mit ähnlichen Produkten und Technologien in der Vergangenheit. Sie verwendet historische Daten, die im Hinblick auf Kostensteigerung und Auswirkung technologischer Fortschritte usw. fortgeschrieben werden. Dieses Technik kann eine der Methoden mit dem geringsten Komplexitätsgrad und dem geringsten Zeitaufwand sein. Sie kann auf einfache Weise auf Komponenten des Produkts angewendet werden, für die Erfahrungen und aktuelle Daten vorliegen.

Die analoge Kostenmethode kann durch das nachfolgende Beispiel veranschaulicht werden, in dem eine Kostenabschätzung für Teile und Materialien des Stromversorgungsteils anhand von Erfahrungen mit älteren Stromversorgungsteilen durchgeführt wird.

Folgende Informationen sind vorhanden:

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Produkt:           | Stromversorgungsteil  |
| Lebenszyklusphase: | Herstellung           |
| Kostenart:         | Teile und Materialien |

Für ein etwas weniger kompliziertes Stromversorgungsteil, das 4 Jahre zuvor hergestellt worden ist, betrugen die Kosten für Teile und Materialien 220 [WE]. Die gesamte Kostensteigerung über die 4 Jahre wird zu 5 % angenommen.

Die Kosten für zusätzliche Teile betragen ungefähr 50 [WE].

Folglich werden die Kosten für Teile und Materialien des neuen Stromversorgungsteils abgeschätzt zu:

Kosten für Teile und Materialien des alten Stromversorgungsteils  $\times (1 + 0,05)$  + Kosten für zusätzliche Teile =  $220 \times 1,05 + 50 = 281$  [WE].

#### 4.5.3.4 Parametrische Kostenmethode

Die parametrische Kostenmethode verwendet Parameter und Variablen zur Entwicklung von Kostenschätzbeziehungen (cost estimating relationships). Die Methode kann in anderen Bereichen unterschiedlich angewandt werden.

Die Beziehungen sind üblicherweise in Form von Gleichungsform gestaltet, in denen beispielsweise Personalstunden in Kosten umgewandelt werden.

Ein Beispiel für die parametrische Kostenmethode, angewandt für die Berechnung der aktiven Instandsetzungskosten für das Subsystem P<sub>14</sub>, wird in Bild 4 gezeigt.

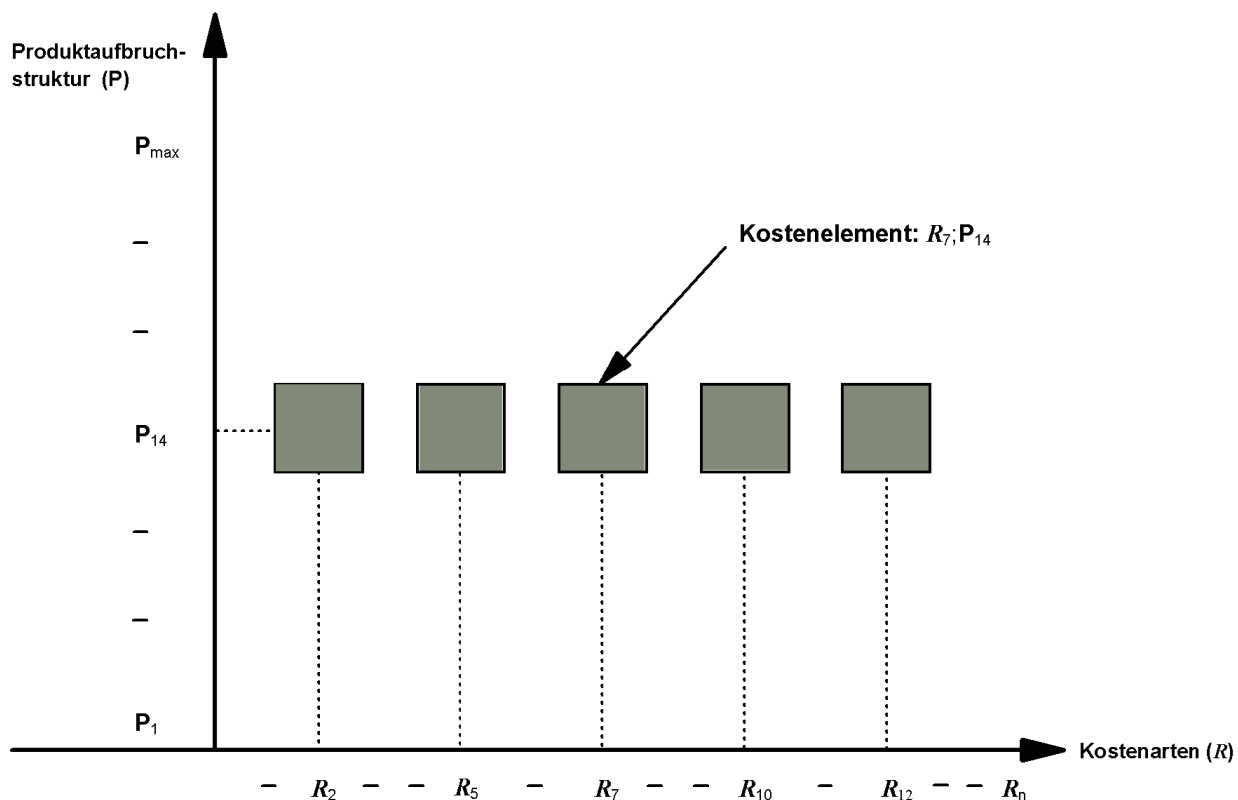


**Bild 4 – Beispiele für Kostenelemente in parametrischen Kostenanalysen**

Die Abkürzungen in Bild 4 haben folgende Bedeutung:

- $R_2$  Investitionskosten für Testgeräte in der Werkstatt (einmalig);
- $R_5$  Investitionskosten für Ersatzteile in der Werkstatt (einmalig);
- $R_7$  Arbeitskosten vor Ort (wiederkehrend);
- $R_{10}$  Arbeitskosten in der Werkstatt (wiederkehrend);
- $R_{12}$  Kosten für Ersatzteilverbrauch in der Werkstatt (wiederkehrend);
- $P_{14}$  Subsystem  $P_{14}$ .

Die Kosten für die aktive Instandsetzung für das Subsystem  $P_{14}$  belaufen sich für eine Periode von 10 Jahren auf:

$$\text{Kosten}(R_2; P_{14}) + \text{Kosten}(R_5; P_{14}) + \{ \text{Kosten}(R_7; P_{14}) + \text{Kosten}(R_{10}; P_{14}) + \text{Kosten}(R_{12}; P_{14}) \} \times 10$$

(Die Auswirkungen der Inflation usw. werden vernachlässigt.)

ANMERKUNG Die aktive Instandsetzungszeit ist in IEC 60050(191) definiert, siehe Definition 191-08-07 und Bild 191-3.

Beispielsweise werden die mit Element  $(R_7; P_{14})$  verbundenen Kosten folgendermaßen berechnet:

$\text{Kosten}(R_7; P_{14})$  sind die Arbeitskosten für aktive Instandsetzung vor Ort für das Subsystem  $P_{14}$

$$\text{Kosten}(R_7; P_{14}) = QP_{14} \times ZP_{14} \times C_L \times n \times \text{MRT} \quad [\text{Kosten/Jahr}]$$

Hierbei bedeuten:

$QP_{14}$  die Anzahl der Einheiten, in diesem Beispiel  $QP_{14} = 1$ ;

$ZP_{14}$  der Erwartungswert der Ausfälle pro Jahr für Subsystem  $P_{14}$ ;  
 $C_L$  die Arbeitskosten pro Stunde;  
 $n$  die Anzahl der Personen, die für die Instandsetzung benötigt werden;  
 $MRT$  die mittlere Reparaturdauer in Stunden/Aktion.

Mit der Annahme:

$QP_{14}$  eine Einheit/ein System  
 $ZP_{14}$  0,3 Ausfälle pro Jahr  
 $C_L$  WE 50/Stunde (WE = Währungseinheiten)  
 $n$  eine Person  
 $MRT$  2,4 Stunden/Reparatur

berechnen sich die

$$\text{Kosten}(R_7; P_{14}) = 1 \times 0,3 \times 50 \times 1 \times 2,4 = 36 \text{ [WE]/Jahr}$$

Um die Arbeitskosten für eine Zeitdauer von 10 Jahren zu berechnen, muss man das Ergebnis mit 10 multiplizieren (Die Auswirkungen der Inflation usw. werden vernachlässigt.).

Falls verschiedene Faktoren, wie z. B. Inflation oder Diskontierung, berücksichtigt werden müssen, kann dies durch Kostenabschätzung für jedes einzelne Kostenelement oder auf einem höheren Kostenelementniveau im LCC-Modell erfolgen.

Die Kosten( $R_{10}$ ;  $P_{14}$ ) usw. werden auf ähnliche Art und Weise berechnet.

#### 4.5.4 Sensitivitätsanalyse

Um signifikante Kostenbeiträge zu identifizieren, sollten Sensitivitätsanalysen durchgeführt werden. Hierbei werden (Eingangs-)Daten variiert, um deren Auswirkungen auf die gesamten LCC oder auf Teilelemente zu zeigen.

Wenn ein verbreiteter Parameter, z. B. der Personalstundensatz, variiert wird, ist es zur erleichterten Durchführung der Sensitivitätsanalyse wichtig, das LCC-Modell so zu konzipieren, dass die Veränderungen automatisch an allen Stellen gezeigt werden, wo dieser Parameter verwendet wird.

Es kann wünschenswert sein, Minimal- oder Maximalwerte bestimmter Datenelemente oder sogar eine Verteilung zu verwenden. Das LCC-Modell sollte in diesem Fall so konzipiert sein, dass es diese Anforderungen erfüllen kann.

#### 4.5.5 Einfluss von Diskontierung, Inflation und Besteuerung auf die LCC

Einige Faktoren verkomplizieren den Prozess der Ermittlung der Lebenszykluskosten; beispielsweise verändert sich der reale Wert des Geldes ständig, und es müssen möglicherweise Faktoren wie Opportunitätskosten, Inflation und Besteuerung berücksichtigt werden.

In Anhang B werden diese Konzepte vorgestellt, und es werden kurz Methoden dargestellt, die berücksichtigt werden können.

### 4.6 Prozess der Ermittlung der Lebenszykluskosten

#### 4.6.1 Allgemeines

Der Prozess zur Ermittlung der Lebenszykluskosten umfasst die Ermittlung und Bewertung der Kosten, die mit der Beschaffung, dem Besitz und der Entsorgung eines Produkts während seines Lebenszyklus verbun-

den sind. Um Ergebnisse hervorzubringen, die sinnvoll und korrekt zum Einsatz kommen, sollte jede Analyse der Lebenszykluskosten in einer strukturierten und gut dokumentierten Art und Weise mit folgenden Arbeitsschritten durchgeführt werden:

- Plan zur Ermittlung der Lebenszykluskosten (einschließlich der Definition der Ziele der Lebenszykluskosten-Analyse);
- Auswahl oder Entwicklung eines LCC-Modells;
- Anwendung eines LCC-Modells;
- Dokumentation der Ermittlung der Lebenszykluskosten;
- Überprüfung der Ergebnisse der Lebenszykluskosten;
- Fortschreibung der Analyse.

Die oben genannten Schritte können iterativ durchgeführt werden, falls Umstände zu irgendeinem Zeitpunkt eine Notwendigkeit ergeben, die in einem früheren Stadium bereits beendete Arbeit zu wiederholen oder zu verändern. Bei jedem Arbeitsschritt sollen die gemachten Annahmen genauestens dokumentiert werden, um derartige Iterationen zu erleichtern und um die Interpretation der Ergebnisse zu unterstützen.

Die Ermittlung der Lebenszykluskosten ist eine multidisziplinäre Tätigkeit. Die Analytiker sollten mit den Grundprinzipien der Ermittlung der Lebenszykluskosten vertraut sein (einschließlich typischer Kostenelemente, Quellen von Kostendaten, finanztechnischer Grundregeln) und sollten ein klares Verständnis für die Methoden zur Untersuchung von Unsicherheiten in Zusammenhang mit Kostenschätzungen haben. Abhängig vom Rahmen der Analyse ist es wichtig, Kosteninformationen von Personen, die mit allen Phasen des Lebenszyklus vertraut sind, zu erhalten. Dies kann sowohl Mitarbeiter von Zulieferern als auch von Kunden mit einbeziehen.

#### 4.6.2 Plan zur Ermittlung der Lebenszykluskosten

Die Ermittlung der Lebenszykluskosten sollte mit der Entwicklung eines Planes beginnen, der sich mit dem Zweck und dem Rahmen der Analyse befasst. Der Plan sollte folgende Elemente ansprechen:

- a) Definition der Zielsetzungen für die Analyse im Sinne von Ergebnissen, die anhand der Analyse zur Verfügung gestellt werden sollen, und der Entscheidungen, für die die Ergebnisse genutzt werden, um die Analyse abzusichern. Typische Zielsetzungen sind:
  - Ermittlung der LCC für ein Produkt zur Unterstützung der Planung, des Vertragswesens, der Etatplanung und ähnlichen Anforderungen;
  - Auswertung der Wirkung von Handlungsalternativen auf die LCC eines Produkts (wie Designansätze, Produktbeschaffungs- und Unterstützungspolitiken oder alternative Technologien);
  - Feststellung von Kostenelementen, die einen Hauptbeitrag zu den LCC eines Produkts liefern, um sich auf Design, Entwicklung, Beschaffung oder Produkt-Unterstützungsaufwand zu konzentrieren.
- b) Festlegung des Umfangs der Analyse im Hinblick auf das Produkt (die Produkte), das (die) untersucht werden, auf die zu berücksichtigenden Zeitperioden (Lebenszyklusphasen), auf die Betriebsumgebung und auf das zum Einsatz kommende Szenarium für die Instandhaltungsunterstützung.
- c) Identifizierung aller zugrunde liegenden Bedingungen, Annahmen, Beschränkungen und Randbedingungen (wie Mindestleistung des Produkts, Verfügbarkeitsanforderungen oder Höchstgrenzen für die Kapitalkosten), die möglicherweise den Bereich von zu untersuchenden annehmbaren Optionen einschränken.
- d) Festlegung der zu untersuchenden Handlungsalternativen (falls dies Teil der Analysenzielsetzung ist). Die Liste der vorgeschlagenen Alternativen kann verfeinert werden, wenn neue Optionen identifiziert werden oder wenn erkennbar wird, dass bestehende Optionen die Randbedingungen der Aufgabenstellung verletzen.
- e) Erarbeitung einer Abschätzung über die erforderlichen Ressourcen und eines Berichtszeitplans für die Analyse, um sicherzustellen, dass die Analyseergebnisse fristgerecht für die entsprechenden Entscheidungsprozesse verfügbar sind.

Der Analyse-Plan sollte am Beginn des LCC-Analyse-Prozesses dokumentiert werden, um als Fokus für restlichen Arbeiten zu dienen. Der Plan sollte von den vorgesehenen Nutzern der Analyseergebnisse sowohl aus