

Entwurf zur IEC 300-3-10

Zuverlässigkeitsmanagement

Teil 3: Anwendungsleitfaden

Hauptabschnitt 10: Instandhaltbarkeit und Instandhaltungsunterstützung
(IEC 56/487/CD : 1995)**DIN****IEC 56/487/CD**

Einsprüche bis 31. Mrz 1997

ICS 03.120.10; 29.020

Draft IEC 300-3-10 Dependability management -
Part 3: Application guide -
Section 10: Maintainability and maintenance support
(IEC 56/487/CD:1995)

Das internationale Schriftstück IEC 56/487/CD : 1995 "Draft IEC 300-3-10 Dependability management - Part 3: Application guide - Section 10: Maintainability and maintenance support " ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden.

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten an die Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE), Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Fortsetzung Seite 2 bis 26

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält die deutsche Übersetzung des Internationalen Sekretariats-Entwurfs [Committee Draft (CD)] IEC 56/487/CD "Draft IEC 300-3-10 Dependability management - Part 3: Application guide - Section 10: Maintainability and maintenance support", Ausgabe 10.95.

Der Internationale Sekretariats-Entwurf wurde vom TC 56 "Dependability" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und als CD herausgegeben.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 132 "Zuverlässigkeit" der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Der Zusammenhang der in diesem Norm-Entwurf zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

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.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm
EN 60300-1:1993	IEC 300-1:1993/ ISO 9000-4:1993	DIN ISO 9000-4:1994-06
EN 60300-2:1996	IEC 300-2:1995	DIN EN 60300-2:1996-10
–	IEC 706-1:1982	DIN IEC 706-1:1986-12
–	IEC 706-2:1990	–
–	IEC 706-3:1987	DIN IEC 706-3:1990-12
–	IEC 706-4:1992	E DIN IEC 706-4:1995-07
–	IEC 706-5:1995	–

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60300-2	Zuverlässigkeitsmanagement Teil 2: Zuverlässigkeitsprogrammelemente und -aufgaben (IEC 300-2:1995) – Deutsche Fassung EN 60300-2:1996
DIN IEC 706-1	Elektrotechnik – Leitfaden zur Instandhaltbarkeit von Geräten Teil 1: Hauptabschnitte Eins, Zwei und Drei – Einführung, Anforderungen und Instandhaltbarkeitsprogramm – Identisch mit IEC 706-1 Ausgabe 1982
DIN IEC 706-3	Elektrotechnik – Leitfaden zur Instandhaltbarkeit von Geräten Teil 3: Hauptabschnitte Sechs und Sieben – Nachweis und Erfassung, Analyse und Darstellung von Daten – Identisch mit IEC 706-3 : 1987
E DIN IEC 706-4	Leitfaden zur Instandhaltbarkeit von Geräten – Teil 4: Hauptabschnitt 8 – Planung der Instandhaltung und ihrer Unterstützung (IEC 706-4 : 1992)
DIN ISO 9000-4	Normen zu Qualitätsmanagement und zur Darlegung von Qualitäts- managementsystemen, Leitfaden zum Management von Zuverlässigkeits- programmen (Identisch mit ISO 9000-4:1993 bzw. IEC 300-1:1993) Deutsche Fassung EN 60300-1:1993

Deutsche Übersetzung
Entwurf zur IEC 300-3-10 Zuverlässigkeitsmanagement -
Teil 3: Anwendungsleitfaden
Hauptabschnitt 10: Instandhaltbarkeit und Instandhaltungsunterstützung

Vorwort

Der Anwendungsleitfaden für Instandhaltbarkeit wurde erstmals vorgeschlagen, als IEC TC 56 vor einigen Jahren das Werkzeug-Konzept einführte, und er wurde schließlich verwirklicht, als es notwendig wurde, die verschiedenen Teile von IEC 706, Leitfaden zur Instandhaltbarkeit, an IEC 300-1 und IEC 300-2 anzubinden, welche Anleitung zur Aufstellung von Zuverlässigkeitsprogrammen geben.

Die Absicht des Anwendungsleitfadens zur Instandhaltbarkeit ist es, die Instandhaltbarkeitsziele des Zuverlässigkeitsprogramms von IEC 300-2 zu erklären. Der Leitfaden wurde von der WG 6 des TC 56 der IEC als Ergänzung von IEC 300-2 entwickelt und hält sich an die dort vorgegebenen Verfahrensabläufe. Dies ist nicht immer ideal aus der Sicht, Instandhaltbarkeit erzeugen zu wollen, aber dieser Weg wurde bewußt gewählt, um alle Aspekte der Instandhaltbarkeit im Zuverlässigkeitsprogramm von IEC 300-2 abzudecken und ihre Einführung zu erleichtern.

Inhaltsverzeichnis

Einführung.....	4
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Zitierte Normen.....	4
3 Definitionen	5
4 Allgemeines zur Instandhaltbarkeit	5
4.1 Produkt-Lebenszyklus	5
5 Instandhaltbarkeitsprogramm.....	7
5.1 Kriterien für die Entwicklung von Instandhaltbarkeitsprogrammen.....	7
5.2 Produktabhängige Faktoren.....	8
6 Instandhaltbarkeitsprogrammelemente und -aufgaben	10
6.1 Planung und Zwänge.....	10
6.2 Instandhaltbarkeitsstudien	12
6.3 Projektmanagement	13
6.4 Entwurfsprozeß für Instandhaltbarkeit.....	15
6.5 Extern beschaffte Produkte	17
6.6 Analyse- und Vorhersagemethoden.....	17
6.7 Verifikation, Bewertung und Prüfung.....	20
6.8 Lebenszykluskosten-Programm	21
6.9 Planung der Betriebs- und Instandhaltungsunterstützung	21
6.10 Verbesserungen und Änderungen	24
6.11 Sammlung und Auswertung von Instandhaltbarkeitsdaten	25

Einführung

Instandhaltbarkeit beschreibt den Prozeß, sicherzustellen, daß neu entworfene oder entwickelte Produkte leicht und sicher instandgehalten werden können und daß die notwendige Instandhaltungsunterstützung auf ein Minimum beschränkt wird.

Bei einem langlebigen Produkt können die Betriebs- und Instandhaltungskosten die durch die Anfangsinvestition bedingten Kapitalkosten um ein Vielfaches übersteigen. Die Optimierung der Instandhaltbarkeit muß daher für den Kunden einen hohen Stellenwert besitzen. Anstrengungen und Aufwendungen in die Verbesserung eines Produkts, um es leicht und billig instandhalten zu können, werden sehr erhebliche Ersparnisse bei den Lebenszykluskosten zur Folge haben.

Die Instandhaltungskosten eines Produkts sind auch vom Einsatzspektrum abhängig. Bezogen auf eine große Ausrüstungsflotte wie z. B. von Lastwagen im militärischen Dienst kann selbst eine kleine Verbesserung der Instandhaltbarkeit auf die Dauer erhebliche Kosteneinsparungen bewirken.

Wenn ein Produkt auf dem offenen Markt gehandelt wird, ist das Konzept einer einfachen Instandhaltung mit niedrigen Kosten ein wichtiges Merkmal bei der Auswahl des Produkts mit niedrigen Betriebskosten.

1 Anwendungsbereich

Die Norm- und Leitfadenreihe IEC 300 erklärt die Verfahren zur Einführung eines Zuverlässigkeitsprogramms während der Entwurfs- und Entwicklungsphase eines Produkts, um ein spezifiziertes Zuverlässigkeitsniveau zu erreichen.

IEC 300-1 stellt dabei die übergeordnete Norm dar, der die Aufgaben definiert, die es abzuarbeiten gilt.

IEC 300-2 ist die nächst niedrigere Norm und gibt Anleitung, wie diese Aufgaben erledigt werden sollten.

IEC 300-3 umfaßt eine Reihe von Anwendungsleitfäden, welche die in IEC 300-2 behandelten Aufgaben auf bestimmte Bereiche der Zuverlässigkeit anpaßt. Diese verweisen dann auf weitere Dokumente, welche die "Werkzeuge" beschreiben, die bei Anwendung eines derartigen Leitfadens zu benutzen sind.

Dieser Leitfaden ist der Anwendungsleitfaden für Instandhaltbarkeit, der für die Aufstellung eines Instandhaltbarkeitsprogramms benutzt werden kann, und zwar während der Start-, Entwicklungs- und Inbetriebnahme-phase eines Produkts. Er gibt Anleitung, wie die Instandhaltbarkeitsaspekte der Aufgaben betrachtet werden sollten, um optimale Instandhaltbarkeit und Instandhaltungsunterstützung zu erreichen. Es ist zu beachten, daß das volle in diesem Leitfaden beschriebene Programm nur bei einer sehr umfangreichen Produktentwicklung gebraucht wird. Das Programm kann entsprechend dem Grad der Komplexität und den Anforderungen der Kunden gekürzt werden. Der Leitfaden benutzt weitere IEC-Standards und Leitfäden - insbesondere IEC 706 "Leitfaden zur Instandhaltbarkeit von Geräten" - als Referenzdokumente oder -werkzeuge, um weitere Einzelheiten aufzuzeigen, wie bei der Bearbeitung der Aufgaben vorzugehen ist.

Ein Vertrag zwischen Kunden und Lieferer wird entsprechend den Voraussetzungen in den verschiedenen Produktbranchen in weiten Grenzen variieren. Dieser Leitfaden geht davon aus, daß ein Produkt von einem Vertragspartner aus einem Basiskonzept entwickelt wird, das die besonderen Anforderungen eines Anwenders für das Entwicklungsprodukt (DI) beschreibt. In manchen Fällen hingegen, in denen ein Produkt bereits existiert und nur kleine oder gar keine Entwicklungsanstrengungen nötig sind, handelt es sich um ein Nichtentwicklungsprodukt (NDI), wofür nicht das volle Instandhaltbarkeitsprogramm dieses Leitfadens benötigt wird. Die im Leitfaden niedergelegten Prinzipien können hingegen stets angewandt werden, wenn dies notwendig erscheint, indem das Instandhaltbarkeitsprogramm an die Bedürfnisse des Projekts angepaßt wird.

2 Zitierte Normen

IEC 300-1/ISO 9000-4	Dependability management - Part 1: Dependability assurance of products
IEC 300-2	Dependability management - Part 2: Dependability programme elements and tasks
IEC 706-1	Guide on maintainability of equipment - Guide to specifying and contracting for maintainability
IEC 706-2	Guide on maintainability of equipment - Maintainability studies during the design phase
IEC 706-3	Guide on maintainability of equipment - Guide to maintainability verification, and the collection, analysis and presentation of maintainability data

IEC 706-4	Guide on maintainability of equipment - Maintenance and maintenance support planning
IEC 706-5	Guide on maintainability of equipment - Diagnostic testing

3 Definitionen

In diesem Leitfaden werden die Begriffe aus IEC 50(191) angewandt. Zum besseren Verständnis werden daraus die folgenden Definitionen auszugsweise wiederholt:

191-13-01 Instandhaltbarkeitsmaß: Wahrscheinlichkeit, daß unter festgelegten Bedingungen und bei Anwendung festgelegter Verfahren und Mittel eine geforderte aktive Instandhaltungsmaßnahme an einer unter gegebenen Anwendungsbedingungen genutzten Einheit innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls ausgeführt werden kann.

191-02-07 Instandhaltbarkeit: Fähigkeit einer Einheit, unter gegebenen Anwendungsbedingungen in einem Zustand erhalten bzw. in ihn zurückversetzt werden zu können, in dem sie eine geforderte Funktion erfüllen kann, wobei vorausgesetzt wird, daß die Instandhaltung unter den gegebenen Bedingungen mit den vorgeschriebenen Verfahren und Hilfsmitteln durchgeführt wird.

191-07-01 Instandhaltung: Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen einschließlich Überwachungsmaßnahmen, mit denen eine Einheit im funktionsfähigen Zustand erhalten oder in ihn zurückversetzt werden soll.

191-07-04: Instandhaltungsstufe: Stelle der Organisation, wo festgelegte Instandhaltungsebenen einer Einheit auszuführen sind.

ANMERKUNG 1: Beispiele für Instandhaltungsstufen sind: Feld, Reparaturwerkstatt, Hersteller.

ANMERKUNG 2: Die Instandhaltungsstufe ist gekennzeichnet durch die Personalqualifikation, die vorhandenen Einrichtungen, den Standort usw..

191-07-06 Instandhaltungsebene: Instandhaltungstätigkeiten, die in einer festgelegten Gliederungsebene auszuführen sind.

4 Allgemeines zur Instandhaltbarkeit

Instandhaltbarkeit ist die Leichtigkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Genauigkeit, mit der die notwendige Instandhaltung eines Produkts ausgeführt werden kann, sie wird gemessen entweder als Ausdruck einer Wahrscheinlichkeit oder als die Gesamtheit der Ressourcen, die für die Instandhaltung benötigt werden. Sie hat daher einen direkten Einfluß auf die Fähigkeit eines Produkts, die geforderte Leistungsfähigkeit zu erfüllen. Instandhaltung ist die Tätigkeit, diese Fähigkeit zu erhalten.

Diese Unterscheidung spiegelt sich in den Definitionen von Instandhaltbarkeit und Instandhaltung wieder, die Abschnitt 3 auszugsweise niedergelegt sind.

In Entwurf eines Produkts sollte der Entwickler in Betracht ziehen, wie das System und seine Komponenten instandgehalten werden müssen. Instandhaltbarkeit und die Umsetzung der entsprechenden Ziele werden deshalb direkt von den Entwurfsarbeiten und -entscheidungen beeinflusst.

Die Notwendigkeit, in der Entwurfsphase auch zu betrachten, wie Menschen mit dem System umgehen, bedeutet, daß auch solche Parameter wie Arbeitsschutz, menschliche Faktoren und gute Zugänglichkeit in den Entwurfsprozeß einzubeziehen sind.

Um diese Faktoren in den umfassenden Bereich der Instandhaltungsunterstützung, Materialversorgung, technischen Dokumentation, Schulung usw. zu integrieren, sollte ein Instandhaltbarkeitsprogramm entwickelt werden. Ein solches Programm besteht aus einer systematischen und durchdachten Sammlung von Aufgaben, welche zusammen mit den Entwurfstätigkeiten abzuarbeiten sind, es ist ein wichtiger Teil des Zuverlässigkeitsprogramms, das eine entscheidende Rolle im übergeordneten Projektmanagement spielt.

4.1 Produkt-Lebenszyklus

IEC 300-2, Abschnitt 4, erklärt den Lebenszyklus eines Produkts vom Konzept bis zur Entsorgung. Die Lebenszykluskosten werden stark von den Instandhaltungsanforderungen beeinflusst. Diese sollten daher in jedem Stadium des Lebenszyklus voll in Betracht gezogen werden. Eine solche Betrachtung ist letztendlich entscheidend für die Ausführung der notwendigen Instandhaltbarkeitsschritte. Werden diese Schritte nicht ausgeführt, wird dies auf die Verfügbarkeit eines Produkts und möglicherweise auf seine wirtschaftliche und operative Lebensfähigkeit negative Auswirkungen haben. In den folgenden Abschnitten wird jede Lebenszyklusphase besprochen.

4.1.1 Konzept- und Definitionsphase

Es ist besonders wichtig, daß die Instandhaltbarkeit bereits im frühesten Stadium eines Produkts in die Betrachtungen einbezogen wird. Dies ist normalerweise die Konzept- und Definitionsphase, die es erlaubt, ein klares Instandhaltungskonzept zu definieren. Der Entwurf des Produkts wird stark von den Instandhaltungserfordernissen geprägt und die folgenden wichtigen Parameter sind Beispiele dafür, worauf es in diesem Stadium ankommt:

- Verfügbarkeitsanforderungen;
- Umweltbedingungen;
- Stellenwert der planmäßigen Instandhaltung;
- die erwartete Produktlebensdauer und die Entsorgungsmethode.

4.1.2 Entwurfs- und Entwicklungsphase

Die Instandhaltbarkeit sollte als ein integraler Bestandteil des Produktentwurfs betrachtet werden. Instandhaltbarkeitsstudien in Verbindung mit Funktionsfähigkeitsstudien werden durchgeführt, um die betrieblichen Anforderungen in detaillierte qualitative und quantitative Instandhaltbarkeitsanforderungen und Entwurfsmerkmale umzusetzen.

Insbesondere sollten diese Studien einbeziehen:

- Qualifikation des Instandhaltungspersonals;
- die vorgesehenen Instandhaltungsstufen;
- Art und Menge der Instandhaltungsmaßnahmen, die von jeder "Instandhaltungsstufe" (siehe Abschnitt 3) ausgeführt werden soll;
- mittlere Instandsetzungsdauer (MTTR);
- Instandhaltungskosten.

Es empfiehlt sich die Benutzung eingeführter und erprobter Instandhaltbarkeits-Standards, um wirkungsvoll zu der Entwurfsarbeit im einzelnen beizutragen. Diese sind in vielen Industriebetrieben und bei Anbietern von Lösungen unterschiedlicher Instandhaltbarkeitsentwurfsprobleme verfügbar. Weitere Hilfe für Instandhaltbarkeitsstudien und damit verbundene Tätigkeiten bietet in dieser Phase IEC 706-2, Leitfaden für Instandhaltbarkeitsstudien in der Entwurfsphase.

Die Instandhaltungsunterstützung muß in dieser Phase ebenfalls betrachtet werden, um sicherzustellen, daß das Produkt voll unterstützt werden kann, wenn es in Betrieb geht. Weitere Anleitung zur Instandhaltungsunterstützung wird in 6.4 und IEC 706-4, Instandhaltung und Instandhaltungsunterstützung, gegeben.

4.1.3 Herstellungs- und Inbetriebsetzungsphase

Im Idealfall sollte den Nachweis der funktionalen Parameter während der Entwicklung des Produkts und der Erprobung von Prototypen oder der ersten Seriengeräte durchgeführt werden. Jedoch können diese Ergebnisse nicht den Standard repräsentieren, der in den Modellen der laufenden Produktion ausgeführt ist. Darüber hinaus können die notwendigen Prüfverfahren noch in Entwicklung gewesen sein. Während die Ergebnisse einiger Instandhaltbarkeitsprüfungen, die während dieser Phase durchgeführt werden, durchaus nützlich sind, ist die volle Verifikation, ob die Instandhaltbarkeitsschritte erfolgreich ausgeführt wurden, erst möglich, wenn genügend Geräte aus der Serienproduktion zur Verfügung stehen. In 6.7 und in IEC 706-3, Leitfaden zur Instandhaltbarkeitsverifikation sowie Sammlung, Auswertung und Darstellung von Instandhaltbarkeitsdaten, werden weitere Erläuterungen zur Instandhaltbarkeitsverifikation gegeben.

4.1.4 Betriebs- und Instandhaltungsphase

Wenn das Produkt in Betrieb genommen wurde, sollte seine Instandhaltbarkeit aufgrund von Messungen verifiziert werden. Ein Instandhaltungsdaten-Erfassungssystem sollte eingeführt werden, um Instandhaltbarkeitsparameter abschätzen und Instandhaltungsprobleme feststellen zu können. Weitere Anleitungen zur Instandhaltungsdatensammlung finden sich in 6.11 und IEC 706-3, Leitfaden zur Instandhaltbarkeitsverifikation sowie Sammlung, Auswertung und Darstellung von Instandhaltbarkeitsdaten.

4.1.5 Entsorgungsphase

Die Entscheidung, ein Produkt zu entsorgen, wird getroffen aufgrund seiner Fähigkeit, die Funktion zufriedenstellend fortzusetzen, aufgrund seines Funktionsfähigkeits- und Instandhaltbarkeitsniveaus und seiner Be-

triebskosten. Diese Faktoren hängen ab von der kontinuierlichen Bereitstellung von Ersatzteilen und Unterstützung sowie von der Verfügbarkeit von Austauschteilen.

5 Instandhaltbarkeitsprogramm

Die Produkt-Funktionsfähigkeit kann nur durch angemessene Instandhaltung sichergestellt werden. Wenn ein Produkt dauerhaft funktionsfähig ist oder als Wegwerfeinheit entworfen wurde, stellt sich die Frage der Instandhaltung und damit Instandhaltbarkeit nicht. Bei den meisten Produkten sind jedoch einige Ausfälle unvermeidlich, welche korrigierende Instandhaltung erforderlich machen. Hinzu kommt die Notwendigkeit der planmäßigen Instandhaltung, um einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb der Produkte während ihrer Nutzungszeit zu gewährleisten, die Verfügbarkeit zu erhöhen und die korrigierende Instandhaltung zu reduzieren.

Um eine akzeptable Produkt-Instandhaltbarkeit zu erzielen, sollte in geplanter, systematischer Form ein Instandhaltbarkeitsprogramm in Verbindung mit dem Funktionsfähigkeitsprogramm in den umfassenden Projektentwurfsprozeß integriert werden. Ein derartiges Instandhaltbarkeitsprogramm sollte folgende Elemente umfassen:

- Führungs- und Organisationsaktivitäten zur Sicherstellung einer effektiven und effizienten Einführung des Programms;

- Liste der Instandhaltbarkeitsaufgaben, die während des Entwurfsprozesses umgesetzt werden müssen;

- Expertentätigkeiten zur Schaffung der nötigen Eingangsvoraussetzungen für das Programm.

Ziel eines solchen Programms ist die Optimierung der Systemeffektivität bezogen auf folgende Zwänge:

- Abwägen der Produktverfügbarkeit gegen die möglichen Lebenszykluskosten;

- Abwägen der Erfordernisse für Instandhaltung und Instandhaltungsunterstützung;

- Sicherheitswagnisse.

Bild 1 zeigt die Beziehung zwischen dem Entwurfsprozeß und den instandhaltbarkeitsbezogenen Entwurfsaufgaben.

5.1 Kriterien für die Entwicklung von Instandhaltbarkeitsprogrammen

Das Instandhaltbarkeitsprogramm muß auf ein bestimmtes Produkt oder einen bestimmten Prozeß zugeschnitten sein und die hierfür relevanten Bedingungen, Erfordernisse und Komplexität in Betracht ziehen.

Die Planung eines effektiven Instandhaltbarkeitsprogramms während irgendeiner der Produkt-Lebenszyklusphasen setzt die Kenntnis der Instandhaltbarkeitsprinzipien, -methoden und -techniken voraus. Sie erfordert weiterhin das Verständnis des Produkts selbst und seiner Technologie, seines beabsichtigten Einsatzes, seiner verschiedenen Kostenfaktoren, seiner Konstruktion und der Erwartungen des Kunden.

Um effektive Ergebnisse zu erhalten, sollte der Integration der Instandhaltbarkeitsaktivitäten in die anderen Entwurfs- und Entwicklungsarbeiten der Vorzug vor einer getrennten Abwicklung gegeben werden.

Bei der Entwicklung eines Instandhaltbarkeitsprogramms sollten folgende Dinge in Erwägung gezogen werden.

5.1.1 Nutzungs-Anpassung

Die Notwendigkeit, Instandhaltbarkeitserfordernisse zu spezifizieren und ein Instandhaltbarkeitsprogramm für ein Produkt einschließlich seiner Unterstützung durchzuführen, hängt von den in jedem Fall vorliegenden Marktbedingungen (Endnutzer) ab.

Instandhaltbarkeitsbetrachtungen hängen von Faktoren ab wie geforderte Produktlebensdauer, Sicherheit oder Effektivität und von finanziellen Bedingungen bezogen auf verschiedene Marktsituationen. Beispielsweise erfordern Luftfahrtssysteme und Kernkraftanlagen einen hohen Grad an Sicherheit, was die Instandhaltungsanforderungen prägt. Bei anderen Produkten mögen die Instandhaltungskosten in bezug auf die Betriebskosten im Vordergrund stehen und damit den Grad der erforderlichen Instandhaltbarkeit bestimmen.

Die Bedeutung der Instandhaltbarkeit als besonderer Entwurfs- und Unterstützungsaspekt kann je nach Produktart variieren und das Instandhaltbarkeitsprogramm muß auf die Anforderungen an dieses Produkt zugeschnitten werden.

5.2 Produktabhängige Faktoren

Bei der Vorbereitung des Instandhaltbarkeitsprogramms sollten die folgenden Faktoren betrachtet und die jeweils wichtigen eingebracht werden:

Instandhaltbarkeitsanforderungen Das Niveau der Instandhaltbarkeit und der Instandhaltungsunterstützung, welche benötigt wird, um eine vorgegebene Verfügbarkeit zu erreichen.

Komplexität Die Komplexität eines Produkts bestimmt die Komplexität der Instandhaltungsunterstützung. Beispielsweise muß der Grad an nutzbarer interner Diagnose (BITE) im Licht der Notwendigkeit gesehen werden, hohe Instandhaltbarkeitswerte zu erzielen.

Reife Für ausgereifte Produkte gibt es eingeführte Instandhaltungsverfahren, hingegen müssen für weniger ausgereifte Produkte ungeprüfte Technologien und Anpassungsentwicklungen in Kauf genommen werden.

Entscheidungskritische Faktoren Sicherheit ist der übliche Grund dafür, daß Instandhaltung als kritisch eingestuft wird und damit die Sicherheit auch zur obersten Maxime wird. Wie in 5.1.1 erwähnt, sind Kernkraftanlagen und Luftfahrtsysteme typische Beispiele für sicherheitskritische Produkte. Betriebliche und wirtschaftliche Gesichtspunkte können ebenso kritisch werden, wie z. B. der Abbruch einer Produktionsanlage.

Technische Unsicherheiten Wenn nicht voll erprobte Technik zum Einsatz kommt, muß der Entwurf der Instandhaltbarkeit und der entsprechenden Instandhaltungsmaßnahmen dafür Rücksicht nehmen.

Technische Zwänge Wenn der Entwurf von technischen oder physikalischen Zwängen beeinflusst wird, die außerhalb der Kontrolle des Entwerfers liegen, werden mehr und komplexere Instandhaltungsmaßnahmen notwendig.

Programmmzwänge Enge Planungs- und Finanzierungsgrenzen können die Entwurfsfreiheit für eine optimale Zuverlässigkeit einschränken. Zusätzliche Instandhaltungsmaßnahmen müssen dann in Betracht gezogen werden, um den Zuverlässigkeitsanforderungen zu entsprechen.

Instandhaltungsunterstützungsbedingungen Die Instandhaltungsphilosophie und die Qualifikation des Betriebspersonals können die Effektivität der Programmschritte beeinflussen.

Betriebsbedingungen Erschwerte Umweltbedingungen, Einsatzdauer, usw. können die Häufigkeit der Instandhaltungsmaßnahmen mitbestimmen.

Materialversorgung Die Versorgung des Instandhaltungsgeschehens hat Vorrang, dann folgen die Probleme von Lagerung, Behandlung und Transport.

Kundenbezogene Faktoren Die kundenseitigen Instandhaltungserfahrungen und der Umfang, in welchem die Instandhaltung von Kundenpersonal durchgeführt wird. Die Bedeutung des Produkts für den Kunden.

Liefererbezogene Faktoren Die liefererseitigen Instandhaltungserfahrungen und der Umfang, in welchem der Lieferer Instandhaltungsunterstützung gewährt, werden den Instandhaltungsort und die Instandhaltungsebene mitbestimmen.

Lebenszyklusphase Wenn ein Produkt kein volles Entwicklungsprogramm benötigt, müssen die entscheidenden Lebenszyklusphasen mit der für die Einhaltung der Anforderungen notwendigen Tiefe einer Instandhaltbarkeitsanalyse unterzogen werden.