

DIN EN 60706-3



ICS 29.020

Ersatz für
DIN IEC 60706-3:1990-12
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Instandhaltbarkeit von Geräten –
Teil 3: Verifizierung und Erfassung, Analyse und Darstellung von Daten
(IEC 60706-3:2006);
Deutsche Fassung EN 60706-3:2006**

Maintainability of equipment –
Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data (IEC 60706-3:2006);
German version EN 60706-3:2006

Maintenabilité de matériel –
Partie 3: Vérification et recueil, analyse et présentation de données (CEI 60706-3:2006);
Version allemande EN 60706-3:2006

Gesamtumfang 39 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-07-01 angenommene EN 60706-3 gilt als DIN-Norm ab 2007-02-01.

Daneben darf DIN IEC 60706-3:1990-12 noch bis 2009-07-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60706-3:2003-07.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 132 „Zuverlässigkeit“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

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

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (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 60706-3:1990-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Neuer Abschnitt 6 „Verifizierung quantitativer Instandhaltbarkeitsmerkmale“.
- b) Neuer Abschnitt 7 „Nachweisverfahren“.
- c) Neuer Abschnitt 8 „Elemente der Verifizierung“.
- d) Zusätzlicher Anhang B „Instandhaltbarkeitsnachweisverfahren“.
- e) Zusätzlicher Anhang C „Analyse von auf die Instandhaltbarkeit bezogenen Daten“.

Frühere Ausgaben

DIN IEC 60706-3:1990-12

Instandhaltbarkeit von Geräten –
Teil 3: Verifizierung und Erfassung, Analyse und Darstellung von Daten
(IEC 60706-3:2006)

Maintainability of equipment –
Part 3: Verification and collection, analysis and
presentation of data
(IEC 60706-3:2006)

Maintenabilité de matériel –
Partie 3: Vérification et recueil, analyse et
présentation de données
(CEI 60706-3:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-07-01 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, Rumänien, 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 56/1094/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60706-3, ausgearbeitet von dem IEC TC 56 „Dependability“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-07-01 als EN 60706-3 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): 2007-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-07-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60706-3:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60300-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60300-1:2003 (nicht modifiziert).
IEC 60300-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60300-2:2004 (nicht modifiziert).
IEC 60300-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60300-3 (Reihe) (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Einführung in die Verifizierung der Instandhaltbarkeit	7
4.1 Zielsetzung der Verifizierung	7
4.2 Instandhaltungskonzepte, die die Verifizierung der Instandhaltbarkeit beeinflussen	7
4.3 Verifizierungsverfahren	8
4.4 Verifizierungsprozess	8
4.5 Randbedingungen	9
4.6 Qualitative und quantitative Verifizierungsverfahren	10
5 Verifizierung qualitativer Instandhaltbarkeitsmerkmale	11
5.1 Entwicklungsbewertung	11
5.2 Bewertung von Prüfergebnissen	11
5.3 Untersuchungen der Instandhaltungsfreundlichkeit	11
5.4 Analyse und Bewertung von Instandhaltungsaufgaben	11
5.5 Auswertung von Betriebserfahrungen	12
6 Verifizierung quantitativer Instandhaltbarkeitsmerkmale	12
6.1 Instandhaltbarkeitsvorhersagen	12
6.2 Verifizierung durch Nachweisprüfungen	12
6.3 Verifizierung anhand von Betriebsdaten	13
7 Nachweisverfahren	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Nachweisarten	13
7.3 Nachweisplanung	14
7.4 Randbedingungen	14
7.5 Nachweis nach Änderung	15
8 Elemente der Verifizierung	15
8.1 Mögliche Datenquellen	15
8.2 Beschaffen und Analysieren der Daten	15
8.3 Auswertung	16
8.4 Vergleich	17
9 Erfassung, Analyse und Darstellung von Daten zur Instandhaltbarkeit	17
9.1 Allgemeines	17
9.2 Instandhaltungskonzeption	17
9.3 Datenherkunft	18

	Seite
9.4 Daten aus Nachweisprüfungen und Betriebsdaten der Einheit.....	18
9.5 Analyseverfahren.....	19
9.6 Darstellung der Daten.....	19
Anhang A (normativ) Prüfungen zum Nachweis der Instandhaltbarkeit.....	23
A.1 Instandhaltbarkeitsprüfverfahren.....	23
A.2 Verfahren zur Auswahl der Instandhaltungsaufgaben.....	23
A.3 Verfahren der induzierten Ausfälle.....	24
A.4 Personalauswahl.....	25
Anhang B (normativ) Instandhaltbarkeitsnachweisverfahren.....	26
B.1 Allgemeines.....	26
B.2 Testverfahren 1.....	26
B.3 Testverfahren 2.....	27
B.4 Testverfahren 3.....	27
B.5 Testverfahren 4.....	28
B.6 Testverfahren 5.....	28
B.7 Testverfahren 6.....	29
B.8 Testverfahren 7.....	30
B.9 Testverfahren 8.....	30
Anhang C (normativ) Analyse von auf die Instandhaltbarkeit bezogenen Daten.....	34
C.1 Allgemeines.....	34
C.2 Bestimmung der statistischen Verteilung nach Kolmogorov-Smirnov.....	34
C.2.1 Für Instandhaltbarkeitsbetrachtungen verwendete Verteilungen.....	34
C.2.2 Kolmogorov-Smirnov-Test.....	34
Literaturhinweise.....	36
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	37
Bild B.1 – Testverfahren 8 – Sequentieller Prüfplan.....	32
Tabelle 1 – Qualitative und quantitative Verfahren der Verifizierung der Instandhaltbarkeit.....	10
Tabelle 2 – Zusammenfassung von Daten über Maßnahmen der aktiven Instandsetzung.....	21
Tabelle 3 – Zusammenfassung der aktiven Reparaturdauern.....	21
Tabelle 4 – Wartungsplan.....	22
Tabelle A.1 – Prüfverfahren.....	23
Tabelle B.1 – Testverfahren 7 – Annahme- und Rückweiseanzahlen.....	32
Tabelle B.2 – Stichprobenpläne für spezifizierte p_0 , p_1 , α , β ($p_0 < 0,2$).....	33
Tabelle C.1 – Kritische Werte von d	34

Einleitung

Zur Entwicklung einer Einheit gehört die Bereitstellung wirkungsvoller Instandhaltungstechniken, die später einen einwandfreien Betrieb sicherstellen sollen. Vor Inbetriebnahme muss daher verifiziert werden, dass die vorgeschlagenen Instandhaltungsverfahren wie geplant ausgeführt werden können. Datenerfassung und deren Analyse sind ein wesentlicher Teil solch einer Verifizierung.

Die für die Verifizierung verwendeten Daten können aus mehreren Quellen stammen; welche davon dann in einem bestimmten Fall verwendet werden, wird von vielen Faktoren abhängen, etwa auch von der Verfügbarkeit von früher gemachten Erfahrungsdaten und dem Entwicklungsstand. Zur Verifizierung, ob Instandhaltbarkeitsziele eingehalten werden, sollten vorzugsweise Prüfungen durchgeführt werden, die Daten zu dem zu bewertenden Produkt liefern. Erfahrungsdaten müssen auf ihre Relevanz für das aktuelle Projekt durchsucht werden. Falls diese gegeben ist, müssen diese Daten im Hinblick auf die erforderliche Information analysiert werden.

In dieser Norm wird eine Reihe von Verifizierungsverfahren mit den zugehörigen Analysetechniken erläutert. Mit deren Hilfe kann man herausfinden, ob die Instandhaltungsverfahren, die für die Instandhaltung gelieferten Werkzeuge und Geräte, die technischen Publikationen und die Instandhaltungsfreundlichkeit der Einheit für die beabsichtigten Zwecke geeignet und ausreichend sind. Auf dieser Grundlage können dann die Instandhaltungsverfahren verbessert werden, und, falls erforderlich, kann die Einheit zur Verbesserung ihrer Instandhaltbarkeit geändert werden. Um Kosten zu sparen, ist es wichtig, dass erforderliche Konstruktionsänderungen so früh wie möglich gemacht werden, möglichst noch vor Produktionsbeginn.

Die erste Analyse ist in den meisten Fällen eine statistische Analyse auf Grundlage eines kleinen Datensatzes. Es ist daher angeraten, die Datenerfassung und deren Analyse nach der Produkteinführung fortzusetzen, damit die bei der Verifizierung erzielten Ergebnisse verfeinert und verbessert werden können. Diese Daten sind für die Ermittlung der Eignung der Instandhaltungsunterstützung wichtig, da dies bei der ersten Verifizierungsanalyse nur schwerlich bewertet werden kann.

IEC 60706-3 ist Teil einer Normenreihe zur Zuverlässigkeit, wie nachfolgend beschrieben.

IEC 60300-1 und IEC 60300-2 sind IEC-Normen der obersten Ebene, in ihnen wird dazu angeleitet, wie Zuverlässigkeit in herzustellende Produkte hinein zu entwickeln ist. Die oberste Norm zur Instandhaltbarkeit ist IEC 60300-3-10, in ihr wird zur Realisierung der Instandhaltbarkeit angeleitet, sie ist Teil der Normenreihe IEC 60300-3. Sie kann dazu verwendet werden, ein Instandhaltbarkeitsprogramm umzusetzen, welches die Anfangsphase, die Entwicklungsphase und die Verwendungsphase von Produkten abdeckt; diese Aufgaben sind Teil der in IEC 60300-2 beschriebenen Aufgaben. Des Weiteren leitet vorliegende Norm dazu an, wie bei den einzelnen Aufgaben die Gesichtspunkte der Instandhaltung so behandelt werden sollten, dass eine optimale Instandhaltbarkeit erzielt werden kann.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Internationalen Norm IEC 60706 beschreibt verschiedene Aspekte, wie die Einhaltung der Instandhaltbarkeitsanforderungen an eine Einheit verifiziert werden kann, und gibt hierfür geeignete Vorgehensweisen und Prüfverfahren an. Die Verifizierung der Instandhaltbarkeit sollte grundsätzlicher Bestandteil jedes Instandhaltbarkeitsprogramms sein (siehe IEC 60300-3-10), dennoch sind in jedem Einzelfall geeignete Verfahren sorgfältig im Hinblick auf die Gesamtwirtschaftlichkeit auszuwählen.

Die Norm behandelt des Weiteren die Erfassung, Analyse und Darstellung von Daten zur Instandhaltbarkeit, die für die Entwicklung, für die Fertigung und den Betrieb erforderlich sein können.

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 60300-3-5, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*.

IEC 60300-3-10:2001, *Dependability management – Part 3-10: Application guide – Maintainability*.

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

IEC 60300-3-14, *Dependability management – Part 3-14: Application guide – Maintenance and maintenance support*.

IEC 60706-2, *Maintainability of equipment – Part 2: Section Five: Maintainability studies during the design phase*¹⁾.

IEC 61160, *Design review*.

IEC 61649, *Goodness-of-fit tests, confidence intervals and lower confidence limits for Weibull distributed data*.

IEC 61710, *Power law model – Goodness-of-fit tests and estimation methods*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-191 und die folgenden Begriffe.

3.1

vom Kunden vorgegebenes Gerät

Teil der betrachteten Einheit, das vom Kunden ausdrücklich vorgegeben wurde

ANMERKUNG Im Allgemeinen hat der Lieferant keine Kontrolle über diesen Teil der Instandhaltbarkeit; dies sollte bei der Entwicklung der Einheit berücksichtigt werden. Zusammenarbeit zwischen Kunde und Lieferant ist hier offensichtlich erwünscht.

¹⁾ In Vorbereitung.

3.2**Nachweis der Instandhaltbarkeit**

Tätigkeit, die an einzelnen Einheiten oder an Stichproben ausgeführt wird, um die Erfüllung einer bestimmten Instandhaltbarkeitsanforderung festzustellen oder um die Instandhaltbarkeit betreffende Daten zu gewinnen

3.3**Verifizierung der Instandhaltbarkeit**

Überwachungsmaßnahmen und/oder Inspektionen zum Zwecke der Feststellung, inwieweit die für eine Einheit spezifizierten Instandhaltbarkeitsanforderungen vom Auftraggeber erfüllt werden

3.4**Instandhaltungskonzeption**

Beschreibung der Wechselbeziehungen zwischen Instandhaltungsebenen, Instandhaltungsstufen und Instandhaltungsbedingungen, die für die Instandhaltung einer Einheit angewendet werden

3.5**Instandhaltungsgrundsätze**

allgemeine Vorgehensweise zur Durchführung der Instandhaltung und zur Bereitstellung der Instandhaltungsunterstützung, gemäß den Zielsetzungen und den Grundsätzen von Eignern, Anwendern und Kunden

3.6**Softwareunterstützungszentrum**

zentralisierte Dienstleistung zur Wartung der Software

4 Einführung in die Verifizierung der Instandhaltbarkeit**4.1 Zielsetzung der Verifizierung**

Das Ziel ist, nachzuweisen, dass innerhalb der spezifizierten Leistungsgrenzen sowohl qualitative als auch quantitative Anforderungen eingehalten werden. Darin eingeschlossen ist die Verifizierung, dass nach der jeweiligen Instandhaltungsmaßnahme die Einheit wieder die festgelegte Leistung erbringt. Die Verifizierung ist auf Hardware, Software und Instandhaltungseinrichtungen anwendbar.

Die Verifizierung der Instandhaltbarkeit beinhaltet auch die Bewertung der Ergebnisse von Instandhaltbarkeitserfahrungen. Diese Bewertung kann beginnen, sobald Daten und Ergebnisse verfügbar sind, kann während des Projektablaufs weitergeführt werden und sich bis in die Nutzung erstrecken.

Weitere Ausführungen finden sich im Hinblick auf

- qualitative Instandhaltbarkeitsziele im Abschnitt 5,
- quantitative Instandhaltbarkeitsziele im Abschnitt 6.

Nachweisprüfungen werden im Abschnitt 7 beschrieben.

4.2 Instandhaltungskonzepte, die die Verifizierung der Instandhaltbarkeit beeinflussen

Bei der Verifizierung der Instandhaltbarkeit ist zu beachten, dass die folgenden unterstützenden Instandhaltungselemente entscheidenden Einfluss auf die Wirksamkeit der Instandhaltung haben:

- Instandhaltungseinrichtungen;
- Prüfmittel;
- Materialversorgung;
- Instandhaltungspersonal und Ausbildung;
- technische Unterlagen und Handbücher;
- Transport-, Handhabungs- und Lagerbedingungen.

IEC 60300-3-14 enthält weitere Einzelheiten zur Instandhaltungsunterstützung.

4.3 Verifizierungsverfahren

Die Verifizierung der Instandhaltbarkeit ist ein fortlaufender Vorgang der Gewinnung, Erfassung, Analyse und Auswertung von Daten zur Instandhaltbarkeit, sobald diese im Verlauf des Projektfortganges verfügbar werden, und des Vergleichs der Auswertungsergebnisse mit den spezifizierten Instandhaltbarkeitsanforderungen.

Die Verfahren für die Verifizierung der Instandhaltbarkeit sind je nach Programmphase unterschiedlich:

- a) Analyse und Überprüfung. Sie beinhaltet die Analyse von Erfahrungsdaten, den Vergleich mit den Ergebnissen von Entwicklungsbewertungen sowie Instandhaltbarkeitsvorhersagen. In späteren Phasen des Lebenszyklus können auch Daten aus der Nutzung einbezogen werden.
- b) Spezielle Untersuchungen. Sie werden während der Konzept- und Definitions- oder der Entwicklungsphase durchgeführt, um allgemeine oder Einzelprobleme zu untersuchen. Beispiele sind unter anderem Untersuchungen der Instandhaltungsfreundlichkeit, die Analyse der Instandhaltungsaufgaben, Simulationsuntersuchungen.
- c) Nachweisprüfungen. Sie werden am Ende der Entwicklungsphase an Prototypen oder Vorseriengeräten durchgeführt, falls die Analysen oder die speziellen Untersuchungen nicht hinreichend darüber Aufschluss geben, ob die Instandhaltbarkeit den festgelegten Anforderungen entspricht.
- d) Bewertung der Betriebserfahrung. Die Verifizierung kann bis zum Vorliegen von Betriebserfahrung und verwertbaren Daten aus der Nutzung hinausgeschoben werden, gegebenenfalls unter Einbeziehung einer Bewertung und Analyse von Erfahrungsdaten.
- e) Räumliche Bildsimulation. Dreidimensionale Rechnersimulationen von Instandhaltungsmaßnahmen können zu geeigneten Zeitpunkten der Entwicklung gemacht werden. Damit kann verifiziert werden, ob die vorgesehene Maßnahmenreihenfolge, der Zugang oder andere räumliche Arbeitsabläufe geeignet sind, die geforderte Instandhaltbarkeit zu erzielen.

4.4 Verifizierungsprozess

Die verfahrensmäßigen Elemente der Verifizierung sind:

- a) Benennen und Erschließen möglicher Datenquellen

In den frühen Projektphasen liegen nur Erfahrungsdaten von vergleichbaren vorhandenen Einheiten bzw. Geräten vor. Später werden Daten aus der Entwicklung, der Fertigung, der Prüfung und schließlich der Nutzung verfügbar. Instandhaltbarkeitsnachweise sind in diesem Zusammenhang eine spezielle Datenquelle für die Gewinnung von Instandhaltbarkeitsdaten unter simulierten Bedingungen.

- b) Beschaffen und Analysieren der Daten

Die Datenbeschaffung und -analyse besteht aus der Erfassung, Bewertung und Sichtung der Daten, um ihre Anwendbarkeit sicherzustellen.

- c) Auswertung

Die Auswertung ist die Verarbeitung der Daten mit Hilfe mathematischer Modelle oder Prüflisten, um quantitative Instandhaltbarkeitsmerkmale oder qualitative Kenngrößen über die Instandhaltbarkeit einer Einheit zu erhalten.

- d) Vergleich mit den Forderungen

Die Ergebnisse der Auswertung werden mit den spezifizierten Instandhaltbarkeitsmerkmalen und Kenngrößen verglichen, um zu prüfen, inwieweit die Instandhaltbarkeitsanforderungen eingehalten sind.

Zusätzlich sind die folgenden Informationen für eine vollständige Verifizierung der Instandhaltbarkeit notwendig:

- e) Instandhaltungsplan der Einheit

Der Instandhaltungsplan der Einheit beschreibt die Anwendung der Instandhaltungskonzeption auf diese Einheit; er sollte Vorgaben enthalten, wie Erfahrungsdaten und Daten aus anderen Quellen interpretiert werden können. Der Instandhaltungsplan definiert auch die Randbedingungen für die Instandhaltung und Unterstützung, die bei der Verifizierung der Instandhaltbarkeit berücksichtigt werden müssen.

f) Zuverlässigkeitsdaten

Um Werte für die Instandhaltbarkeit aus dem geschätzten oder beobachteten Zeitaufwand für einzelne Instandhaltungsmaßnahmen berechnen zu können, benötigt man die entsprechenden Zuverlässigkeitsangaben, z. B. die erwartete Häufigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen. Zuverlässigkeitsangaben betreffen auch andere Aspekte der Verifizierung, wie die Festlegung von Prioritäten und damit Vorgaben für die Auswertung. Wenn diese Informationen nicht verfügbar oder nicht vollständig sind, müssen Annahmen gemacht und dargelegt werden. Die Qualität verfügbarer Informationen und die gemachten Annahmen beeinflussen die Aussagefähigkeit der Verifizierungsergebnisse.

4.5 Randbedingungen

Die Verfahren sollten vom Auftraggeber (Kunden) festgelegt oder vom Auftragnehmer ausgewählt und im Instandhaltbarkeitsprogrammplan beschrieben werden (Einzelheiten hierzu siehe IEC 60706-2). Bei der Entscheidung zwischen alternativen Verifizierungsverfahren für jedes Instandhaltbarkeitsziel sind die folgenden Kriterien zu beachten.

a) Verfügbare Mittel

Wenn eine Kostenbegrenzung vertraglich festgelegt ist, wird dies die Auswahl der Verifizierungsverfahren beeinflussen. Eine mögliche künftige Nutzung der Einrichtungen für den Nachweis sollte berücksichtigt werden.

b) Annahmekriterien

Die Annahmekriterien der einzelnen Instandhaltbarkeitsanforderungen sind gegen die Kosten- und Zeitvorgaben abzuwägen.

c) Zeitliche Beschränkungen

Die Wahl der Verifizierungsverfahren kann durch Vorgaben für ein rechtzeitiges Vorliegen der Ergebnisse eingeschränkt sein. Das Verfahren sollte in Übereinstimmung mit dem Zeitplan des Gesamtprogramms gegliedert sein.

d) Räumliche Bildsimulation

Hierauf kann zurückgegriffen werden, sollten benötigte Prüflinge und Hilfseinrichtungen nicht verfügbar sein.

e) Vorhandensein von Prüflingen und Hilfseinrichtungen

Wenn Prüfungen zum Nachweis der Instandhaltbarkeit durchgeführt werden sollen, muss insbesondere sichergestellt sein, dass der Zeitplan für die Prüfungen in Übereinstimmung mit dem Zeitplan für das Gesamtprogramm ist, und dass die benötigten Prüflinge und die Hilfseinrichtungen in der vorgesehenen Zeitspanne verfügbar sein werden.

f) Befähigung und Erfahrung von Instandhaltbarkeitsanalytikern

Verifizierung der Instandhaltbarkeit auf der Grundlage von Entwicklungsbewertungen oder Untersuchungen erfordert hochqualifiziertes und erfahrenes Personal zur Analyse der Zeichnungen und Pläne.

g) Risiken falscher Entscheidungen

Diese sind unter Berücksichtigung der Komplexität der Einheit und der aus früherer Erfahrung stammenden Daten zu bewerten.

h) Besondere Anforderungen an die Unterstützung

Die notwendigen Prüfgeräte, Einrichtungen, qualifiziertes Personal usw. müssen zum richtigen Zeitpunkt verfügbar sein.

i) Einfluss von Umgebungsbedingungen und Annahmen

Weichen Instandhaltungs- oder Prüfgeräte, Einrichtungen, Ersatzteile, Befähigung des Personals usw. von denjenigen im Einsatz ab, so muss dies gesondert bewertet werden.

j) Datenerfassung

Die Anforderungen an die Erfassung von repräsentativen Daten während Erprobung und Betrieb müssen klar festgelegt werden, einschließlich Formblättern, Kodierung, Datenverarbeitung usw.

k) Beziehungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer

Vom Auftraggeber (Kunde) wahrgenommene Überwachungs-, Rückweise- oder Eingriffsbefugnisse müssen klar festgelegt sein.

l) Gewährleistungen und Garantien

Für den Fall, dass Instandhaltbarkeitsforderungen nicht eingehalten werden, sollten vertragliche Konsequenzen festgelegt sein, z. B. in Form von Vertragsstrafen oder Verlust von Vorteilen.

m) Realistische Verifizierung

Bei der Verifizierung der Instandhaltbarkeit muss auf eine wirklichkeitsgetreue Nachbildung der Einsatzumgebung geachtet werden, genauso sollten die Instandhaltungstechniker den in der Einsatzumgebung zu erwartenden Personen vergleichbar sein.

4.6 Qualitative und quantitative Verifizierungsverfahren

Die Verifizierung der Instandhaltbarkeit dient dazu, ausreichende, zutreffende und rechtzeitige Informationen darüber zu liefern, inwieweit die Instandhaltbarkeitsanforderungen erfüllt werden. Da diese Anforderungen sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Form gestellt werden können, ist das Verfahren für die Verifizierung der Instandhaltbarkeit entsprechend auszulegen, unter Benutzung einer oder mehrerer der folgenden Verfahren:

- Analysen und Bewertung;
- Untersuchungen und Prüfungen des Konstruktionsentwurfs und räumliche Bildsimulation;
- Nachweis durch Qualifikationsprüfungen oder während der Nutzung.

Sowohl qualitative wie quantitative Aspekte der Verifizierung der Instandhaltbarkeit können durch geeignete Kombination von Verfahren nach Tabelle 1 abgedeckt werden.

Tabelle 1 – Qualitative und quantitative Verfahren der Verifizierung der Instandhaltbarkeit

Verfahren		Analyse und Bewertung	Untersuchungen und Prüfungen des Konstruktionsentwurfs	Nachweis	Im Betrieb
Qualitative Verifizierungsverfahren	Entwicklungsbewertungen	X			
	Bewertung von Prüfergebnissen	X	X	X	
	Untersuchung der Instandhaltungsfreundlichkeit		X		
	Bewertung der Instandhaltungsanalyse	X		X	
	Auswertung der Betriebserfahrung				X
	räumliche Bildsimulation		X	X	
Quantitative Verifizierungsverfahren	Instandhaltbarkeitsvorhersage	X	X		
	Verifizierung anhand von Prüfergebnissen		X	X	
	Verifizierung anhand von Daten aus dem Betrieb				X