DIN EN IEC 61123

DIN

ICS 03.120.01; 21.020

Einsprüche bis 2020-03-31
Vorgesehen als Ersatz für
DIN IEC 61123:1993-08

Entwurf

Prüfung der Zuverlässigkeit – Konformitätsprüfpläne für den Erfolgsquotienten (IEC 56/1831/CDV:2019); Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 61123:2019

Reliability testing –
Compliance test plans for success ratio
(IEC 56/1831/CDV:2019);
German and English version prEN IEC 61123:2019

Essai de fiabilité –
Plans d'essai de conformité pour une proportion de succès
(IEC 56/1831/CDV:2019);
Version allemande et anglaise prEN IEC 61123:2019

Anwendungswarnvermerk

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

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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

Gesamtumfang 101 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 61123:2019 „Prüfung der Zuverlässigkeit – Konformitätsprüfpläne für den Erfolgsquotienten“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 56/1831/CDV:2019 „Reliability testing – Compliance test plans for success ratio“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 61123:2019 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 56 „Dependability“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 132 „Zuverlässigkeit“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten 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.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 61123:1993-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Der „Sequential Probability Ratio Test (SPRT)“ [1, 2] hat sich in den letzten Jahren wesentlich weiterentwickelt [3, 4, 5]. Diese Ausgabe enthält kürzere und genauere Prüfungen, eine Vielzahl verschiedener Prüfpläne und wesentliche zusätzliche Eigenschaftsdaten wie folgt:

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

- die Prüfungen wurden erheblich begrenzt (die maximale Versuchsanzahl ist gering) ohne die erwartete Zahl der Versuche bis zur Entscheidung (ENT, en: expected number of trials [to decision]) wesentlich zu reduzieren;
- die tatsächlichen Hersteller- und Verbraucherrisiken (α', β') sind gegeben und liegen sehr nah am Nennwert (α, β);
- der Bereich der Prüfparameter ist umfangreich (Ausfallquotient, Risiken und Qualitätslagenverhältnis);
- die Prüfpläne enthalten verschiedene Risikoverhältnisse (nicht nur auf gleiche Risiken beschränkt);
- die ENT-Werte sind genau und in dem relevanten Bereich angegeben (für die praktische Anwendung);
- Richtlinien für die Erweiterung der Messsysteme (Interpolation und Extrapolation) sind enthalten.

b) Anhang C enthält mathematische Verfahren und Formeln der geplanten Festversuchs-/durch Ausfallzahl beendete Prüfungen sowie die Anwendung der kumulativen Binomialverteilungsfunktion von Excel, die das Planungsverfahren vereinfacht (Abschnitt C.3).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

– Leerseite –

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Prüfung der Zuverlässigkeit – Konformitätsprüfpläne für den Erfolgsquotienten

Inhalt

Seite

Einleitung 4
1 Anwendungsbereich 6
2 Normative Verweisungen 6
3 Begriffe und Abkürzungen 6
3.1 Begriffe 6
3.2 Abkürzungen und Symbole 7
3.2.1 Abkürzungen 7
3.2.2 Symbole 7
4 Allgemeine Anforderungen und Anwendungsbereich 8
4.1 Anforderung an die Funktionsfähigkeit 8
4.2 Instandsetzung und Ersatz 8
4.3 Arten von Prüfplänen 8
4.3.1 Allgemeines 8
4.3.2 Merkmale der Prüfplanarten 9
4.4 Allgemeines Prüfverfahren 10
4.5 Allgemeine Entscheidungskriterien 11
5 Prüfpläne für begrenzte Sequential Probability Ratio Tests (SPRT) 11
5.1 Eigenschaften 11
5.2 Entscheidungskriterien 11
5.3 Operationscharakteristikkurve (OC) 12
5.4 Erwartete Anzahl der Versuche bis zur Entscheidung (ENT) 13
6 Prüfpläne mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl (FTFT) 14
6.1 Eigenschaften 14
6.2 Entscheidungskriterien 14
7 Planung von Prüfplänen mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl 16
7.1 Eigenschaften 16
7.2 Vorgehensweise 16
7.3 Allgemeiner Fall 17
7.4 Sonstige Fälle 17
7.5 Anwendungsbeispiel 17
7.6 Verfahren zur Bestimmung von D und c oder n und c 17
7.6.1 Angaben in Bildern und Tabellen 17
7.6.2 Verwendung der Bilder und Tabellen 18
7.7 Entscheidungskriterien 18

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Seite

Anhang A (informativ) Zusatzinformationen zu Folgeprüfplänen 19
A.1 Beispiel 19
A.2 Erweiterung des Messsystems (durch Interpolation und Extrapolation) 20
A.2.1 Extrapolation für p_0 < 0,001 20
A.2.2 Interpolation 21
Anhang B (informativ) Planung von Prüfplänen mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl – Beispiele 23
B.1 Verwendung der Bilder und Tabellen 23
B.2 Fall, in dem die Anzahl der Ereignisse n unbekannt, aber vorhersagbar ist 23
Anhang C (informativ) Planung von Prüfplänen mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl – Mathematische Verfahren und Formeln 25
C.1 Anwendungsbereich 25
C.2 Symbole 25
C.3 Berechnung 25
C.3.1 Bestimmung von D im Vergleich zu n 25
C.3.2 Bestimmung von n und c im Vergleich zu p_0, D, α, β 26
C.3.3 Prüfung ohne Ausfälle – Bestimmung von n und D im Vergleich zu p_0, α, β 26
C.3.4 Bestimmung der Operationscharakteristikkurven 27
C.3.5 Bestimmung der inversen Operationscharakteristikkurven 27
C.4 Genauigkeit 28
Anhang D (normativ) Begrenzte Folgeprüfpläne 30
Anhang E (informativ) Planung von Prüfplänen mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl – Bilder und Tabellen zur Bestimmung von D und c oder n und c 44
Literaturhinweise 53

Bilder

Bild 1 – Erwartete und maximale Anzahl der Versuche für SPRT und FTFT mit dem gleichen Risiko 9
Bild 2 – SPRT-Diagramm 12
Bild 3 – OC-Kurve 13
Bild 4 – SPRT – Kurve der erwarteten Anzahl von Versuchen bis zur Entscheidung (ENT) 14
Bild 5 – Grundsätzlicher Aufbau der Tabellen E.1 bis E.3 18
Bild A.1 – Beispiel einer begrenzten Folgeprüfung 20
Bild E.1 – Qualitätslagenverhältnis D im Vergleich zur Anzahl der Ereignisse n für p_0 = 0,05 44
Bild E.2 – Qualitätslagenverhältnis D im Vergleich zur Anzahl der Ereignisse n für p_0 = 0,10 45
Bild E.3 – Qualitätslagenverhältnis D im Vergleich zur Anzahl der Ereignisse n für p_0 = 0,15 46

Tabellen

Tabelle 1 – Übersicht – Maximale Anzahl der Versuche und erwartete Anzahl der Versuch mit p_0 für SPRT und FTFT 10
Tabelle 2 – Prüfparameterbereich 11
Tabelle 3 – OC-Kurve 13

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Seite

Tabelle 4 – ENT (n_e) im Vergleich zum tatsächlichen Ausfallquotienten (p) 13

Tabelle 5 – Prüfpläne mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl 15

Tabelle A.1 – Beispiel für die Interpolation durch α und β 22

Tabelle C.1 – Kumulative Normalverteilung für feste u_γ-Werte 28

Tabelle C.2 – Inverse kumulative Normalverteilung für feste 1− γ-Werte 29

Tabelle D.1 – Begrenzte Folgeprüfpläne 30

Tabelle E.1 – Annehmbare Ausfallanzahl c im Vergleich zur Anzahl der Ereignisse n für p_0 = 0,05 47

Tabelle E.2 – Annehmbare Ausfallanzahl c im Vergleich zur Anzahl der Ereignisse n für p_0 = 0,10 49

Tabelle E.3 – Annehmbare Ausfallanzahl c im Vergleich zur Anzahl der Ereignisse n für p_0 = 0,15 51

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Einleitung

Eine Konformitätsprüfung ist ein wesentlicher Bestandteil des Zuverlässigkeitssicherungssystems. Die Zuverlässigkeit wird von so vielen Zufallsfaktoren beeinflusst, dass eine Vorhersage nicht akkurat ist. Der unmittelbare Weg, um festzustellen, ob ein Objekt bzw. ein System seinen Zuverlässigkeitsspezifikationen entspricht, ist eine Konformitätsprüfung.

Diese Prüfung dient zur Verifizierung der Konformität mit der festgelegten Wahrscheinlichkeit, dass ein Objekt wie angefordert funktioniert. Das Ergebnis jedes Einzelversuchs der Prüfung ist entweder ein Erfolg oder ein Fehlschlag.

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Prüfung ein richtiges Ergebnis zeigt, hängt vom Probenumfang (der Anzahl von Versuchen) ab. Die Prüfungen erfordern einen großen Probenumfang und damit einhergehend einen hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand. Bei Zuverlässigkeitsprüfungen ist dieser Aufwand besonders hoch. Aus diesem Grund müssen die Probenahmepläne für die Prüfungen sorgfältig ausgearbeitet werden, damit der Probenumfang verringert werden kann.

Dieses Dokument befasst sich mit den Probenahmeplänen für die Prüfungen.

Die Verfahren basieren auf der Annahme, dass die Versuche der Prüfung statistisch unabhängig sind, und die Wahrscheinlichkeit des Erfolgs q derselben konstant ist. In diesem Dokument wird auch die Ausfallwahrscheinlichkeit $p = 1 - q$ angewendet.

Die Prüfungen sind durch Operationscharakteristiken (OC, en: operating characteristics) und die Anzahl der Versuche gekennzeichnet.

OC ist die durch die Übereinstimmung mit den Anforderung bedingte Annahmewahrscheinlichkeit einer Einheit. In diesem Dokument wird OC durch die Koordinaten der beiden Punkte dargestellt (nach ISO 3534-2):

– (p_0, 1 − α) sind die Koordinaten des Lieferantenrisikopunkts (PRP, en: producer's risk point);

– (p_1, β) sind die Koordinaten des Abnehmerrisikopunkts (PRP, en: consumer's risk point).

Die Anzahl der Versuche bis zur Entscheidung über die Prüfung ist ein zufälliger Wert und wird in diesem Dokument im Allgemeinen durch den erwarteten (ENT-)Wert und den maximalen (MaxNT-)Wert gekennzeichnet.

In diesem Dokument werden zwei Arten von Prüfungen behandelt:

– begrenzter Sequential Probability Ratio Test (SPRT);

– Festversuchs-/durch Ausfallzahl beendete Prüfungen (FTFT).

FTFT wird durch die Entscheidungsregeln für die Annahme oder die Zurückweisung der Konformität gekennzeichnet, wenn die festgelegte Versuchsanzahl bis zum Abbruch n_f (MaxNT) erreicht ist, oder die annehmbare Anzahl der Ausfälle c überschritten wird. Unter allen Prüfungen mit festgelegtem PRP und CRP weist diese Prüfung den kleinsten Wert für n_f auf. Bei der Prüfung von Objekten mit $p \leq p_0$ liegt ENT nahe bei n_f. Für $p > p_0$ nimmt ENT signifikant ab. Ein weiterer Vorteil von FTFT ist die Möglichkeit, alle Versuche gleichzeitig auszuführen, aber die ENT steigt an und ist schließlich gleich n_f.

Bei einem SPRT wird die Entscheidung nach jedem Versuch getroffen: entweder wird die Konformität angenommen oder zurückgewiesen oder die Prüfung wird fortgesetzt. Dieses Dokument enthält einen begrenzten SPRT mit einer MaxNT = n_t. Dieses n_t ist 1,1- bis 1,2-mal größer als n_f von FTFT bei gleichem PRP und CRP. Allerdings ist die ENT von SPRT signifikant kleiner als die von FTFT, und bei $p \leq p_0$ kann sie 1,4- bis 1,8-mal kleiner sein. Dies ist der größte Vorteil des SPRT. Falls es erforderlich ist, die Kalenderzeit des SPRT zu kürzen, ist es möglich, die Versuche in kleinen Teilen von n_t durchzuführen, sofern sich die Werte von OC und ENT nicht signifikant ändern.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Die Planung des SPRT ist recht kompliziert, daher enthält dieses Dokument eine umfassende Tabelle mit einsatzbereiten Prüfplänen und ihren Eigenschaften. Es werden sowohl Prüfungen für $\alpha = \beta$ als auch für $\alpha \neq \beta$ aufgeführt. Die Tabellen ermöglichen auch die Planung zusätzlicher Prüfungen durch einfache Interpolation und, bei kleinen Werten von p_0, durch Extrapolation.

Bei einigen Prüfungen ist der Probenumfang sehr groß und wird wahrscheinlich selten verwendet. Die Daten ermöglichen es jedoch dem Benutzer dieses Dokuments, den wirtschaftlichen Nutzen der OC-Prüfanforderungen und, im Allgemeinen, die Zweckmäßigkeit einer Prüfungsdurchführung zu bewerten.

Die Prüfung wird für Zuverlässigkeitsprüfungen eingesetzt, z. B. für die Überprüfung der Konformität mit den Zuverlässigkeitsanforderungen für einen festgelegten Zeitraum (Garantiezeitraum oder geplante Lebensdauer). Mit der Prüfung wird keine Aussage darüber getroffen, ob die Ausfallrate konstant oder nicht konstant ist. In IEC 61124 wird eine konstante Fehlerrate angenommen und sie ist statistisch effizienter, da sie die kumulierte Betriebszeit berücksichtigt.

In Abschnitt 4 werden die Arten von Prüfung und Empfehlungen für ihre Auswahl angegeben. Zudem wird die Möglichkeit zur Wiederverwendung von Einheiten während der Prüfung erörtert. In Abschnitt 5 werden die Parameter der Grenzwerte für die Beendigung und die Eigenschaften vom SPRT erläutert (deren Werte werden in Anhang D angegeben). Abschnitt 6 befasst sich mit FTFT, und eine Tabelle mit Parametern der Grenzwerte für die Beendigung und mit Eigenschaften wird angegeben. Anhang A befasst sich mit dem SPRT. Hier sind Beispiele für die Auswahl einer Prüfung auf der Grundlage von Kosten-Nutzen-Erwägungen und die Erweiterung des Messsystems aus Abschnitt 5 durch Extra- und Interpolation angegeben.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Überprüfung fest, ob die Zuverlässigkeit einer Betrachtungseinheit/eines Systems mit den angegebenen Anforderungen übereinstimmt. Es wird angenommen, dass die Anforderung als prozentualer Anteil des Erfolgs (Erfolgsquotient) oder prozentualer Anteil von Ausfällen (Ausfallquotient) angegeben ist.

Dieses Dokument kann verwendet werden, wenn mehrere Einheiten geprüft (Versuche) und als bestanden oder durchgefallen klassifiziert werden. Es kann auch verwendet werden, wenn eine oder mehrere Einheiten wiederholt geprüft werden. Die Verfahren basieren auf der Annahme, dass die Erfolgs- oder Ausfallwahrscheinlichkeit bei jedem Versuch gleich ist (statistisch unabhängige Ereignisse). Pläne für Festversuchs/durch Ausfallzahl beendete Prüfungen sowie begrenzte Sequential Probability Ratio Tests (SPRT) sind eingeschlossen. Dieses Dokument enthält umfangreiche Tabellen mit einsatzbereiten SPRT-Plänen und ihren Eigenschaften für gleiche oder ungleiche Risiken für Lieferant und Kunde.

Im Fall von Konformitätsprüfungen zur Zuverlässigkeit für konstante Ausfallrate/-dichte sollte IEC 61124 angewendet werden.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60050-192, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 192: Dependability*

IEC 60300-3-5:2001, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

– IEC Electropedia: verfügbar unter http://www.electropedia.org/
– ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter http://www.iso.org/obp

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten zusätzlich die folgenden Begriffe.

3.1.1
Erfolgsquotient
die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine Einheit wie erforderlich verhält oder ein Versuch unter den festgelegten Bedingungen erfolgreich sein wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein beobachteter Erfolgsquotient entspricht dem Verhältnis zwischen fehlerfreien Einheiten oder erfolgreichen Versuchen zum Abschluss der Prüfung und der Gesamtzahl der Prüfeinheiten oder Versuche.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

3.1.2
Ausfallquotient
die Wahrscheinlichkeit, dass eine Einheit ausfällt oder ein Versuch unter den festgelegten Bedingungen fehlschlagen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein beobachteter Ausfallquotient entspricht dem Verhältnis zwischen fehlerhaften Einheiten oder erfolglosen Versuchen zum Abschluss der Prüfung und der Gesamtzahl der Prüfeinheiten oder Versuche.

3.2 Abkürzungen und Symbole

3.2.1 Abkürzungen

CRP Abnehmerrisikopunkt

ENT erwartete Anzahl der Versuche bis zur Entscheidung

FTFT Festversuchs-/durch Ausfallzahl beendete Prüfungen

MaxNT maximale Anzahl der Versuche bis zur Entscheidung

OC Betätigungscharakteristik

PRP Lieferantenrisikopunkt

SPRT (begrenzter) Sequential Probability Ratio Test (in der Literatur teilweise auch Probability Ratio Sequential Test (PRST) genannt)

3.2.2 Symbole

α Nennwert des Lieferantenrisikos (Risiko des Typs I)

α' Tatsächlicher Wert des Lieferantenrisikos (Risiko des Typs I)

β Nennwert des Abnehmerrisikos (Risiko des Typs II)

β' Tatsächliches Abnehmerrisiko (Risiko des Typs II)

c Akzeptable Anzahl der Ausfälle oder erfolglosen Ereignisse während der Prüfung

D Nennwert des Qualitätslagenverhältnisses, $D = p_1 / p_0 = (1 - q_1) / (1 - q_0)$

D' Tatsächliches Qualitätslagenverhältnis

h_a Wert des Schnittpunkts der Annahmelinie auf der vertikalen Achse des SPRT-Diagramms (Bild 2)

h_r Wert des Schnittpunkts der Rückweiselinie auf der vertikalen Achse des SPRT-Diagramms (Bild 2)

n Anzahl der Einheiten, Anzahl der Versuche, Anzahl der Ereignisse, Probenumfang

n_e ENT

$n_{e,j}$ Indizierter Wert n_e, dabei ist $j = L, 0, M, 1, H$ (die sich auf fünf Werte von p beziehen, siehe Bild 4)

n_f bei FTFT für die Abnahme erforderliche Anzahl der Einheiten, Anzahl der Versuche, Anzahl der Ereignisse und Probenumfang

n_s Kumulierte Anzahl der Versuche in einem Folgeprüfplan

n_t bei SPRT Anzahl der Einheiten, Anzahl der Versuche, Anzahl der Ereignisse und Probenumfang zum Zeitpunkt des Abbruchs

p Tatsächlicher Ausfallquotient, $p = 1 - q$

p_0 Festgelegter annehmbarer Ausfallquotient, entsprechend der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL)

p_1 Inakzeptabler Ausfallquotient, entsprechend der rückzuweisenden Qualitätsgrenzlage (LQ), $p_1 = p_0 D$

P_a Annahmewahrscheinlichkeit

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

q Tatsächlicher Erfolgsquotient, $q = 1 - p$

q_0 Festgelegter annehmbarer Erfolgsquotient, $q_0 = 1 - p_0$

q_1 Inakzeptabler Erfolgsquotient, $q_1 = 1 - p_1$

r Anzahl der zu wertenden Ausfälle oder zu wertenden erfolglosen Ereignisse

r_t Anzahl der zu wertenden Ausfälle oder zu wertenden erfolglosen Ereignisse bei Abbruch

s Steigung der Annahme- und Rückweiselinien im Diagramm der Folgeprüfung (siehe Bild 2)

4 Allgemeine Anforderungen und Anwendungsbereich

4.1 Anforderung an die Funktionsfähigkeit

Die Anforderung wird angenommen als:

– annehmbarer Erfolgsquotient, q_0 oder

– annehmbarer Ausfallquotient, p_0 ($p_0 = 1 - q_0$).

Zudem muss ein festes Zeitintervall oder eine feste Aufgabe angegeben werden (siehe Definition 3.1.1 und Definition von Überlebenswahrscheinlichkeit 192-05-05).

Diese Prüfpläne basieren auf der Annahme, dass jeder Versuch statistisch unabhängig ist und dass die Wahrscheinlichkeit des Erfolgs (oder Ausfalls) konstant ist (sich nicht von einem Versuch zum nächsten ändert), d. h. dass die Annahmen zur Binomialverteilung gelten. Die tatsächlichen Lieferanten- und Abnehmerrisiken für die festen Versuchs-/durch Ausfallzahl beendeten Prüfpläne (Tabellen E.1 bis E.3) weichen von den Nenneigenschaften α und β aufgrund der notwendigen Annäherung an ganze Zahlen ab. Für den SPRT (Tabelle D.1) entsprechen die tatsächlichen Risiken den Nennwerten (Ausnahmefall – siehe Anmerkung 1 zu Tabelle 2).

4.2 Instandsetzung und Ersatz

Die Prüfpläne in diesem Dokument gelten für wiederverwendbare und nicht wiederverwendbare (nur für den einmaligen Gebrauch bestimmte) Einheiten. Wiederverwendbare Einheiten können zwischen aufeinander folgenden Versuchen instand gesetzt werden, sofern der Zustand und die Leistung zum Beginn aller Versuche gleich sind. Für nicht wiederverwendbare Einheiten muss ein separates Prüfteil (mit der gleichen Leistung) für jeden Versuch verwendet werden.

4.3 Arten von Prüfplänen

4.3.1 Allgemeines

Prüfpläne sind für zwei Arten von Prüfungen vorgegeben:

– begrenzter Sequential Probability Ratio Test (SPRT);

– Festversuchs-/durch Ausfallzahl beendete Prüfungen (FTFT).

Zu SPRT siehe Abschnitt 5. Abschnitt 6 beinhaltet einsatzbereite FTFT-Pläne. Abschnitt 7 umfasst Richtlinien für die Planung zusätzlicher FTFT, die nicht in Abschnitt 6 enthalten sind.

Die ausführliche Spezifikation der Zuverlässigkeitsprüfung muss die Art der zu verwendenden Prüfung und des zu verwendenden Prüfplans angeben. Die Anleitung zur Auswahl der Prüfungsart entspricht der in IEC 60300-3-5 für SPRT und FTFT für den Fall einer zeitbasierten Ausfallrate/-dichte.

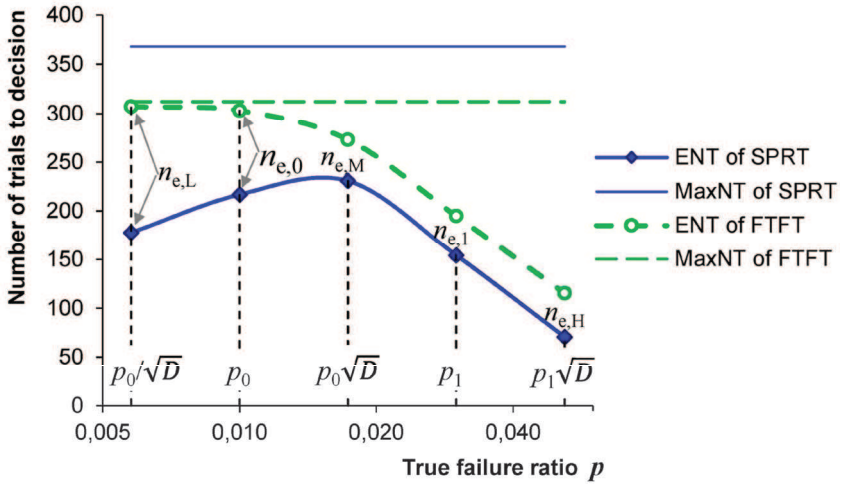
Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

4.3.2 Merkmale der Prüfplanarten

Um die Entscheidung zwischen den beiden Prüfungsarten bei einer bestimmten OC zu treffen, muss ein Vergleich zwischen ihren MaxNT- und ENT-Werten angestellt werden. Ein qualitativer Vergleich zwischen SPRT und FTFT ist in der Einleitung angegeben. In Bild 1 und Tabelle 1 werden Daten für einen quantitativen Vergleich angegeben. Tabelle 1 zeigt einige der verfügbaren einsatzbereiten Prüfpläne aus diesem Dokument. Für jede Prüfung werden zwei Parameter der Anzahl der Versuche bis zur Entscheidung aufgeführt: MaxNT (n_t bei SPRT oder n_f bei FTFT) und der Punkt $n_{e,0}$ von ENT (siehe Bild 1). Beim SPRT besteht für $p \leq p_0$ oder $p \geq p_1$ eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit, dass die Anzahl der Versuche bis zur Entscheidung n_t erreicht. ENT von FTFT, wie in Bild 1, wird erhalten, wenn FTFT hintereinander ausgeführt wird. Dabei wird nach jedem Versuch entschieden, ob die Prüfung angehalten oder fortgesetzt wird. Wenn alle FTFT gleichzeitig ausgeführt werden, wird die Kalenderprüfdauer kürzer, aber die Anzahl der Versuche nimmt zu und wird gleich MaxNT.

Neben der Auswahl von SPRT oder FTFT hilft Tabelle 1 den Benutzern bei der Auswahl des relevanten Bereichs der gewünschten Prüfeigenschaften (OC und die Anzahl der Versuche). Tabelle 1 umfasst nur einen Teil der verfügbaren einsatzbereiten Prüfpläne aus diesem Dokument. Informationen über alle diese Pläne sind in Abschnitt 5 (für SPRT) und in Abschnitt 6 (für FTFT) angegeben.



Englisch	Deutsch
Number of trials to decision	Anzahl der Versuche bis zur Entscheidung
True failure ratio	Tatsächlicher Ausfallquotient
ENT of SPRT	ENT von SPRT
MaxNT of SPRT	MaxNT von SPRT
ENT of FTFT	ENT von FTFT
MaxNT of FTFT	MaxNT von FTFT

ANMERKUNG Dieses Bild wurde für p_0 = 0,01, D = 3 (p_1 = 0,03), $\alpha' = \beta'$ = 0,094 gezeichnet.

Bild 1 – Erwartete und maximale Anzahl der Versuche für SPRT und FTFT mit dem gleichen Risiko

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Tabelle 1 – Übersicht – Maximale Anzahl der Versuche und erwartete Anzahl der Versuch mit p_0 für SPRT und FTFT

α	β	Prüfart	Para-meter	p_0 = 0,001				p_0 = 0,01				p_0 = 0,1		
				D = 1,5	D = 2	D = 3	D = 5	D = 1,5	D = 2	D = 3	D = 5	D = 1,5	D = 2	D = 3
0,05	0,05	SPRT	n_t	63 969	18 687	6 015	2 407	6 316	1 866	601	199	558	158	51
			$n_{e,0}$	30 397	9 268	3 106	1 129	3 004	910	303	112	264	78	25
		FTFT	n_f	53 998	15 703	5 232	–	5 320	1 567	521	–	474	135	41
			$n_{e,0}$	53 848	15 624	5 197	–	5 293	1 553	513	–	460	127	36
0,1	0,1	SPRT	n_t	38 019	11 007	3 814	1 590	3 719	1 103	382	116	331	96	33
			$n_{e,0}$	20 464	6 266	2 038	744	2 035	612	199	75	179	52	18
		FTFT	n_f	32 922	10 061	3 090	–	3 215	945	308	–	288	86	25
			$n_{e,0}$	32 675	9 948	3 029	–	3 183	928	299	–	277	80	22
0,2	0,2	SPRT	n_t	16 092	4 790	1 611	782	1 610	479	162	53	146	43	18*
			$n_{e,0}$	9 786	2 936	963	353	961	288	94	39	83	27	8*
		FTFT	n_f	14 291	4 537	1 426	–	1 428	453	142	–	134	39	14
			$n_{e,0}$	13 927	4 374	1 348	–	1 389	435	133	–	127	35	12
0,3	0,3	SPRT	n_t	6 449	2 050	1 075	388*	643	203	105	34*	31*	13	–
			$n_{e,0}$	3 906	1 159	383	234*	383	114	38	23*	23*	9	–
		FTFT	n_f	5 407	1 807	813	–	540	180	81	–	53	18	8
			$n_{e,0}$	5 041	1 645	751	–	502	163	74	–	48	15	6
0,05	0,1	SPRT	n_t	48 380	13 979	4 667	1 864	4 758	1 401	465	188	461	119	40
			$n_{e,0}$	23 649	7 238	2 356	853	2 344	705	231	82	197	61	18
0,1	0,05	SPRT	n_t	48 776	14 295	4 599	1 727	4 803	1 428	461	169	430	121	38
			$n_{e,0}$	27 707	6 225	2 826	1 026	2 732	829	275	99	239	71	22
0,05	0,2	SPRT	n_t	36 138	10 819	3 321	1 345	3 545	1 015	335	139	316	89	28
			$n_{e,0}$	15 876	4 740	1 602	574	1 565	476	155	55	137	40	12
0,2	0,05	SPRT	n_t	36 660	11 232	3 714	1 437	3 655	1 126	364	150	322	97	40
			$n_{e,0}$	21 997	6 642	2 220	820	2 173	650	218	79	192	56	17

ANMERKUNG BEI FTFT sind die Werte für α und β Näherungswerte. Bei SPRT, unterscheiden sich die Werte für α und β unwesentlich vom Nennwert. Ausnahmen sind die mit einem Asterisken markierten Werte, deren exakten Werte in Tabelle D.1 angegeben sind.

4.4 Allgemeines Prüfverfahren

Die Prüfteile sollten der durch die relevanten Prüfpläne vorgesehenen Anzahl von Versuchen unterzogen werden. Für wiederverwendbare, zu ersetzende oder instand zu setzende Einheiten sollte die ausführliche Spezifikation zur Zuverlässigkeitsprüfung vorzugsweise die Anzahl der Prüfeinheiten sowie die maximale Anzahl von Versuchen für jede Prüfeinheit angeben.

Ein Versuch wird als die/der in der ausführlichen Spezifikation zur Zuverlässigkeitsprüfung angegebene(r) Betätigung oder Zyklus festgelegt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

4.5 Allgemeine Entscheidungskriterien

Alle Prüfpläne und Entscheidungskriterien basieren entweder:

– auf einer annehmbaren Anzahl relevanter Ausfälle für eine vorgegebene Anzahl von Versuchen oder

– auf einer annehmbaren Anzahl von Versuchen für eine vorgegebene Anzahl relevanter Ausfälle.

Die Anzahl der Versuche und der relevanten Ausfälle (siehe 60300-3-5) wird gezählt und mit den Entscheidungskriterien des Prüfplans verglichen.

Die ausführlichen Entscheidungskriterien für die zwei Arten von Prüfplänen sind in 5.2, 6.2 bzw. 7.7 angegeben.

5 Prüfpläne für begrenzte Sequential Probability Ratio Tests (SPRT)

5.1 Eigenschaften

Folgeprüfpläne sind durch Entscheidungsregeln für die Annahme oder Rückweisung der Konformität oder die Fortsetzung der Prüfung nach jeder Anzahl von Versuchen charakterisiert. Die Prüfpläne werden durch die ausgewählten Werte des Risikos und des Qualitätslagenverhältnisses bestimmt. Um einen Prüfplan auszuwählen, muss der annehmbare Ausfallquotient p_0 festgelegt (oder abgeleitet) werden.

Die verbundenen Operationscharakteristikkurven und -werte der erwarteten Anzahl von Versuchen bis zur Entscheidung sind enthalten.

Tabelle D.1 enthält die geeigneten Prüfpläne für verschiedene p_0, D, α' und β'. Die Tabelle enthält Parameterwerte für h_a, h_r, s, n_t, r_t (Bild 2) und ne (an 5 Punkten, Bild 4) für jeden Prüfplan.

ANMERKUNG Für n_t und r_t (die die Begrenzung bestimmen) wurden möglichst kleine Werte gewählt, ohne die ENT [3, 4] signifikant zu erhöhen.

Der Prüfparameterbereich in Tabelle D.1 entspricht den Werten in Tabelle 2:

Tabelle 2 – Prüfparameterbereich

p_0	0,001 0,002 0,005 0,01 0,02 0,05 0,1 0,2																
D	1,5 1,75 2 3 5																
α	0,025			0,05				0,1					0,2			0,3	0,4
β	0,025	0,05	0,1	0,025	0,05	0,1	0,2	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,05	0,1	0,2	0,3	0,1

ANMERKUNG 1 Für einige kurze Prüfungen und hauptsächlich für $D = 5$ und α und β = 0,3 ist die Abweichung von den Nennwerten der Risiken aufgrund der Besonderheit der Prüfungen signifikant und es steht keine geeignete Prüfung zur Verfügung.

ANMERKUNG 2 Eine Erweiterung der Messsysteme ist verfügbar, siehe A.2 und [3, 4, 5].

5.2 Entscheidungskriterien

Die Entscheidungskriterien sind wie folgt:

– annehmen, wenn $sn_s - h_a \geq r$;

– fortsetzen, wenn $sn_s - h_a < r < sn_s + h_r$;

– rückweisen, wenn $r \geq sn_s + h_r$.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

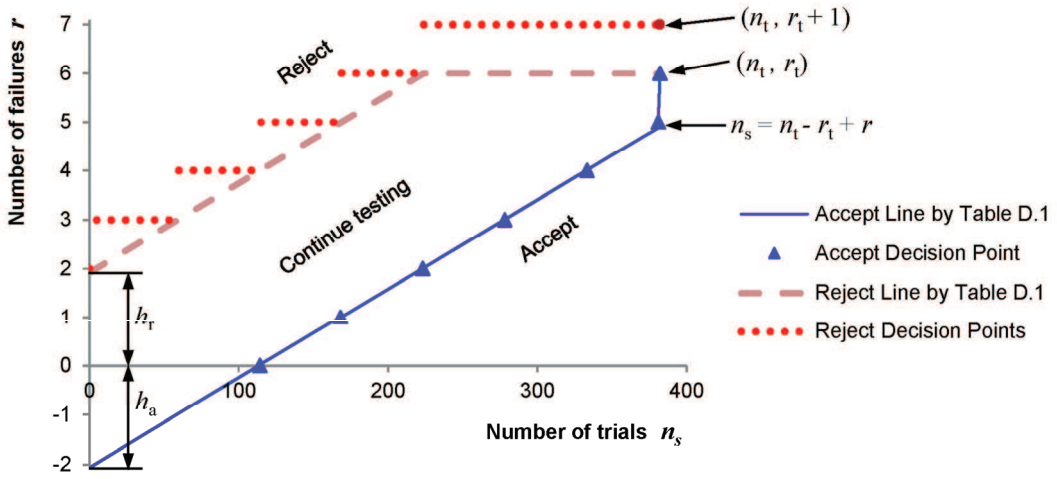
Die SPRT müssen an den Linien auf der Grundlage der in Tabelle D.1 angegebenen Werte n_t, r_t begrenzt werden.

Die Begrenzung führt zu den folgenden zusätzlichen Kriterien;

– annehmen, wenn $n_s = n_t - r_t + r$ und $r < r_t$;

– rückweisen, wenn $r > r_t$.

Die kumulierten Ergebnisse werden anhand der Kriterien nach jedem Versuch geprüft und es wird über die Annahme, Fortsetzung oder Rückweisung entschieden.



Englisch	Deutsch
Number of failures r	Anzahl der Ausfälle r
Reject	Rückweisen
Continue testing	Prüfung fortsetzen
Accept	Annehmen
Number of trials n_s	Anzahl der Versuche n_s
Accept Line by Table D.1	Annahmelinie nach Tabelle D.1
Accept Decision Point	Annahmeentscheidungspunkt
Reject Line by Table D.1	Rückweisungslinie nach Tabelle D.1
Reject Decision Points	Rückweisungsentscheidungspunkte

ANMKERKUNG Dieses Bild wurde für p_0 = 0,01, D = 3 (p_1 = 0,03), $\alpha' = \beta'$ = 0,100 gezeichnet.

Bild 2 – SPRT-Diagramm

5.3 Operationscharakteristikkurve (OC)

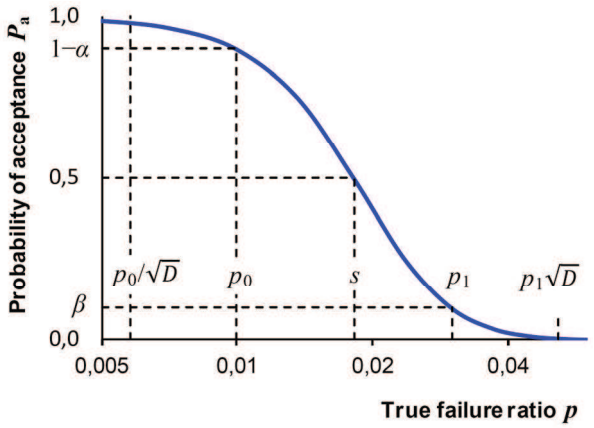
Tabelle 3 und Bild 3 geben die folgenden ungefähren Punkte auf der Operationscharakteristikkurve für jede begrenzte Folgeprüfung an:

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Tabelle 3 – OC-Kurve

p	P_a
$p_0/\sqrt{D}$	~ 1
p_0	$1-\alpha$
s	$\dfrac{\ln(1-\beta)-\ln\alpha}{\ln(1-\beta)-\ln\alpha-\ln\beta+\ln(1-\alpha)}$
p_1	β
$p_1\sqrt{D}$	~ 0

ANMERKUNG Für den Fall $\alpha = \beta$, $P_a(s) = 0{,}5$.



Englisch	Deutsch
Probability of acceptance P_a	Annahmewahrscheinlichkeit P_a
True failure ratio p	Tatsächlicher Ausfallquotient p

ANMKERKUNG Dieses Bild wurde für p_0 = 0,01, $D = 3$ (p_1 = 0,03), $\alpha' = \beta' = 0{,}100$ gezeichnet.

Bild 3 – OC-Kurve

Darüber hinaus wird die Methodik zur ausführlichen Berechnung der OC durch Wald [1] festgelegt in [3, Unterabschnitt 2.2] und in [4, Anhang A].

5.4 Erwartete Anzahl der Versuche bis zur Entscheidung (ENT)

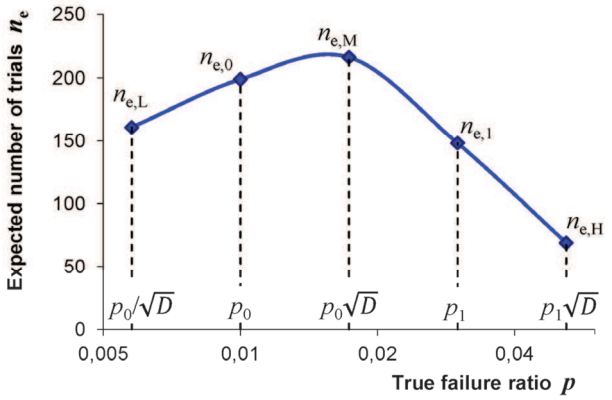
Für alle begrenzten Folgeprüfpläne in Tabelle D.1 wird die ENT-Kurve über 5 Punkte festgelegt ($n_{e,j}$) im Vergleich zum tatsächlichen Ausfallquotienten (p) und nach Tabelle 4 und Bild 4:

Tabelle 4 – ENT (n_e) im Vergleich zum tatsächlichen Ausfallquotienten (p)

p	$p_0/\sqrt{D}$	p_0	$p_0\sqrt{D}$	$p_1 = p_0 D$	$p_1\sqrt{D}$
$n_{e,j}$	$n_{e,L}$	$n_{e,0}$	$n_{e,M}$	$n_{e,1}$	$n_{e,H}$

ANMERKUNG $j = L, 0, M, 1, H$ (siehe Bild 4).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02



Englisch	Deutsch
Expected number of trials n_e	Erwartete Anzahl der Versuche n_e
True failure ratio p	Tatsächlicher Ausfallquotient p

ANMERKUNG Dieses Bild wurde für p_0 = 0,01, D = 3 (p_1 = 0,03), $\alpha' = \beta' = 0{,}100$ gezeichnet.

Bild 4 – SPRT – Kurve der erwarteten Anzahl von Versuchen bis zur Entscheidung (ENT)

6 Prüfpläne mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl (FTFT)

6.1 Eigenschaften

Durch eine feste Versuchsanzahl/Ausfallanzahl begrenzte Prüfpläne sind durch Entscheidungsregeln für die Annahme oder Rückweisung der Konformität bei Erreichung der angegebenen Versuchsanzahl bis zum Abbruch oder Überschreitung der annehmbaren Anzahl relevanter Ausfälle charakterisiert. Die Prüfpläne werden durch die ausgewählten Werte des Risikos und des Qualitätslagenverhältnisses bestimmt. Um einen Prüfplan zu implementieren, muss der annehmbare Ausfallquotient p_0 festgelegt (oder abgeleitet) werden.

Tabelle 5 enthält geeignete Prüfpläne für die verschiedenen Werte der festgelegten p_0, D, α und β.

Die verbundenen OC-Kuren und die genauen Werte von α' und β' können mithilfe der Methodik in C.3.4 berechnet werden.

6.2 Entscheidungskriterien

Die Entscheidungskriterien sind wie folgt:

– annehmen, wenn $r \leq c$ mit $n = n_f$;

– rückweisen, wenn $r > c$ mit $n \leq n_f$.

BEISPIEL:

p_0 = 0,01; D = 3,0 (p_1 = 0,03); $\alpha = \beta$ = 10 %. Nach Tabelle 5 wäre eine Anzahl von Versuchen n_f = 308 erforderlich und eine Annahmeentscheidung wird getroffen, wenn $r \leq 5$.

ANMERKUNG Die Kurven in Anhang E (Bild E.1 bis Bild E.3) sind hilfreich, um einen Überblick über die Eigenschaften der verschiedenen Prüfpläne zu erhalten.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Tabelle 5 – Prüfpläne mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl (1 von 2)

q_0	p_0	D	$\alpha = \beta$ = 5 %		$\alpha = \beta$ = 10 %		$\alpha = \beta$ = 20 %		$\alpha = \beta$ = 30 %	
			n_f	c	n_f	c	n_f	c	n_f	c
0,999 5	0,000 5	1,5	108 002	66	65 849	40	28 584	17	10 814	6
		1,75	51 726	34	32 207	21	14 306	9	5 442	3
		2	31 410	22	20 125	14	9 074	6	3 615	2
		3	10 467	9	6 181	5	2 852	2	1 626	1
0,999	0,001	1,5	53 998	66	32 922	40	14 291	17	5 407	6
		1,75	25 861	34	16 102	21	7 152	9	2 721	3
		2	15 703	22	10 061	14	4 537	6	1 807	2
		3	5 232	9	3 090	5	1 426	2	813	1
0,995	0,005	1,5	10 647	65	6 581	40	2 857	17	1 081	6
		1,75	5 168	34	3 218	21	1 429	9	544	3
		2	3 137	22	1 893	13	906	6	361	2
		3	1 044	9	617	5	285	2	162	1
0,99	0,01	1,5	5 320	65	3 215	39	1 428	17	540	6
		1,75	2 581	34	1 607	21	714	9	272	3
		2	1 567	22	945	13	453	6	180	2
		3	521	9	308	5	142	2	81	1
0,98	0,02	1,5	2 620	64	1 605	39	713	17	270	6
		1,75	1 288	34	770	20	356	9	136	3
		2	781	22	471	13	226	6	90	2
		3	259	9	153	5	71	2	40	1
0,97	0,03	1,5	1 720	63	1 044	38	450	16	180	6
		1,75	835	33	512	20	237	9	90	3
		2	519	22	313	13	150	6	60	2
		3	158	8	101	5	47	2	27	1
0,96	0,04	1,5	1 288	63	782	38	337	16	135	6
		1,75	625	33	383	20	161	8	68	3
		2	374	21	234	13	98	5	45	2
		3	117	8	76	5	35	2	20	1
0,95	0,05	1,5	1 014	62	610	37	269	16	108	6
		1,75	486	32	306	20	129	8	54	3
		2	298	21	187	13	78	5	36	2
		3	93	8	60	5	28	2	16	1
0,94	0,06	1,5	832	61	508	37	224	16	90	6
		1,75	404	32	244	19	107	8	45	3
		2	248	21	155	13	65	5	30	2
		3	77	8	50	5	23	2	13	1
0,93	0,07	1,5	702	60	424	36	192	16	77	6
		1,75	336	31	208	19	92	8	38	3
		2	203	20	125	12	55	5	25	2
		3	66	8	42	5	20	2	11	1

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Tabelle 5 (2 von 2)

q_0	p_0	D	$\alpha = \beta$ = 5 %		$\alpha = \beta$ = 10 %		$\alpha = \beta$ = 20 %		$\alpha = \beta$ = 30 %	
			n_f	c	n_f	c	n_f	c	n_f	c
0,92	0,08	1,5	613	60	371	36	168	16	67	6
		1,75	294	31	182	19	80	8	34	3
		2	177	20	109	12	48	5	22	2
		3	57	8	37	5	17	2	10	1
0,91	0,09	1,5	536	59	329	36	149	16	60	6
		1,75	253	30	154	18	71	8	30	3
		2	157	20	96	12	43	5	20	2
		3	51	8	33	5	15	2	9	1
0,9	0,1	1,5	474	58	288	35	134	16	53	6
		1,75	227	30	138	18	64	8	27	3
		2	135	19	86	12	39	5	18	2
		3	41	7	25	4	14	2	8	1
0,85	0,15	1,5	294	54	181	33	79	14	35	6
		1,75	141	28	87	17	42	8	18	3
		2	85	18	53	11	21	4	12	2
		3	26	7	16	4	9	2	5	1
0,8	0,2	1,5	204	50	127	31	55	13	26	6
		1,75	98	26	61	16	28	7	13	3
		2	60	17	36	10	19	5	9	2
		3	17	6	9	3	4	1	4	1

7 Planung von Prüfplänen mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl

7.1 Eigenschaften

Durch eine feste Versuchsanzahl oder Ausfallanzahl begrenzte Prüfpläne sind durch Entscheidungsregeln für die Annahme oder Rückweisung der Konformität bei Erreichung der angegebenen Versuchsanzahl der Prüfung oder Überschreitung der annehmbaren Anzahl relevanter Ausfälle charakterisiert. Die zweckgebundenen Prüfpläne werden durch die ausgewählten Werte des Risikos und die gewählte Versuchsanzahl bestimmt. Das abgeleitete Qualitätslagenverhältnis wird zur Beurteilung des Prüfplans verwendet.

Die Verfahren dieses Abschnitts können auch verwendet werden, wenn eine feste Kalenderprüfdauer vorgegeben und eine Gesamtzahl von Ereignissen innerhalb dieser Zeit vorhergesagt wird.

7.2 Vorgehensweise

Die in diesem Abschnitt enthaltenen Verfahren ermöglichen es dem Benutzer, die Prüfungs- oder Kalenderzeit, innerhalb der die Gesamtzahl der Versuche oder Ereignisse auftritt, zu wählen, um die besonderen Anforderungen z. B. an die Effizienz, die Ressourcen, die Administration oder die Zeitplanung zu erfüllen.

Es wird angenommen, dass die Gesamtzahl der Versuche oder Ereignisse proportional zur Gesamtzeit der Prüfung und vorhersagbar ist. Dieser Abschnitt sollte es dem Benutzer daher ermöglichen, flexible Prüfpläne unter Verwendung aller während der Prüfdauer verfügbarer Daten zu erstellen durch:

– Planung und Bewertung eines vorläufigen Prüfplans auf der Grundlage der vorhergesagten Anzahl von Ereignissen;

– Anpassen und Bewerten des endgültigen Prüfplans nach Beendigung der Prüfung;

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

– Abschätzen der erforderlichen Anzahl von Ereignissen für die gegebenen Eigenschaften des Prüfplans wie etwa das Qualitätslagenverhältnis und die Risiken.

Der endgültige Prüfplan hängt von der resultierenden Anzahl der Ereignisse n ab. Das Verfahren basiert jedoch auf der Annahme, dass n ein fester Wert ist („umgekehrte Probenahme“).

7.3 Allgemeiner Fall

Die Prüfplanparameter werden üblicherweise festgelegt als:

– Anzahl der Prüfteile oder Ereignisse n;
– Nennwert des Lieferantenrisikos α;
– Nennwert des Abnehmerrisikos β (= α), (für $\alpha \neq \beta$ siehe C.3.2);
– gegebenenfalls ein Höchstwert für Qualitätslagenverhältnis D.

Auf der Grundlage dieser Parameter werden die unbekannten Parameter:

– tatsächliches Qualitätslagenverhältnis D;
– annehmbare Ausfallanzahl c;

durch das in 7.6 festgelegte Verfahren abgeleitet.

7.4 Sonstige Fälle

In vielen Praxisfällen ist die Anzahl der Ereignisse, n, nicht bekannt. In solchen Fällen wird ein vorläufiger Prüfplan mit einer vorhergesagten (oder angenommenen) Anzahl n erstellt. Anhand dieses Plans wird dann eingeschätzt, ob ein ausreichender Wert für D erhalten werden kann und ob der Plan auch ansonsten geeignet ist.

Wenn der Plan nicht geeignet ist, z. B. wenn $D > 5$, muss die Anzahl der Ereignisse n ausreichend erhöht werden. Dies darf beispielsweise durch Verlängerung der Kalenderprüfdauer und somit die Erhöhung der Anzahl der Ereignisse geschehen. Die Berechnungen werden dann, möglicherweise mit einem anderen Prüfplan, geänderten Parametern und neuen Einschätzungen wiederholt, bis die Bedingungen erfüllt werden.

7.5 Anwendungsbeispiel

Übliche Anwendungen des Abschnitts 7 bestehen in der Bewertung des Erfolgsquotienten/Ausfallquotienten/ Prozentsatzes der fehlerhaften (nicht-konformen) Teile, wenn die Prüfpläne nach den Abschnitten 5 oder 6 aus irgendeinem Grund nicht anwendbar sind.

In Fällen, in denen zunächst andere Kombinationen von Prüfplanparametern festgelegt werden, wird das Verfahren entsprechend geändert. Diese Fälle werden in 7.6 erörtert und Beispiele sind in Anhang B enthalten.

Die mathematischen Verfahren und Formeln für die Bilder und Tabellen sind in Anhang C enthalten.

7.6 Verfahren zur Bestimmung von D und c oder n und c

7.6.1 Angaben in Bildern und Tabellen

Die Bilder und Tabellen sind in Anhang E enthalten.

Die Bilder und Tabellen basieren auf den folgenden festen Parameterwerten:

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Bild E.1	Tabelle E.1	p_0 = 0,05	(q_0 = 0,95)
Bild E.2	Tabelle E.2	p_0 = 0,10	(q_0 = 0,90)
Bild E.3	Tabelle E.3	p_0 = 0,15	(q_0 = 0,85)

In allen Bildern und Tabellen:

$\alpha = \beta$: 1 %, 2,5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %

ANMERKUNG Die Risikowerte sind Nennwerte.

Die Bilder zeigen ungefähre D-Werte im Bereich 1 ... 5 im Vergleich zu n im Bereich 1 ... 500 (logarithmischer Maßstab).

ANMERKUNG Für n > 20 ist die Annäherung befriedigend bis gut. Die Genauigkeit wird in Anhang C erörtert.

Die Tabellen enthalten genaue c-Werte im Vergleich zu n im Bereich 1 ... 300.

ANMERKUNG Die Risiken α' und β' dürfen mithilfe von (C.1) oder (C.2) in Anhang C abgeleitet werden.

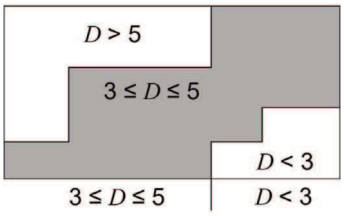


Bild 5 – Grundsätzlicher Aufbau der Tabellen E.1 bis E.3

7.6.2 Verwendung der Bilder und Tabellen

Bei festgelegtem p_0 dürfen die Bilder auf zwei Arten verwendet werden:

a) Lies D bei gegebenem n und $\alpha = \beta$ ab.
Zweck: Zur Beurteilung mithilfe von D, ob der Prüfplan annehmbar ist und alle Anforderungen erfüllt.

b) Lies n bei gegebenem D und $\alpha = \beta$ ab.
Zweck: Zur Einschätzung der Probengröße wie etwa der Anzahl der Prüfteile oder der Kalender-prüfdauer (wenn n proportional zu dieser Dauer ist).

Die Tabellen werden ausschließlich genutzt, um die annehmbare Ausfallanzahl c für die gegebene oder abgeleitete Anzahl n und gegebenem $\alpha = \beta$ für den Konformitätsprüfplan zu ermitteln.

7.7 Entscheidungskriterien

Die so bestimmte Anzahl der Ausfälle c wird mit der beobachteten Anzahl der relevanten Ausfälle (oder erfolglosen Ereignisse) r während der Prüfung verglichen.

Die Entscheidungskriterien sind wie folgt:

– annehmen, wenn $r \le c$ mit $n = n_f$;

– rückweisen, wenn $r > c$ mit $n \le n_f$.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Anhang A
(informativ)

Zusatzinformationen zu Folgeprüfplänen

A.1 Beispiel

Um die Prüfungskosten zu reduzieren, müssen die Anzahl der Versuche bis zum Abbruch (n_t) und ENT (n_e) reduziert werden. Tabelle D.1 enthält alle notwendigen Daten zur Auswahl einer Prüfung auf der Grundlage von Kosten-Nutzen-Erwägungen (p_0, D, s, α, β, n_t, $n_{e,j}$).

Die Zuverlässigkeits-Spezifikationen bestimmen die gewünschten Prüfparameter wie in dem folgenden Beispiel:

p_0 = 0,01, D = 2 (p_1 = 0,02), α = β = 0,05. Die Prüfung erfordert (siehe Tabelle D.1) n_t = 1 866 und $n_{e,0}$ = 910, d. h. Zeit- und Geldaufwand für den Benutzer. Es ist möglich, einen Kompromiss zwischen dem Qualitätslagenverhältnis und den Risiken einzugehen und eine kürzere und „kostengünstigere“ Prüfung zu wählen.

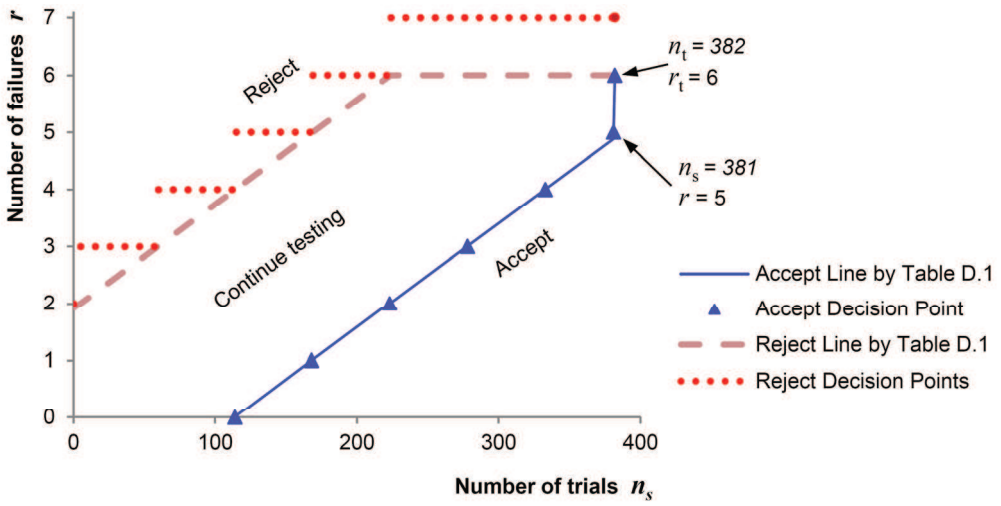
p_0 = 0,01, D = 3 (p_1 = 0,03), α = β = 0,1. Diese Prüfung erfordert (siehe Tabelle D.1) n_t = 382 und $n_{e,0}$ = 199.

Die günstigere Prüfung erfordert weniger Versuche bei dem Höchstwert (n_t = 382 im Vergleich zu 1 866) und dem Mittelwert (siehe $n_{e,j}$ in Tabelle D.1 und Bild 4). Bei dieser Prüfung kann das Produkt mit einem höheren Prozentsatz nicht-konformer Einheiten angenommen werden (p_1 = 0,03). Bei dieser Prüfung sind auch α und β größer (es besteht das Risiko, dass konforme Produkte rückgewiesen oder nicht-konforme Produkte angenommen werden).

Tabelle D.1 enthält alle notwendigen Datenkonstrukte für die Prüfgrenzen (h_a, h_r, s, n_t, r_t). Die Prüfgrenzen (Bild 2) stimmen mit den Entscheidungskriterien überein (siehe 8.2). Die Grenzen für dieses Beispiel sind in Bild A.1 dargestellt. Die kumulierten Ergebnisse werden nach jedem Versuch geprüft und eine Entscheidung wird getroffen, wenn eine der Grenzen überschritten wird.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02



Englisch	Deutsch
Number of failures r	Anzahl der Ausfälle r
Reject	Rückweisen
Continue testing	Prüfung fortsetzen
Accept	Annehmen
Number of trials n_s	Anzahl der Versuche n_s
Accept Line by Table D.1	Annahmelinie nach Tabelle D.1
Accept Decision Point	Annahmeentscheidungspunkt
Reject Line by Table D.1	Rückweisungslinie nach Tabelle D.1
Reject Decision Points	Rückweisungsentscheidungspunkte

ANMERKUNG p_0 = 0,01, D = 3 (p_1 = 0,03), $\alpha = \beta$ = 0,100.

Bild A.1 – Beispiel einer begrenzten Folgeprüfung

A.2 Erweiterung des Messsystems (durch Interpolation und Extrapolation)

Wenn ein Prüfplan benötigt wird, der nicht in Tabelle D.1 enthalten ist, kann dieser wie folgt erstellt werden.

A.2.1 Extrapolation für p_0 < 0,001

Für diese Fälle können die Prüfparameter durch den Referenzprüfplan für p_0 = 0,001 (in Tabelle D.1) mit demselben D, α und β wie folgt bewertet werden:

k = (0,001/p_0)

h_a , h_r , r_t – unverändert

s = $s_{0,001}/k$, oder durch direkte Berechnung:

$$s = \frac{\ln((1-p_0 D)/(1-p_0))}{\ln((1-p_0)/(1-p_0 D)) + \ln D} \qquad \text{(A.1)}$$

n_t = ($n_{t,\ 0,001} - r_t$)*k+r_t

$n_{e,j}$ = $n_{e,j,\ 0,001}$* k

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

dabei bedeutet der Index $_{0,001}$, dass die Parameter aus der Tabelle D.1 für p_0 = 0,001 stammen.

Die hohe Genauigkeit dieses Verfahrens, ausgedrückt als relativer Fehler von α' und β', beträgt weniger als 1,5 % und für n_e weniger als 0,2 %.

A.2.2 Interpolation

Allgemeine Formel für die lineare Interpolation:

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1) + y_1 \qquad \text{(A.2)}$$

Interpolation durch α und β:

Für jedes in Tabelle D.1 enthaltene Verhältnis p_0, D und α/β kann die Prüfung für jeden Wert α und β berechnet werden. Die Berechnung erfolgt durch lineare Interpolation der erforderlichen Parameter in ln α. Der Wert von s bleibt unverändert.

Die Parameter h_a, h_r, n_t, r_t und $n_{e,j}$ werden durch (A.2) berechnet.

Dabei ist/sind: $x_1 = \ln\alpha_1, \quad x_2 = \ln\alpha_2, \quad x = \ln\alpha_x$;

α_1, α_2 die α-Werte des referenzierten Prüfpaars aus Tabelle D.1;

α_x der α-Wert der geplanten Prüfung;

y, y_1, y_2 respektive die Parameterwerte der geplanten Prüfung und das Referenzprüfpaar.

Beispiel für die Berechnung einer Prüfung: p_0 = 0,01, D = 2, α = 0,15, α/β= 0,5 (Nennwerte):

$$h_{a,x} = \frac{h_{a,2} - h_{a,1}}{\ln\alpha_2 - \ln\alpha_1}(\ln\alpha_x - \ln\alpha_1) + h_{a,1}$$

$$h_{a,x} = \frac{-3{,}418 - (-4{,}563)}{\ln 0{,}2 - \ln 0{,}1}(\ln 0{,}15 - \ln 0{,}1) + (-4{,}563) = -3{,}893$$

$$r_{t,x} = \frac{r_{t,2} - r_{t,1}}{\ln\alpha_2 - \ln\alpha_1}(\ln\alpha_x - \ln\alpha_1) + r_{t,1}$$

$$r_{t,x} = \frac{9 - 19}{\ln 0{,}2 - \ln 0{,}1}(\ln 0{,}15 - \ln 0{,}1) + 19 = 13{,}15 \cong 13$$

Alle anderen Prüfparameter und Eigenschaften sollten anhand desselben Verfahrens berechnet werden. Tabelle A.1 enthält alle betreffenden Prüfungen und zeigt die hohe Präzision des Verfahrens.

Interpolation durch p_0:

Für jeden in Tabelle D.1 enthaltenen Wert von D, α, β kann die Prüfung für 0,001 < p_0 < 0,1 berechnet werden. Die Berechnung erfolgt durch Interpolation der erforderlichen Parameter: h_a, h_r, n_t, r_t und $n_{e,j}$. Der Wert von s wird durch (A.1) berechnet.

Die Parameter r_t, h_a, h_r werden durch (A.2) berechnet.

Dabei ist/sind: $x_1 = p_{0,1}$, $x_2 = p_{0,2}$, $x = p_{0,x}$;

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

$p_{0,1}$, $p_{0,2}$ die p_0-Werte des Referenzprüfpaars aus Tabelle D.1, die der geplanten Prüfung am nächsten liegen;

$p_{0,x}$ der p_0-Wert der geplanten Prüfung;

y, y_1, y_2 respektive die Parameterwerte der geplanten Prüfung und das Referenzprüfpaar.

Die Parameter n_t und $n_{e,j}$ werden durch (A.2) berechnet.

Dabei ist/sind: $x_1 = \ln p_{0,1}$, $x_2 = \ln p_{0,2}$, $x = \ln p_{0,x}$;

y, y_1, y_2 die $\ln n_t$ oder $\ln n_{e,j}$ respektive der geplanten oder Referenzprüfungen (beispielsweise beträgt die Einstellung für die Berechnung n_t: $y_1 = \ln n_{t,1}$, $y_2 = \ln n_{t,2}$, $y = \ln n_{t,x}$).

Dieses Verfahren ermöglicht die Berechnung von Messsystemen mit ausreichender Genauigkeit für praktische Anforderungen.

Gemischte Parameter-Interpolation:

Ein Verfahren für die Planung von Prüfungen mit einer gemischten Parameter-Interpolation (für andere p_0, D, α/β Kombinationen) ist in [3, 4] enthalten.

Tabelle A.1 – Beispiel für die Interpolation durch α und β

p_0	D, s	α'	β'	h_a	h_r	n_t	r_t	$n_{e,L}$	$n_{e,0}$	$n_{e,M}$	$n_{e,1}$	$n_{e,H}$	
0,01	D = 2,0 s = 0,014 44	0,100	0,050	-4,563	3,607	1 428	19	609	829	925	593	286	Erste Referenzprüfung
		0,200	0,100	-3,418	2,574	724	9	422	489	482	354	205	Zweite Referenzprüfung
		0,150*	0,075*	-3,893	3,003	1 016	13	500	630	666	453	239	Interpolierte geplante Prüfung
		0,154	0,072	-3,893	3,003	1 016	13	505	633	657	455	240	Genauer Wert
		-2,6	4,2	–	–	–	–	-1	-0,5	1	-0,4	-0,4	Relativer Fehler oder interpolierte Prüfung, %

ANMERKUNG * bezeichnet den Zielwert.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Anhang B
(informativ)

Planung von Prüfplänen mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl – Beispiele

ANMERKUNG Dieser Anhang ist mit Abschnitt 7 verbunden.

B.1 Verwendung der Bilder und Tabellen

Festgelegte Parameter: p_0 = 0,05; $\alpha = \beta$ = 20 %;

n = 77 Einheiten verfügbar.

Abzuleitende Parameter: D und c.

In Bild E.1, wird für n = 77 und $\alpha = \beta$ = 20 %, D = 2,0 erhalten und Tabelle E.1 enthält c = 5.

B.2 Fall, in dem die Anzahl der Ereignisse n unbekannt, aber vorhersagbar ist

Die festgelegte Anforderung ist, dass das 90-%-Quantil der Instandsetzungsdauer 3 Stunden nicht überschreiten darf. Der Hersteller wünscht α = 10 %. Der Abnehmer wünscht ein Quantil der Instandsetzungsdauer für die Rückweisung von mehr als 75 % und β = 10 %. Vorhergesagte Anzahl von Instandsetzungen = 50 je Jahr. Vorläufige Kalenderprüfdauer = 0,5 Jahre. Dies kann folgendermaßen ausgedrückt werden:

Festgelegt: q_0 = 0,90; q_1 = 0,75; $\alpha = \beta$ = 10 %;

Daher gilt: $p_0 = 1 - q_0$ = 0,10; $D \leq (1 - 0{,}75) / (1\text{-}0{,}90) = 2{,}5$;
anfänglich n = 0,5 * 50 = 25.

Abzuleiten: Tatsächlicher Nennwert D, Bewertung eines vorläufigen Prüfplans und eines neuen Plans.

Schritt 1:
In Bild E.2 für n = 25 und $\alpha = \beta$ = 10 % wird D = 3 erhalten. Dieser Wert ist zu hoch.
Schlussfolgerung: n sollte durch Verlängerung der Kalenderprüfdauer erhöht werden.

Schritt 2:
D wird absichtlich auf den Höchstwert, d. h. D = 2,5 festgelegt und ein Wert von n = 40 im Bild E.2 abgelesen. Dies darf durch die Erhöhung der Kalenderprüfdauer auf 40/50 = 0,8 Jahre erreicht werden. Vorsichtshalber wird 1 Jahr gewählt.

Schritt 3:
Es muss entschieden werden, ob die Prüfung beendet werden muss, wenn 40 Instandsetzungen erreicht wurden, oder die Kalenderprüfdauer auf 1 Jahr festgelegt werden muss. Anschließend wird respektive mit Schritt 4a oder Schritt 4b fortgefahren.

Schritt 4:
Wenn n = 40 gewählt wird, wird in Übereinstimmung mit Tabelle E.2, c festgelegt auf c = 6 mit D = 2,5. Üblicherweise müssen jedoch auch andere Zuverlässigkeitsmesswerte während der Kalenderprüfdauer bewertet werden. In diesen Fällen ist es im Allgemeinen vorteilhaft, eine feste Kalenderprüfdauer, in diesem Fall 1 Jahr, einzuhalten. Anschließend wird mit den Schritten 5 und 6 fortgefahren.

Schritt 5:
Die Prüfung wird mit einer Kalenderprüfdauer von 1 Jahr durchgeführt, während der n = 44 Instandsetzungen festgestellt wurden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Schritt 6:
Jetzt festgelegte Werte: p_0 = 0,1; α = β = 10 % wie zuvor; n = 44.

Abzuleitende Werte: Tatsächlicher Wert D und c.

In Bild E.2 wird für n = 44 und $\alpha = \beta =$ 10 % D = 2,4 erhalten und Tabelle E.2 enthält c = 7. Dies ist der endgültige Prüfplan. Alle verfügbaren Daten wurden genutzt.

ANMERKUNG Dieses Verfahren sollte nur eingesetzt werden, wenn die Dauer jeder Instandsetzung nicht verfügbar ist. Die Berechnung basierend auf der Instandsetzungsdauer ist statistisch effizienter.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Anhang C
(informativ)

Planung von Prüfplänen mit fester Versuchsanzahl/Ausfallanzahl – Mathematische Verfahren und Formeln

C.1 Anwendungsbereich

Die Verfahren und Formeln in diesem Anhang können zur Berechnung der Prüfplanparameter anstelle des Ablesens der Werte aus den Bildern und Tabellen verwendet werden.

Darüber hinaus dürfen die Prüfplanparameter für andere Werte von p_0 und $\alpha = \beta$ als angegeben berechnet werden. Des Weiteren werden genaue und angenäherte Formeln für OC-Kurven vorgegeben.

C.2 Symbole

Alle Symbole in Abschnitt 3 gelten auch für diesen Anhang. Darüber hinaus werden die folgenden zusätzlichen Symbole verwendet:

$\Phi(u)$ kumulative Normalverteilung

u_γ γ Quantil der kumulativen Normalverteilung $\gamma = \Phi(u_\gamma)$

$f(i,n,p)$ Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Binomialverteilung (Wahrscheinlichkeit, genau i Ausfälle festzustellen)

$F(c,n,p)$ kumulative Binomialverteilung (Wahrscheinlichkeit, c Ausfälle oder weniger festzustellen)

$$f(i,n,p) = \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}, \qquad \binom{n}{i} = n! / [(n-i)!\,i!],$$

$$F(c,n,p) = \sum_{i=0}^{c} f(i,n,p) = \sum_{i=0}^{c} \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i} \tag{C.1}$$

ANMERKUNG Wahrscheinlichkeiten werden in diesem Anhang grundsätzlich nicht als Prozentsätze angegeben.

Formel (C.1) kann einfach in Excel durch die Funktion BINOM.DIST wie folgt berechnet werden:

$$F(c,n,p) = \text{BINOM.DIST}(c,n,p,\text{TRUE}). \tag{C.2}$$

C.3 Berechnung

C.3.1 Bestimmung von D im Vergleich zu n

Diese Fälle beziehen sich auf die Bilder E.1 bis E.3.

Festgelegte Parameter: $p_0, n, \alpha = \beta$

Abzuleitende Parameter: D

Verfahren

Der Wert D wird durch die angenäherte Formel berechnet:

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

$$D = D(p_0, \alpha, n) = \left\{ \sin^2 \left[\arcsin\left(\sqrt{p_0}\right) + u/\sqrt{n} \right] \right\} \Big/ p_0 \qquad \text{(C.3)}$$

dabei darf $u = u_{1-\alpha}$ aus der Tabelle C.2 entnommen oder in Excel durch die Funktion NORM.S.INV(1 – α) berechnet werden.

ANMERKUNG Die Kurven in den Bildern E.1 bis E.3 wurden durch (C.3) berechnet.

C.3.2 Bestimmung von n und c im Vergleich zu p_0, D, α, β

In diesem Fall können α und β unterschiedlich sein.

Festgelegte Parameter: p_0, D, α, β

Abzuleitende Parameter: n, c.

Verfahren

Schritt 1:
Falls n vorgegeben ist, wird mit Schritt 2 fortgefahren. Andernfalls wird der Anfangswert von n durch die angenäherte Formel berechnet:

$$n = \left[\frac{u_\alpha + u_\beta}{2\arcsin\left(\sqrt{1-p_0}\right) - 2\arcsin\left(\sqrt{1-p_0 D}\right)} \right]^2 \qquad \text{(C.4)}$$

Schritt 2:
Der Anfangswert von c wird in Excel ermittelt durch:

$$c = \text{BIN.INV}(n, p_0, 1 - \alpha), \qquad \text{(C.5)}$$

oder c wird durch die angenäherte Formel (für n > 20) berechnet:

$$c = c(p_0, \alpha, n) = n \sin^2 \left[\arcsin\left(\sqrt{p_0}\right) + u/\left(2\sqrt{n}\right) \right] - 0{,}5 \qquad \text{(C.6)}$$

dabei darf $u = u1-\alpha$ aus der Tabelle C.2 entnommen oder in Excel durch die Funktion NORM.S.INV(1 − α) berechnet werden.

c wird auf die nächstgelegene ganze Zahl gerundet.

Schritt 3:
Mit dem in Schritt 2 gefundenen c wird ein ganzzahliger Wert n bestimmt, der Werte für α' und β' in ausreichender Übereinstimmung mit den festgelegten Werten für α und β ergibt.

ANMERKUNG Die tatsächlichen Risiken α' und β' lassen sich aus $\alpha' = 1 - F(c, n, p_0)$ und $\beta' = F(c, n, p_1)$ unter Verwendung von (C.2) oder (C.1) ermitteln.

Schritt 4:
Wenn α' und β' kleiner sind als die festgelegten Werte für α und β, wird $c = c - 1$ versucht und zu Schritt 3 zurückgekehrt.
Wenn α' und β' nicht kleiner sind als die festgelegten Werte für α und β, wird $c = c + 1$ versucht und zu Schritt 3 zurückgekehrt.

ANMERKUNG Die Zahlen in den Tabellen E.1 bis E.3 wurden mithilfe dieses Unterabschnitts berechnet.

C.3.3 Prüfung ohne Ausfälle – Bestimmung von n und D im Vergleich zu p_0, α, β

In diesem Fall ist $c = 0$.

α und β können unterschiedlich sein.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02

Festgelegte Parameter: $c = 0$, p_0, α, β.

Abzuleitende Parameter: n, D.

Verfahren

Schritt 1:
n wird durch die Formel berechnet:

$$n = \ln(1-\alpha)/\ln(1-p_0)\,, \tag{C.7}$$

Schritt 2:
D wird durch die Formel berechnet:

$$D = \left\{1-\exp\left[\ln\beta\ln(1-p_0)/\ln(1-\alpha)\right]\right\}/p_0\,, \tag{C.8}$$

oder D wird durch die angenäherte Formel berechnet:

$$D \approx \left(1-\beta^{p_0/\alpha}\right)/p_0\,, \tag{C.9}$$

ANMERKUNG Die tatsächlichen Risiken α' und β' lassen sich aus $\alpha' = 1 - F(c,n,p_0)$ und $\beta' = F(c,n,p_1)$ unter Verwendung von (C.2) oder (C.1) ermitteln.

BEISPIEL

Festgelegt: $p_0 = 0{,}001$; $\alpha = \beta = 10\ \%$
Abgeleitet: n = (105,3) gerundet = 105 aus (C.7); D = 21,6 aus (C.8); oder D = 22,7 aus (C.9).

C.3.4 Bestimmung der Operationscharakteristikkurven

Festgelegte Parameter: n, c, Bereich von p

Abzuleitende Parameter: Annahmewahrscheinlichkeit P_a im Vergleich zu p, dabei ist $P_a = F(c,n,p)$.

Verfahren

F wird für einen geeigneten Wertebereich von p (beispielsweise von $p0/D$ bis $p1*D$) unter Verwendung von (C.2), oder (C.1) berechnet.

ANMERKUNG Die tatsächlichen Risiken α' und β' lassen sich aus $\alpha' = 1 - F(p_0)$ und $\beta' = F(p_1)$ ermitteln.

C.3.5 Bestimmung der inversen Operationscharakteristikkurven

Festgelegte Parameter: n, c, Bereich von P_a

Abzuleitende Parameter: p im Vergleich zur Annahmewahrscheinlichkeit P_a

Verfahren

Schritt 1:
Die Tabellenwerte $P_a = F(c,n,p)$ im Vergleich zu p werden für einen geeigneten Bereich von P_a (z. B. $0{,}001 \le P_a \le 0{,}999$) durch C.3.4 berechnet.

Schritt 2:
Basierend auf der Tabelle wird die Kurve p im Vergleich zu P_a (die inverse Operationscharakteristikkurve) geplottet.

Schritt 3:
Die genauen Werte von p_0 und p_1 werden als Wurzeln der folgenden Gleichungen berechnet:

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 61123:2020-02