

DIN EN 61124

ICS 29.020

Ersatz für
DIN EN 61124:2007-01
Siehe Anwendungsbeginn

**Prüfungen der Funktionsfähigkeit –
Prüfpläne für konstante Ausfallrate und konstante Ausfalldichte
(IEC 61124:2012);
Deutsche Fassung EN 61124:2012**

Reliability testing –
Compliance tests for constant failure rate and constant failure intensity
(IEC 61124:2012);
German version EN 61124:2012

Essais de fiabilité –
Plan d'essais de conformité d'un taux de défaillance constant et d'une intensité de
défaillance constante
(CEI 61124:2012);
Version allemande EN 61124:2012

Gesamtumfang 126 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2012-06-27 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2013-01-01.

Für DIN EN 61124:2007-01 gilt eine Übergangsfrist bis zum 2015-06-27.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61124:2010-05.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 132 „Zuverlässigkeit“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (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 Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. 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 EN 61124:2007-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Eine Anzahl von neuen Prüfplänen wurde basierend auf der russischen Norm GOST R 27.402 hinzugefügt. Es werden Algorithmen zur Optimierung der Prüfpläne unter Verwendung eines Tabellenkalkulationsprogramms aufgeführt. Weiterhin wird dargestellt, dass Prüfungen nach Änderungen der Auslegung zu wiederholen sind.
- b) Diskrepanzen in den Prüfplänen A und B sowie in den Anhängen A und B wurden behoben.
- c) Es werden Anleitungen hinzugefügt, wie Prüfpläne auszuwählen sind und wie man Kalkulationstabellen bei ihrer Erstellung nutzen kann.
- d) Vorgeschlagene Korrekturen der Nationalen Komitees zur 2. Ausgabe wurden eingearbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61124: 2007-01

Prüfungen der Funktionsfähigkeit –
Prüfpläne für konstante Ausfallrate und konstante Ausfalldichte
(IEC 61124:2012)

Reliability testing –
Compliance tests for constant failure rate and
constant failure intensity
(IEC 61124:2012)

Essais de fiabilité –
Plan d'essais de conformité d'un taux de
défaillance constant et d'une intensité de
défaillance constante
(CEI 61124:2012)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2012-06-27 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2012 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61124:2012 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 56/1461/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 61124, erarbeitet vom IEC/TC 56 „Dependability“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61124:2012 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): 2013-03-27
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2015-06-27

Dieses Dokument ersetzt EN 61124:2006.

EN 61124:2012 enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen gegenüber EN 61124:2006:

- Einige neue Prüfpläne, die auf der russischen Norm GOST R 27.402 basieren, sind hinzugefügt worden, und die neue Ausgabe von MIL-HDBK-781 soll an diese Ausgabe angepasst werden. Algorithmen für die Optimierung von Prüfplänen mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms sowie eine Liste optimierter Prüfpläne sind enthalten. Darüber hinaus wird betont, dass die Prüfung bei Entwicklungsänderungen wiederholt werden sollte.
- Abweichungen in den Prüfplänen A, B sowie in den Anhängen A und B, die aus der inzwischen zurückgezogenen IEC 60605-7 stammen, sind korrigiert worden, so dass diese Prüfpläne sich von denen in der vorausgegangenen Ausgabe vom EN 61124 unterscheiden. Auf Wunsch der Nationalen Komitees sind die mathematischen Hintergrundinformationen und Informationen zum Tabellenkalkulationsprogramm in die informativen Anhänge verschoben worden. Weiterhin wurden die Listen der Formelzeichen unterteilt, so dass in manchen Anhängen die Formelzeichen nun separat gelistet sind.
- Hinzugefügt wurde auch eine Anleitung für die Auswahl der Prüfpläne sowie eine Anleitung, wie man diese mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen erstellen kann. Die Prüfpläne A.1 bis A.9 und B.1 bis B.13 wurden korrigiert.
- Die Unterabschnitte 8.1, 8.2, 8.3, Abschnitt 9, Anhang C, Abschnitte G.2, I.2, I.3 und Anhang J sind unverändert, hier wurden nur die Begriffe und die Literaturhinweise aktualisiert.
- Die von den Nationalen Komitees vorgeschlagenen Korrekturen zur zweiten Ausgabe sind umgesetzt worden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61124:2012 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe, Abkürzungen und Formelzeichen	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Abkürzungen und Formelzeichen	10
4 Allgemeine Anforderungen und Anwendungsbereich	12
4.1 Anforderungen	12
4.2 Anwendung der Prüfpläne auf Einheiten, die ersetzt oder repariert werden	12
4.3 Arten von Prüfplänen	12
5 Allgemeiner Prüfablauf	13
5.1 Prüfbedingungen	13
5.2 Allgemeine Eigenschaften der Prüfpläne	14
5.3 Zu ermittelnde Daten	14
5.4 Berechnung der kumulierten Prüfdauer T^*	14
5.5 Anzahl Ausfälle	15
6 Prüfpläne für sequentielle Prüfungen	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Vorgehensweise	16
6.3 Entscheidungskriterien	16
6.4 Übersicht über Prüfpläne	16
7 Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen – Prüfpläne mit fester Dauer	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Vorgehensweise	18
7.3 Entscheidungskriterien	18
7.4 Prüfpläne	18
8 Alternative Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 Anwendung	19
8.3 Vorgehensweise	20
8.4 Entscheidungskriterien	20
9 Prüfpläne für durch Kalender-Prüfdauer/Ausfallanzahl beendete Prüfungen für Einheiten, die nicht ersetzt werden	21
9.1 Allgemeines	21
9.2 Vorgehensweise	21
9.3 Entscheidungskriterien	21
9.4 Anwendung der Tabelle 2 in IEC 61123:1991 für Kalender-Prüfdauer-Prüfungen	22
10 Kombinierte Prüfpläne	23

	Seite
10.1 Allgemeines	23
10.2 Vorgehensweise	23
10.3 Entscheidungskriterien	23
10.4 Prüfpläne	24
11 Durchführung der Prüfung	24
12 Darstellung von Ergebnissen	24
Anhang A (normativ) Tabellen und Diagramme für sequentielle Prüfpläne	25
Anhang B (normativ) Diagramme für Prüfpläne, die durch Zeitablauf/Ausfallanzahl begrenzt sind	44
Anhang C (normativ) Diagramme für alternative Prüfpläne, die durch Zeitablauf/Ausfallanzahl begrenzt sind	53
Anhang D (normativ) Tabellen und Diagramme für kombinierte Prüfpläne und zusätzliche sequentielle Prüfpläne	60
Anhang E (informativ) Beispiele und mathematische Hinweise für sequentielle Prüfpläne	78
Anhang F (informativ) Erstellung sequentieller Prüfpläne mit einem üblichen Tabellenkalkulationsprogramm	86
Anhang G (informativ) Beispiele und mathematische Hinweise für Prüfpläne, die durch Zeitablauf/Ausfallanzahl begrenzt sind – Prüfpläne mit fester Dauer	97
Anhang H (informativ) Erstellung von durch Zeitablauf/Ausfallanzahl begrenzten Prüfplänen mit einem Tabellenkalkulationsprogramm	99
Anhang I (informativ) Beispiele und mathematische Hinweise für die Erstellung alternativer Prüfpläne, die durch Zeitablauf/Ausfallanzahl begrenzt sind	105
Anhang J (informativ) Beispiele und mathematische Hinweise für die durch Kalender-Prüfdauer beendeten Prüfungen	112
Anhang K (informativ) Herleitung und mathematische Hinweise für die optimierten Prüfpläne nach GOST R 27.402	114
Literaturhinweise	123
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	124
 Bild A.1 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.1	 25
Bild A.2 – Prüfplan A.1 – Operationscharakteristik	27
Bild A.3 – Prüfplan A.1 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung	27
Bild A.4 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.2	28
Bild A.5 – Prüfplan A.2 – Operationscharakteristik	29
Bild A.6 – Prüfplan A.2 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung	29
Bild A.7 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.3	30
Bild A.8 – Prüfplan A.3 – Operationscharakteristik	31
Bild A.9 – Prüfplan A.3 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung	31
Bild A.10 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.4	32
Bild A.11 – Prüfplan A.4 – Operationscharakteristik	33
Bild A.12 – Prüfplan A.4 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung	33
Bild A.13 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.5	34

Bild A.14 – Prüfplan A.5 – Operationscharakteristik	35
Bild A.15 – Prüfplan A.5 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung.....	35
Bild A.16 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.6.....	36
Bild A.17 – Prüfplan A.6 – Operationscharakteristik	37
Bild A.18 – Prüfplan A.6 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung.....	37
Bild A.19 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.7.....	38
Bild A.20 – Prüfplan A.7 – Operationscharakteristik	39
Bild A.21 – Prüfplan A.7 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung.....	39
Bild A.22 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.8.....	40
Bild A.23 – Prüfplan A.8 – Operationscharakteristik	41
Bild A.24 – Prüfplan A.8 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung.....	41
Bild A.25 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.9.....	42
Bild A.26 – Prüfplan A.9 – Operationscharakteristik	43
Bild A.27 – Prüfplan A.9 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung.....	43
Bild B.1 – Operationscharakteristiken für die Prüfpläne B.1, B.2, B.3 und B.4.....	44
Bild B.2 – Prüfplan B.1 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	45
Bild B.3 – Prüfplan B.2 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	45
Bild B.4 – Prüfplan B.3 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	46
Bild B.5 – Prüfplan B.4 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	46
Bild B.6 – Operationscharakteristiken für die Prüfpläne B.5, B.6, B.7 und B.8.....	47
Bild B.7 – Prüfplan B.5 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	47
Bild B.8 – Prüfplan B.6 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	48
Bild B.9 – Prüfplan B.7 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	48
Bild B.10 – Prüfplan B.8 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	49
Bild B.11 – Operationscharakteristiken für die Prüfpläne B.9, B.10 und B.11	49
Bild B.12 – Prüfplan B.9 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	50
Bild B.13 – Prüfplan B.10 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	50
Bild B.14 – Prüfplan B.11 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	51
Bild B.15 – Operationscharakteristiken für die Prüfpläne B.12 und B.13.....	51
Bild B.16 – Prüfplan B.12 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	52
Bild B.17 – Prüfplan B.13 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung	52
Bild C.1 – Trennvermögen D und die maximal zulässige Ausfallanzahl c ($0 \leq c \leq 8$) als eine Funktion der erwarteten Ausfallanzahl μ_0 für Vorzugswerte für die Risiken $\alpha = \beta$ von 2,5 %, 5 %, 10 %, 20 % und 30 %.....	56
Bild C.2 – Operationscharakteristiken für c ($0 \leq c \leq 8$); Annahmewahrscheinlichkeit P_a als eine Funktion der (unbekannten) wahren erwarteten Ausfallanzahl μ_0	57
Bild C.3 – Trennvermögen D als eine Funktion der erwarteten Ausfallanzahl μ_0 für Vorzugswerte für die Risiken $\alpha = \beta$ von 2,5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % und 30 %.....	58
Bild C.4 – Maximal zulässige Ausfallanzahl c minus erwartete Ausfallanzahl μ_0 ($\Delta\mu_0 = c - \mu_0$) als eine Funktion der erwarteten Ausfallanzahl μ_0 für Vorzugswerte für die Risiken $\alpha = \beta$ von	

	Seite
2,5 %, 5 %, 10 %, 20 % und 30 %	59
Bild D.1 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	61
Bild D.2 – Erwartete Prüfdauer T_e^* / m_0 bis zur Entscheidung	62
Bild D.3 – Erwartete Prüfdauer $T_e^* (+) / m_0$ bis zur Annahme	62
Bild D.4 – Operationscharakteristik P_a	62
Bild D.5 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	63
Bild D.6 – Erwartete Prüfdauer T_e^* / m_0 bis zur Entscheidung	65
Bild D.7 – Erwartete Prüfdauer $T_e^* (+) / m_0$ bis zur Annahme	65
Bild D.8 – Operationscharakteristik P_a	65
Bild D.9 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	66
Bild D.10 – Erwartete Prüfdauer T_e^* / m_0 bis zur Entscheidung	67
Bild D.11 – Erwartete Prüfdauer $T_e^* (+) / m_0$ bis zur Annahme	67
Bild D.12 – Operationscharakteristik P_a	67
Bild D.13 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	68
Bild D.14 – Erwartete Prüfdauer T_e^* / m_0 bis zur Entscheidung	69
Bild D.15 – Erwartete Prüfdauer $T_e^* (+) / m_0$ bis zur Annahme	69
Bild D.16 – Operationscharakteristik P_a	69
Bild D.17 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	70
Bild D.18 – Erwartete Prüfdauer T_e^* / m_0 bis zur Entscheidung	71
Bild D.19 – Erwartete Prüfdauer $T_e^* (+) / m_0$ bis zur Annahme	71
Bild D.20 – Operationscharakteristik P_a	71
Bild D.21 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	72
Bild D.22 – Erwartete Prüfdauer T_e^* / m_0 bis zur Entscheidung	73
Bild D.23 – Erwartete Prüfdauer $T_e^* (+) / m_0$ bis zur Annahme	73
Bild D.24 – Operationscharakteristik P_a	73
Bild D.25 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	74
Bild D.26 – Erwartete Prüfdauer T_e^* / m_0 bis zur Entscheidung	75
Bild D.27 – Erwartete Prüfdauer $T_e^* (+) / m_0$ bis zur Annahme	75
Bild D.28 – Operationscharakteristik P_a	75
Bild D.29 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	76
Bild D.30 – Erwartete Prüfdauer T_e^* / m_0 bis zur Entscheidung	77
Bild D.31 – Erwartete Prüfdauer $T_e^* (+) / m_0$ bis zur Annahme	77

Bild D.32 – Operationscharakteristik P_a	77
Bild E.1 – Beispiel einer sequentiellen Prüfung mit Prüfplan A.3, $\alpha = \beta = 10\%$, $D = 3$, $m_0 = 1,1 \cdot 10^6$ h; r über T^*/m_0	80
Bild F.1 – Beispiel für einen mit der Kalkulationstabelle erstellten SPRT-Prüfplan	92
Bild F.2 – Operationscharakteristik (Annahmewahrscheinlichkeit P_a)	95
Bild F.3 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung	95
Bild H.1 – Operationscharakteristik aus der Tabellenkalkulation ermittelt	104
Bild K.1 – Arten von Prüfplänen und Terminologie	116
Bild K.2 – Prinzip des Prüfplans	117
Bild K.3 – Aufteilung des Prüfplandiagramms	118
Bild K.4 – Innere Knoten und Randknoten	118
Bild K.5 – Wege zur Annahmegerade	118
Bild K.6 – Wege zur Rückweisungsgerade	119
Bild K.7 – Wahrscheinlichkeiten für Übergänge zwischen den Knoten	120
Bild K.8 – Rekursives Element – zwei Fälle	122
Tabelle 1 – Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Prüfpläne	13
Tabelle 2 – Übersicht über die Pläne für sequentielle Prüfungen in den Anhängen A und D	17
Tabelle 3 – Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen	19
Tabelle 4 – Kombinierte Prüfpläne im Anhang D	24
Tabelle A.1 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.1	26
Tabelle A.2 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.2	28
Tabelle A.3 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.3	30
Tabelle A.4 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.4	32
Tabelle A.5 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.5	34
Tabelle A.6 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.6	36
Tabelle A.7 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.7	38
Tabelle A.8 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.8	40
Tabelle A.9 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.9	42
Tabelle D.1 – Sequentielle Prüfpläne im Anhang D	60
Tabelle D.2 – Kombinierte Prüfpläne im Anhang D	60
Tabelle D.3 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	61
Tabelle D.4 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung und Operationscharakteristik P_a	63
Tabelle D.5 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	64
Tabelle D.6 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung und Operationscharakteristik P_a	65
Tabelle D.7 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	66
Tabelle D.8 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung und Operationscharakteristik P_a	67
Tabelle D.9 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	68

	Seite
Tabelle D.10 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung und Operationscharakteristik P_a	69
Tabelle D.11 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	70
Tabelle D.12 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung und Operationscharakteristik P_a	71
Tabelle D.13 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	72
Tabelle D.14 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung und Operationscharakteristik P_a	73
Tabelle D.15 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	74
Tabelle D.16 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung und Operationscharakteristik P_a	75
Tabelle D.17 – Annahme- und Rückweisungsgeraden	76
Tabelle D.18 – Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung und Operationscharakteristik P_a	77
Tabelle E.1 – Beispiel einer sequentiellen Prüfung mit Prüfplan A.3 (mit beispielhaften Daten).....	80
Tabelle E.2 – Konstanten für die Annahme- und Rückweisungsgeraden und deren Koordinaten für die sequentiellen Prüfpläne A.1 bis A.9.....	85
Tabelle F.1 – Beginn des Entwurfs einer Kalkulationstabelle für einen sequentiellen Prüfplan und ein Diagramm	87
Tabelle F.2 – Fortsetzung der Berechnung der Parameter für die notwendigen Geraden im SPRT-Diagramm	88
Tabelle F.3 – Berechnung der Annahme- und Rückweisungsgeraden für das SPRT-Diagramm	88
Tabelle F.4 – Berechnung der maximalen kumulierten Prüfdauer	89
Tabelle F.5 – Gleichungen für die Annahme- und Rückweisungsgeraden und die Geraden für die Begrenzung der Prüfung	91
Tabelle F.6 – Kalkulationstabelle für die Erstellung der Operationscharakteristiken für den sequentiellen Likelihood-Quotiententest (SPRT)	94
Tabelle H.1 – Aufbau einer Kalkulationstabelle mit eingebetteten Gleichungen – Beispiel	100
Tabelle H.2 – Gleichungen, eingebettet in die Kalkulationstabelle in Tabelle H.1	101
Tabelle H.3 – Operationscharakteristik (Annahmewahrscheinlichkeit) für eine durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfung.....	103
Tabelle I.1 – Verteilungsfunktion $\Phi(u)$ für vorgegebene u_γ -Werte	111
Tabelle I.2 – u_γ -Werte für vorgegebene Werte der Verteilungsfunktion $\Phi(u)$	111

Prüfungen der Funktionsfähigkeit – Prüfpläne für konstante Ausfallrate und konstante Ausfalldichte

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm enthält eine Reihe von optimierten Prüfplänen, die dazugehörigen Operations-Charakteristiken und die erwarteten Prüfdauern. Zusätzlich werden auch Algorithmen zur Herleitung von Prüfplänen mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen angegeben zusammen mit der Anleitung, wie Prüfpläne ausgewählt werden.

Diese Norm enthält Verfahren zur Überprüfung, ob ein beobachteter Wert der

- Ausfallrate,
- Ausfalldichte,
- mittleren Dauer bis zum Ausfall (MTTF),
- mittleren Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF)

mit einer gegebenen Anforderung übereinstimmt.

Es wird angenommen, wenn nicht anders angegeben, dass während der aufgelaufenen Prüfdauer die Dauern bis zum Ausfall oder die Betriebsdauern zwischen Ausfällen unabhängig und identisch exponential-verteilt sind. Diese Annahme beinhaltet, dass die Ausfallrate oder die Ausfalldichte konstant ist.

Für folgende vier Arten von Prüfungen werden Prüfpläne angegeben:

- begrenzte sequentielle Prüfungen,
- durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen,
- Prüfungen mit vorgegebener Prüfzeit ohne Ersatz ausgefallener Einheiten,
- Prüfungen mit kombinierten Prüfplänen.

Diese Norm enthält keine Anleitung, wie eine Prüfung geplant, durchgeführt, analysiert und dokumentiert wird. Informationen dazu können IEC 60300-3-5 entnommen werden.

Diese Norm beschreibt keine Prüfbedingungen. Diese Information findet man in IEC 60505-2 und in IEC 60300-3-5.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

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

IEC 60605-2, *Equipment reliability testing – Part 2: Design of test cycles*

IEC 60605-4:2001, *Equipment reliability testing – Part 4: Statistical procedures for exponential distribution – Point estimates, confidence intervals, prediction intervals and tolerance intervals*

IEC 60605-6, *Equipment reliability testing – Part-6: Tests for the validity and estimation of the constant failure rate and constant failure intensity*

IEC 61123:1991, *Reliability testing – Compliance test plans for success ratio*

3 Begriffe, Abkürzungen und Formelzeichen

3.1 Begriffe

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

Die Begriffe „Ausfallrate“ und „Ausfalldichte“ sind als konstante Ausfallrate und konstante Ausfalldichte zu verstehen.

3.2 Abkürzungen und Formelzeichen

3.2.1 Abkürzungen

MTBF	mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (en: mean operating time between failures)
MTTF	mittlere Dauer bis zum Ausfall (en: mean time to failure)
OC	Operationscharakteristik (en: operating characteristic)
SPRT	sequentieller Likelihood-Quotiententest (en: sequential probability ratio test) (in der Literatur fallweise auch PRST genannt; en: probability ratio sequential test)

3.2.2 Formelzeichen

Für die Ausfallrate und die Ausfalldichte wird im Folgenden das Symbol λ verwendet.

Das Formelzeichen m wird verwendet zur Bezeichnung der:

- mittleren Betriebsdauer zwischen Ausfällen, MTBF;
- mittleren Dauer bis zum Ausfall, MTTF.

Der Zusammenhang zwischen den beiden oben angeführten Kenngrößen unter den gegebenen Annahmen ist:

$$\lambda = \frac{1}{m}$$

Prüfpläne für sequentielle Prüfungen (siehe Abschnitt 6) und durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen (siehe Abschnitt 7) basieren auf der Zuverlässigkeitskenngröße m . In diesen Fällen ist:

$$m = \frac{1}{\lambda}$$

c	maximal zulässige Ausfallanzahl während der Prüfung
D	Trennvermögen; $D = m_0 / m_1$ oder $D = \lambda_1 / \lambda_0$
k	Summationsvariable für Ausfälle
MTBF	mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen
MTTF	mittlere Dauer bis zum Ausfall
m	wahre MTBF oder MTTF
m_0	festgelegte MTTF oder MTBF; $m_0 = 1 / \lambda_0$ (Entwicklungsziel)

m_1	untere Grenze für die MTTF oder MTBF; $m_1 = 1/\lambda_1$
n	Anzahl der zu prüfenden Einheiten zu Beginn der Prüfung
P_a	Annahmewahrscheinlichkeit
p_0	vorgegebener Wert des Ausfallquotienten für die Annahme
q_0	vorgegebener Wert des Erfolgsquotienten für die Annahme; $q_0 = 1 - p_0$
$R(t)$	Überlebenswahrscheinlichkeit zur Zeit t
r	beobachtete Ausfallanzahl während der Prüfung
r_0	maximal zulässige Ausfallanzahl, begrenzt den sequentiellen Prüfplan (SPRT)
T^*	kumulierte Prüfdauer
T_a^*	kumulierte Prüfdauer, angegeben als Annahmekriterium
$T_{a,min}^*$	minimale Prüfdauer für $r = 0$, angegeben als Annahmekriterium
T_e^*	erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung
$T_e^*(+)$	erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Annahme
T_r^*	kumulierte Prüfdauer, angegeben als Rückweisungskriterium
T_t^*	kumulierte Prüfdauer, angegeben als Endekriterium für die Prüfung
t	Prüfdauer
t^*	Prüfdauer als Endekriterium für die Prüfung
t_t^*	Prüfdauer für die einzelne Prüfeinheit (gleich groß für alle Einheiten angenommen)
t_i	Lebensdauer der i -ten Einheit
$t_{cal,t}^*$	Kalender-Prüfdauer, angegeben als Endekriterium für die Prüfung
$P(r)$	Wahrscheinlichkeit für (genau) r Ausfälle
$\Delta\mu_0$	Hilfsgröße zur Berechnung von c , $\Delta\mu_0 = c - \mu_0$
α	nominelles Lieferantenrisiko (Wahrscheinlichkeit für Fehler 1. Art)
α'	wahres Lieferantenrisiko (Wahrscheinlichkeit für Fehler 1. Art)
β	nominelles Abnehmerrisiko (Wahrscheinlichkeit für Fehler 2. Art)
β'	wahres Abnehmerrisiko (Wahrscheinlichkeit für Fehler 2. Art)
λ	wahre Ausfallrate der Einheit
λ_0	erwartete Ausfallrate der Einheit (Entwicklungsziel)
λ_1	obere Grenze für die Ausfallrate der Einheit
μ	erwartete Ausfallanzahl während der Prüfung bei der wahren Ausfallrate λ ANMERKUNG μ ist nicht notwendigerweise eine ganze Zahl.
μ_0	erwartete Ausfallanzahl während der Prüfung bei der festgelegten Ausfallrate λ_0 als Mittelwert der Poisson-Verteilung; $\mu_0 = \lambda_0 T_t^* = T_t^*/m_0$

4 Allgemeine Anforderungen und Anwendungsbereich

4.1 Anforderungen

Es wird angenommen, außer wenn anderswo angegeben, dass während der aufgelaufenen Prüfdauer die Dauern bis zum Ausfall oder die Betriebsdauern zwischen Ausfällen unabhängig und identisch exponentialverteilt sind. Diese Annahme beinhaltet, dass die Ausfallrate oder die Ausfalldichte konstant ist. Aufgrund dieser Annahme besteht kein Unterschied zwischen Ausfallrate und Ausfalldichte. Deshalb werden beide im Folgenden als Ausfallrate λ bezeichnet.

Es wird angenommen, dass die Anforderung als eine der folgenden Begriffe spezifiziert wird: als erwartete konstante Ausfallrate λ_0 oder als erwartete mittlere Anzahl Ausfälle je Zeiteinheit λ_0 oder als erwartete mittlere Dauer bis zum Ausfall m_0 oder mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen m_0 .

Die Annahme der konstanten Ausfallrate sollte, falls notwendig, mit dem in IEC 60605-6 angegebenen Verfahren geprüft werden.

4.2 Anwendung der Prüfpläne auf Einheiten, die ersetzt oder repariert werden

Prüfpläne für sequentielle Prüfungen (siehe Abschnitt 6), Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen (siehe Abschnitt 7) und kombinierte Prüfpläne (siehe Abschnitt 10) sind anwendbar auf

- Einheiten, die bei Ausfall ersetzt werden,
- Einheiten, die bei Ausfall nicht ersetzt werden.

Dabei gelten folgende Annahmen:

- Die Einheit kann ersetzt werden durch Reparatur der Einheit;
- die kumulierte Prüfdauer wird berechnet als die Summe der tatsächlichen Betriebsdauern der Einheiten in Übereinstimmung mit 5.4;
- ersetzte Einheiten gehören zu derselben Grundgesamtheit wie die ursprünglichen Einheiten;
- die instandgesetzten Einheiten haben nach der Instandsetzung dieselbe Ausfalldichte wie vor dem Ausfall.

Die Prüfpläne für durch Kalender-Prüfdauer/Ausfallanzahl beendete Prüfungen nach Abschnitt 9 sind aber auch in Fällen anwendbar, in denen die ausgefallenen Einheiten nicht ersetzt werden und in denen eine vorgegebene Anzahl Einheiten während einer vorgegebenen Prüfdauer $t_{\text{cal},t}^*$ geprüft werden. Das heißt, dass während der Prüfung die Anzahl der Einheiten eventuell nicht konstant bleibt, da einige Einheiten ausfallen können.

4.3 Arten von Prüfplänen

4.3.1 Allgemeines

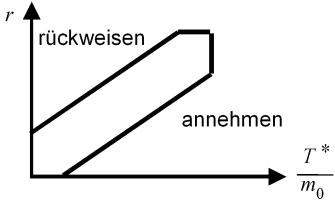
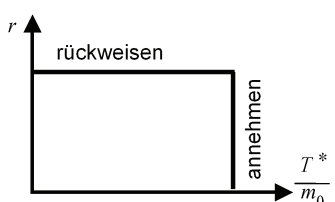
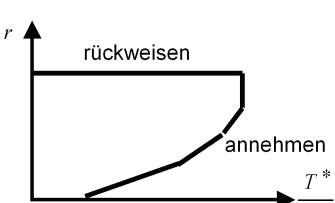
Prüfpläne werden für die folgenden vier Arten von Prüfungen angegeben:

- begrenzte sequentielle Prüfungen (siehe Abschnitt 6);
- durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen (für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen siehe Abschnitt 7, für alternative durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen siehe Abschnitt 8);
- Prüfungen mit vorgegebener Kalender-Prüfdauer ohne Ersatz ausgefallener Einheiten (siehe Abschnitt 9);
- Prüfungen mit kombinierten Prüfplänen (siehe Abschnitt 10).

4.3.2 Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Prüfpläne

Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Prüfpläne sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 – Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Prüfpläne

Art des Prüfplans	Vorteile	Nachteile
Begrenzt sequentiell Prüfpläne in Abschnitt 6 (Tabelle 2), Anhang A und Anhang D 	Gewährleistet größte Prüffeffektivität (kürzeste Prüfdauer). Für die Prüfpläne A kann der Anwender neue Prüfpläne mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms erstellen. Die Prüfpläne C haben wahre Risiken α und β , die näher an den nominellen Risiken liegen als bei den Prüfplänen A.	Aufwendig durchzuführen. Bei geringer Zuverlässigkeit ist die Prüfdauer länger als bei Prüfungen, die durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendet werden. Die Prüfpläne im Anhang D wurden iterativ ermittelt. Sie können nicht mit dem Tabellenkalkulationsprogramm im Anhang F berechnet werden.
Durch Zeitablauf/Ausfallanzahl begrenzt Prüfpläne in Abschnitt 7 (Tabelle 3) und Anhang B 	Leicht verständlich und einfach durchführbar. Bei geringer Zuverlässigkeit ist die Prüfdauer oft kürzer als bei sequentiellen Prüfungen. Neue Prüfpläne können mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms erstellt werden. Mehr Ausfallinformation kann für ein TAAF-Programm (test, analyze and fix program) unter Verwendung dieser Prüfpläne gesammelt werden.	Für Einheiten mit sehr hoher oder geringer Zuverlässigkeit ist die Prüfdauer sehr viel länger als bei sequentiellen Prüfplänen oder bei kombinierten Prüfplänen (im Falle hoher Zuverlässigkeit).
Kombiniert Prüfpläne in Abschnitt 10 (Tabelle 4) und Anhang D 	Vereinigt die Vorteile der Prüfpläne für sequentielle Prüfungen und der durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendeten Prüfungen. Einheiten mit sehr hoher Zuverlässigkeit werden bei der Prüfung schnell angenommen, während Einheiten mit Frühausfallverhalten nicht frühzeitig zurückgewiesen werden. Mehr Ausfallinformation kann für ein TAAF-Programm (test, analyze and fix program) unter Verwendung dieser Prüfpläne gesammelt werden.	Aufwendiger durchzuführen. Bei Einheiten mit geringer Zuverlässigkeit kann die Prüfung länger dauern als bei einer sequentiellen Prüfung. Die Prüfpläne im Anhang D wurden unter Verwendung eines iterativen Prozesses ermittelt. Sie können nicht mit den Kalkulationstabellen berechnet werden, die im Anhang F und H angegeben sind.

5 Allgemeiner Prüfablauf

5.1 Prüfbedingungen

Eine Anleitung, wie eine Prüfung geplant, durchgeführt, analysiert und berichtet wird, kann IEC 60300-3-5 entnommen werden. Prüfbedingungen findet man in IEC 60605-2 und in IEC 60300-3-5.

Alle Prüfpläne in dieser Norm können beschleunigt durchgeführt werden, um hohen Zuverlässigkeitsforderungen Rechnung zu tragen und kürzere Produkteinführungszeiten zu ermöglichen. Einsatz- und Umgebungsprofile im Lebenszyklus und Prüfbedingungen werden wie folgt bereitgestellt:

- Zur Festlegung der umgebungsbedingten Anforderungen sollten Einsatzprofile verwendet werden. Sie sollten vom betriebsbedingten Profil, das von den Anforderungen an das Gerät oder das System

vorgegeben ist, abgeleitet werden. Falls diese Information nicht in den Vertragsunterlagen angegeben ist, sollten Vorkehrungen getroffen werden, um die Einsatzprofile und die umgebungsbedingten Anforderungen zu ermitteln. Hier wird der Begriff „Gerät“ anstelle des richtigen, allgemeinen Begriffes „Einheit“ verwendet, um sich an den Sprachgebrauch der referenzierten Normen anzupassen.

- Zur Herleitung sollten Erfahrungsdaten von ähnlichen Anwendungen und Einsatzorten verwendet und die Auswirkung der Geräteanordnung am Einsatzort berücksichtigt werden. Jedes wesentliche Ereignis im Lebenszyklus ist zu berücksichtigen, einschließlich Transport, Handhabung, Montage und Prüfung ebenso wie der Einsatzort und die Betriebsbedingungen.
- Umgebungsbedingte Prüfbedingungen (für Zuverlässigkeitswachstums-, Qualifikations-, Annahmeprüfungen) sollten angewendet werden. Alle Prüfungsarten sollten unter dem gemeinsamen Einfluss der Prüfbedingungen ausgeführt werden, die im realen Einsatz zusammen erwartet werden.
- Das Prüfniveau dieser Prüfbedingungen sollte vom Geräteeinsatz und vom umgebungsbedingten Einsatzprofil abgeleitet werden:
 - Wurde das Gerät für den Einsatz mit einer speziellen Anwendung oder für eine bestimmte sich wiederholende Anwendung entwickelt, dann besteht eine einfache Beziehung zwischen Prüfprofil, Einsatzprofil und umgebungsbedingtem Profil im Lebenszyklus. Die Prüfbedingungen sollten die Beanspruchungen während des Einsatzes nachbilden.
 - Ist das Gerät für unterschiedliche Einsätze und unterschiedliche Umgebungsbedingungen ausgelegt, dann sollte das Prüfprofil diese Einsätze mit den Prüfniveaus und Dauern in Abhängigkeit von den prozentualen Anteilen der einzelnen erwarteten Einsätze im Lebenszyklus gewichtet repräsentieren. Um realistische Prüfbedingungen und Prüfniveaus zu erreichen, sollten die aktuellen Umgebungsbedingungen (insbesondere Temperatur und Vibration) an den tatsächlichen Einsatzorten des Gerätes gemessen werden.
 - Werden während der Prüfung Entwicklungsänderungen durchgeführt, dann muss die kumulierte Prüfdauer nach der Änderung neu anlaufen, falls nicht andere spezifische Vereinbarungen zwischen den Parteien vereinbart und im Prüfbericht begründet wurden (siehe IEC 60300-3-5).

5.2 Allgemeine Eigenschaften der Prüfpläne

Alle Prüfpläne und Entscheidungskriterien basieren auf einer der beiden folgenden Eigenschaften:

- einer annehmbaren Anzahl Ausfälle in einer festgelegten Prüfdauer;
- einer annehmbaren Prüfdauer für eine festgelegte Anzahl von Ausfällen.

Ausführliche Kriterien für die Prüfpläne mit Varianten sind in 6.3, 7.3, 8.4 und 9.3 angegeben.

5.3 Zu ermittelnde Daten

Für die Anwendung der in dieser Norm festgelegten statistischen Verfahren müssen folgende Daten aufgezeichnet werden:

- die beobachtete Ausfallanzahl;
- die kumulierte Prüfdauer.

Falls die Voraussetzung einer konstanten Ausfallrate nach 4.1 geprüft werden soll, sind noch folgende Daten aufzuzeichnen:

- der Eintrittszeitpunkt für jeden Ausfall.

5.4 Berechnung der kumulierten Prüfdauer T^*

Wann immer der Begriff „Zeit“ in dieser Norm verwendet wird, kann er durch andere ähnliche Zeitmaße der Betriebsdauern für die Einheiten ersetzt werden, wie z. B. gefahrene Wegstrecke, Betriebszyklen, Start-/Stop-Zyklen usw. (siehe IEC 60605-2).

Die kumulierte Prüfdauer T^* ist die Summe der Prüfdauern der einzelnen geprüften Einheiten. Werden mehrere instand zu setzende Einheiten geprüft, dann ist die kumulierte Prüfdauer die Summe aller verstrichenen Betriebsdauern (ohne Reparaturzeiten und andere Stillstandszeiten).

Werden n Einheiten gleichzeitig einer Prüfung unterzogen, dann kann die kumulierte Prüfdauer mit folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$T^* = n \cdot t^* \quad \text{für Prüfungen mit Ersatz ausgefallener Einheiten}$$

$$T^* = (n - r) t^* + \sum_{i=1}^r t_i \quad \text{für Prüfungen ohne Ersatz ausgefallener Einheiten}$$

Dabei ist

n die Anzahl Einheiten zu Prüfbeginn;

t^* die Prüfdauer als Endkriterium;

t_i die Lebensdauer der ausgefallenen Einheiten i ;

r die Anzahl ausgefallener Einheiten.

Die Einheiten müssen während der Prüfung überwacht werden, damit ausgefallene Einheiten ersetzt werden können, die kumulierte Prüfdauer aufgezeichnet wird und, wenn notwendig, die Dauern bis zum Ausfall erfasst werden (siehe 5.3).

Mehrere Einheiten können gleichzeitig oder nacheinander geprüft werden. Der empfohlene Stichprobenumfang^{N1)} ist $n \geq 1$ für Prüfungen mit Ersatz ausgefallener Einheiten (Abschnitte 6 und 10) und für Prüfungen ohne Ersatz ausgefallener Einheiten $n \geq c + 1$ (Abschnitte 7, 8 und 9).

Der Begriff „Kalender-Prüfdauer“ wird zur Angabe der Prüfdauer im Abschnitt 9 verwendet, wenn mehrere Einheiten gleichzeitig geprüft werden^{N2)}.

Eine Anleitung zur Berechnung der kumulierten Prüfdauer für den Fall, dass Einheiten nach Prüfbeginn in die Prüfung aufgenommen werden oder vor dem Ende der Prüfung herausgenommen werden (censoring), ist in IEC 60300-3-5 und IEC 60605-4:2001 (Anhang C) enthalten.

Die kumulierte Prüfdauer ist im Allgemeinen die Betriebsdauer. Falls auch andere Betriebsarten wie z. B. „betriebsfreier Zustand“ oder „Bereitschaft“ in der Prüfdauer, z. B. im Prüfzyklus, auf Wunsch der Prüfungsbeteiligten berücksichtigt werden sollen, dann ist das vor Prüfbeginn im gegenseitigen Einvernehmen festzulegen (siehe IEC 60605-2).

5.5 Anzahl Ausfälle

In dieser Norm ist das Prüfergebnis durch die Prüfdauer und die Ausfallanzahl festgelegt. Im Betrieb können Ausfälle aber sehr unterschiedliche Auswirkungen haben. Deshalb sollte berücksichtigt werden, dass die Prüfung durch einen sehr kritischen Ausfall schon vorher abgebrochen wird, obwohl die maximal zulässige Ausfallanzahl noch nicht erreicht ist. Andererseits sollten Ausfälle mit unwesentlichen Auswirkungen nicht als relevante Ausfälle mitgezählt werden. Es werden alle Ausfälle gezählt, außer sie werden als nicht relevant eingestuft z. B. aufgrund von Ursachen, die für die Zuverlässigkeit im Betrieb nicht relevant sind. Solche Ausfallklassifizierungen sollten vor Beginn der Prüfung festgelegt werden (siehe IEC 60300-3-5). Änderungen in der Ausfallklassifizierung sind zu vereinbaren und im Prüfbericht zu begründen.

^{N1)} Nationale Fußnote: „minimale Stichprobenumfang“ wurde durch „Stichprobenumfang“ ersetzt.

^{N2)} Nationale Fußnote: Im Abschnitt 9 wird Kalenderzeit folgendermaßen verwendet: Jede der n Einheiten soll solange geprüft werden, bis die Prüfdauer $t_{\text{cal},t}^*$ erreicht ist. Fallen Einheiten vor dieser Prüfdauer aus, so werden sie bei der Prüfung nicht ersetzt.

6 Prüfpläne für sequentielle Prüfungen

6.1 Allgemeines

Prüfpläne für begrenzte sequentielle Prüfungen sind charakterisiert durch Entscheidungsregeln für die Annahme oder die Rückweisung oder die Fortsetzung der Prüfung. Sie werden für vorgegebene Werte für die Risiken und das Trennvermögen ermittelt. Für die Ausführung eines Prüfplans ist m_0 festzulegen. Unterabschnitt 6.4 enthält eine Übersicht über die Prüfpläne. Die Prüfpläne und die zugehörigen Operationscharakteristiken und erwarteten Prüfdauern sind in den Anhängen A und D angegeben. Beispiele und mathematische Hinweise enthält Anhang E. Die Prüfpläne C.1 bis C.8 im Anhang D basieren auf GOST 27.402 und wurden unterschiedlich ermittelt. Zu Vergleichszwecken wurden die Prüfpläne C zusammen mit den kombinierten Prüfplänen im Anhang D dargestellt. Eine Beschreibung der iterativen Vorgehensweise für die Ermittlung dieser Prüfpläne ist im Anhang K angegeben.

6.2 Vorgehensweise

Folgende Schritte sollten durchgeführt werden:

- Entscheidung über die bei der Prüfung zu berücksichtigenden zusammengefassten Umgebungsbedingungen zur Festlegung geeigneter Prüfbedingungen basierend auf Analysen (siehe 5.1 und IEC 60300-3-5:2001);
- Festlegen von m_0 aufgrund der Anforderung oder Vereinbarung;
- Auswählen der Risiken α und β und des Trennvermögens D unter Berücksichtigung, dass kleine Werte von α , β und D zu trennschärferen Prüfungen führen, aber eine längere Prüfdauer und/oder mehr Prüfeinheiten erfordern;
- die Risiken α und β werden im Allgemeinen gleich groß gewählt zum Zwecke einfacherer Berechnungen und Vereinbarungen;
- Auswählen eines entsprechenden Prüfplans aus Tabelle 2 und Anhang A oder Anhang D;
- Ermitteln der Prüfdauern T_a^* für die Annahme und T_r^* für die Rückweisung;
- Durchführen der Prüfung unter Anwendung der Entscheidungskriterien nach 6.3.

6.3 Entscheidungskriterien

Die kumulierte Prüfdauer und die Ausfallanzahl müssen während der Prüfung fortlaufend mit den Annahme- und Rückweiskriterien verglichen werden oder in Zeitabschnitten, die nicht größer sind als die Länge des Prüfzyklus oder des Beobachtungsintervalls (siehe 5.1 und 7.1.3 in IEC 60300-3-5:2001).

Folgende Entscheidungskriterien sind zu verwenden:

Annehmen, wenn $T^* \geq T_a^*$ für die beobachtete Ausfallanzahl $r \leq r_0$.

Die festgelegte Anforderung ist erfüllt.

Weiterprüfen, wenn T^* für die beobachtete Ausfallanzahl $r \leq r_0$ zwischen den Grenzen $T_r^* < T^* < T_a^*$ liegt.

Es kann keine Entscheidung getroffen werden.

Rückweisen, wenn $T^* \geq T_r^*$ für die beobachtete Ausfallanzahl $r \leq r_0$ oder wenn $r \geq r_0 + 1$.

Die festgelegte Anforderung ist nicht erfüllt.

6.4 Übersicht über Prüfpläne

In Tabelle 2 sind die in den Anhängen A und D angegebenen sequentiellen Prüfpläne zusammengestellt. Diese Anhänge enthalten für jeden Prüfplan ein Entscheidungsdiagramm, eine Entscheidungstabelle und graphische Darstellungen für die Operationscharakteristik und für die erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung.

Tabelle 2 – Übersicht über die Pläne für sequentielle Prüfungen in den Anhängen A und D

Prüf- plan Nr.	Eigenschaften des Plans			Minimale kumulative Prüfdauer (Annahme für 0 Ausfälle)	Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung in Vielfachen von m_0 für $m = m_0$	Maximale kumulierte Prüfdauer in Vielfachen von m_0	Wahre Risiken für	
	Nominelle Risiken		Trenn- vermögen				$m = m_0$	$m = m_1$
	α %	β %	D	$\frac{T_{a,min}^*}{m_0}$	$\frac{T_e^*}{m_0}$	$\frac{T_t^*}{m_0}$	α' %	β' %
A.1	10	10	1,5	4,39	17,88	33,04	12,03	9,77
A.2	10	10	2	2,20	5,37	10,30	13,39	9,62
A.3	10	10	3	1,098	1,77	3,152	15,09	9,43
A.4	10	10	5	0,549	0,65	1,102	16,81	9,24
A.5	20	20	1,5	2,77	8,00	14,37	24,32	18,92
A.6	20	20	2	1,39	2,31	4,73	27,27	18,18
A.7	20	20	3	0,693	0,72	1,54	31,03	17,24
A.8	30	30	1,5	1,69	2,93	5,41	37,70	26,70
A.9	30	30	2	0,847	0,79	1,91	43,24	24,32
C.1	5	5	1,7	7,584 0	23,89	29,30	5,00	5,00
C.2	10	5	1,7	5,032 9	16,57	24,24	9,998	5,00
C.3	10	10	1,7	4,429 4	13,28	18,03	10,00	9,999
C.4	15	5	1,7	5,836 6	16,40	19,90	14,999	5,001
C.5	20	10	1,7	4,023 2	10,00	12,60	19,998	10,002
C.6	20	20	1,7	2,342 4	5,62	8,30	19,992	20,016
C.7	30	20	1,7	2,102 1	3,95	5,50	29,990	20,014
C.8	30	30	1,7	1,275 7	2,13	3,80	30,056	29,912

7 Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen – Prüfpläne mit fester Dauer

7.1 Allgemeines

Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen sind charakterisiert durch Entscheidungsregeln für die Annahme oder Rückweisung der Prüfung, wenn die maximale kumulierte Prüfdauer erreicht oder wenn die maximal zulässige Ausfallanzahl überschritten wird. Sie werden für ausgewählte Werte für die Risiken und für das Trennvermögen ermittelt. Für die Ausführung eines Prüfplans ist m_0 festzulegen (oder abzuleiten).

Es gibt vier Arten von Prüfungen:

- a) durch Zeitablauf beendete Prüfungen mit Ersatz ausgefallener Einheiten;
- b) durch Zeitablauf beendete Prüfungen ohne Ersatz ausgefallener Einheiten;
- c) durch Ausfallanzahl beendete Prüfungen mit Ersatz ausgefallener Einheiten;
- d) durch Ausfallanzahl beendete Prüfungen ohne Ersatz ausgefallener Einheiten.

Die Prüfpläne sind in 7.4 angegeben. Die Operationscharakteristiken und die erwarteten Prüfdauern sind im Anhang B dargestellt. Beispiele und mathematische Hinweise enthält Anhang G.

7.2 Vorgehensweise

Folgende Schritte sollten durchgeführt werden:

- Entscheidung über die bei der Prüfung zu berücksichtigenden gesamten Umgebungsbedingungen zur Festlegung geeigneter Prüfbedingungen basierend auf Analysen (siehe 5.1 und IEC 60300-3-5:2001);
- Festlegen von m_0 aufgrund der Anforderung oder Vereinbarung;
- Auswählen der Risiken $\alpha = \beta$ ^{N3)} und des Trennvermögens D unter Berücksichtigung, dass kleine Werte von α , β und D zu trennschärferen Prüfungen führen, aber eine längere Prüfdauer und/oder mehr Prüfeinheiten erfordern; es ist wichtig, dass das Lieferantenrisiko α , das Abnehmerrisiko β und das Trennvermögen D gemeinsam ausgewählt werden, sowie m_1 , ermittelt mit D ;
- Auswählen eines geeigneten Prüfplans aus Tabelle 3 und Anhang B;
- Ermitteln der maximalen Prüfdauer T_t^* und der maximal zulässigen Ausfallanzahl c ;
- Durchführen der Prüfung unter Anwendung der Entscheidungskriterien nach 7.3.

7.3 Entscheidungskriterien

Folgende Entscheidungskriterien sind anzuwenden:

Annehmen, wenn $r \leq c$ bei der erbrachten Prüfdauer T_t^* .

Die festgelegte Anforderung ist erfüllt.

Rückweisen, wenn $r > c$ bei oder vor der Prüfdauer T_t^* .

Die festgelegte Anforderung ist nicht erfüllt.

7.4 Prüfpläne^{N4)}

In Tabelle 3 sind empfohlene Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen zusammengestellt. Die Prüfdauer wird aufsummiert, bis entweder eine vorgegebene Prüfdauer erreicht wird (Annahme) oder eine vorgegebene Ausfallanzahl überschritten wird (Rückweisung). Grafische Darstellungen der Operationscharakteristiken und der zu erwartenden kumulierten Prüfdauern bis zur Entscheidung sind im Anhang B angegeben.

^{N3)} Nationale Fußnote: Da mit Tabelle 3 nur $\alpha = \beta$ gewählt werden kann, wurde „oder $\alpha \neq \beta$ “ nicht übernommen.

^{N4)} Nationale Fußnote: Im Anhang werden Prüfpläne auch ohne Punkt bezeichnet (z. B. A1 meint A.1).

Tabelle 3 – Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen

Prüf- plan Nr.	Eigenschaften des Plans		Trennver- mögen	Prüfdauer in Vielfachen	Maximal zulässige Ausfallanzahl	Wahre Risiken für	
	Nominelle Risiken					$m = m_0$	$m = m_1$
	α %	β %	D	T_t^* / m_0	c	α' %	β' %
B.1	5	5	1,5	54,10	66	4,96	4,84
B.2	5	5	2	15,71	22	4,97	4,99
B.3	5	5	3	4,76	8	5,35	5,40
B.4	5	5	5	1,88	4	4,25	4,29
B.5	10	10	1,5	32,14	39	10,00	10,20
B.6	10	10	2	9,47	13	10,00	10,07
B.7	10	10	3	3,10	5	9,40	9,90
B.8	10	10	5	1,08	2	9,96	9,48
B.9	20	20	1,5	14,30	17	19,49	19,94
B.10	20	20	2	3,93	5	20,40	20,44
B.11	20	20	3	1,47	2	18,37	18,40
B.12	30	30	1,5	5,41	6	29,99	29,95
B.13	30	30	2	1,85	2	28,28	28,54

ANMERKUNG Die maximale Prüfdauer in Vielfachen von m_0 als Kriterium für das Prüfende entspricht der erwarteten Ausfallanzahl während der Prüfung für die erwartete Ausfallrate λ_0 und ist $\mu_0 = T_t^* \cdot \lambda_0 = T_t^* / m_0$.

8 Alternative Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen

8.1 Allgemeines

Alternative Prüfpläne für durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendete Prüfungen sind charakterisiert durch Entscheidungsregeln für die Annahme oder die Rückweisung der Prüfung, wenn die maximale Prüfdauer erreicht wird oder wenn die maximal zulässige Ausfallanzahl überschritten wird. Sie werden für ausgewählte Werte für die Risiken und für die Prüfdauer ermittelt. Die Prüfdauer wird unabhängig von der Ausfallrate λ_0 gewählt. Damit können individuelle Prüfpläne zur Erfüllung spezieller Bedürfnisse entworfen werden, wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Ressourcen oder Zeitplanung.

Das abgeleitete Trennvermögen wird zur Berechnung des Prüfplans verwendet. Für die Ausführung des Prüfplans ist die Ausfallrate λ_0 festzulegen (oder abzuleiten). Die Umrechnung der mittleren Dauer bis zum Ausfall oder der mittleren Betriebsdauer zwischen Ausfällen in die Ausfallrate λ_0 ist in 3.2.2 angegeben.

Es ist auch möglich, unterschiedliche Prüfplanparameter zu wählen und damit unbekannte Parameter zu ermitteln, wie in den Anhängen C und I erläutert wird.

Nomogramme für die Ermittlung der Prüfpläne sind zusammen mit den zugehörigen Operationscharakteristiken im Anhang C angegeben. Beispiele und mathematische Hinweise enthält Anhang I.

8.2 Anwendung

Die im Anhang C beschriebenen Vorgehensweisen können direkt für Prüfungen angewandt werden, in denen

- ausgefallene Einheiten ersetzt werden und die Ersatz-/Reparaturzeiten vernachlässigbar sind,
- ausgefallene Einheiten nicht ersetzt werden und $\lambda_0 t_t^* < 0,1$ ist.

In diesen Fällen ist die kumulierte Prüfdauer $T_t^* = nt_t^*$.

Die Vorgehensweisen können aber auch für Prüfungen angewandt werden, in denen

- ausgefallene Einheiten ersetzt werden und die Ersatzzeiten groß sind (z. B. durch Reparatur),
- ausgefallene Einheiten nicht ersetzt werden und $\lambda_0 t_t^* > 0,1$ ist.

In diesen Fällen sind zur Ermittlung der kumulierten Prüfdauer T_t^* die in 5.4 angegebenen Formeln anzuwenden und in den Formeln ist nt_t^* durch T_t^* zu ersetzen. Dies bedeutet, dass n und t^* nicht wie in C.2 getrennt werden können.

Falls anwendbar, sind bevorzugt die in Tabelle 3 angegebenen Werte für die Risiken α und β zu verwenden.

Anhang C enthält Beispiele und die Vorgehensweise zur Ermittlung der Prüfpläne.

8.3 Vorgehensweise

Folgende Schritte sollten durchgeführt werden:

- Entscheidung über die bei der Prüfung zu berücksichtigenden zusammengefassten Umgebungsbedingungen zur Festlegung geeigneter Prüfbedingungen basierend auf Analysen (siehe 5.1 und IEC 60300-3-5);
- Festlegen der Ausfallrate λ_0 aufgrund der Anforderung oder Vereinbarung;
- Auswählen der Risiken $\alpha = \beta$, der Prüfdauer für jede Einheit t_t^* und der Anzahl zu prüfender Einheiten n entsprechend den Ressourcen;
- Entwerfen des Prüfplans mit Anhang C und Anhang I unter Verwendung der Nomogramme im Anhang C;
- Beurteilen des Prüfplans, insbesondere in Bezug auf das ermittelte Trennvermögen D , und fallweise Überarbeitung des Prüfplans mit modifizierten Parametern, um die Anforderungen zu erfüllen;
- Durchführen der Prüfung mit der angegebenen Prüfdauer $T_t^* = nt_t^*$ und der abgeleiteten maximal zulässigen Ausfallanzahl c unter Anwendung der Entscheidungskriterien in 8.4.

8.4 Entscheidungskriterien

Folgende Kriterien sind anzuwenden:

Annehmen, wenn $r \leq c$ bei der erbrachten Prüfdauer T_t^* .

Die festgelegte Anforderung ist erfüllt.

Rückweisen, wenn $r > c$ bei oder vor der Prüfdauer T_t^* .

Die festgelegte Anforderung ist nicht erfüllt.

9 Prüfpläne für durch Kalender-Prüfdauer/Ausfallanzahl beendete Prüfungen für Einheiten, die nicht ersetzt werden

9.1 Allgemeines

Prüfpläne für durch Kalender-Prüfdauer/Ausfallanzahl beendete Prüfungen für Einheiten, die nicht ersetzt werden, sind charakterisiert durch Entscheidungsregeln für die Annahme oder die Rückweisung der Einhaltung von Anforderungen, wenn die maximale Prüfdauer erreicht ist oder wenn die maximal zulässige Ausfallanzahl überschritten wird. Die Prüfpläne werden für ausgewählte Werte für die Risiken und für das Trennvermögen ermittelt. Für die Anwendung des Prüfplans ist die Ausfallrate λ_0 festzulegen (oder abzuleiten). Die Umrechnung der mittleren Dauer bis zum Ausfall oder der mittleren Betriebsdauer zwischen Ausfällen m_0 in die Ausfallrate λ_0 ist in 3.2.2 angegeben.

Da ausgefallene Einheiten nicht ersetzt werden, bleibt die Anzahl der geprüften Einheiten nicht konstant, und die kumulierte Prüfdauer ist für die Prüfentscheidung nicht maßgebend. Deshalb sollten die Prüfpläne in IEC 61123:1991, Tabelle 2 zum Nachweis des Erfolgsquotienten verwendet werden.

Ist die Anzahl der zu prüfenden Einheiten verglichen mit der Ausfallanzahl jedoch groß, dann können die Prüfpläne für die durch Zeitablauf/Ausfallanzahl beendeten Prüfungen verwendet werden (siehe Abschnitt 7).

Anhang J enthält Beispiele und einen mathematischen Hinweis.

9.2 Vorgehensweise

Folgende Schritte sollten durchgeführt werden:

- Entscheidung über die bei der Prüfung zu berücksichtigenden zusammengefassten Umgebungsbedingungen zur Festlegung geeigneter Prüfbedingungen basierend auf Analysen (siehe 5.1 und IEC 60300-3-5:2001);
- Festlegen der Ausfallrate λ_0 aufgrund der Anforderung oder Vereinbarung;
- Auswählen der Risiken $\alpha = \beta$ und des Trennvermögens D unter Berücksichtigung, dass kleine Werte für α , β und D zu trennschärferen Prüfungen führen, aber eine längere Prüfdauer und/oder mehr Prüfeinheiten erfordern;
- Auswählen der Prüfdauer $t_{\text{cal},t}^*$ oder der Anzahl Einheiten n und Berechnung nach 9.4.2 oder 9.4.3;
- Auswählen eines entsprechenden Prüfplans aus Tabelle 2 in IEC 61123:2001 unter Verwendung des abgeleiteten q_0 und des ermittelten n , um die maximal zulässige Ausfallanzahl c zu erhalten;
- Prüfung durchführen und Entscheidungskriterien nach 9.3 anwenden.

9.3 Entscheidungskriterien

Folgende Kriterien sind anzuwenden:

Annehmen, wenn $r \leq c$ bei der erbrachten Prüfdauer $t_{\text{cal},t}^*$.
Die festgelegte Anforderung ist erfüllt.

Rückweisen, wenn $r > c$ bei oder vor der erbrachten Prüfdauer $t_{\text{cal},t}^*$.
Die festgelegte Anforderung ist nicht erfüllt.

9.4 Anwendung der Tabelle 2 in IEC 61123:1991 für Kalender-Prüfdauer-Prüfungen

9.4.1 Allgemeines

Zwei Vorgehensweisen können verwendet werden. Ist die (maximal verfügbare) Prüfdauer vorgegeben, dann wird die in 9.4.2 beschriebene Vorgehensweise verwendet. Ist die (maximal verfügbare) Anzahl Einheiten vorgegeben, dann wird die in 9.4.3 beschriebene Vorgehensweise verwendet.

Folgenden Gleichungen werden verwendet:

$$p_0 = 1 - q_0 = 1 - e^{-t_{\text{cal},t}^* / m_0} = 1 - e^{-\lambda_0 t_{\text{cal},t}^*} \quad (1)$$

wobei $t = t_{\text{cal},t}^*$ gesetzt wurde,

und damit folgt

$$t_{\text{cal},t}^* = -m_0 \ln(1 - p_0) = -m_0 \ln(q_0) \quad (2)$$

Dabei ist

p_0 der annehmbare Ausfallquotient;

q_0 der annehmbare Erfolgsquotient, $q_0 = 1 - p_0$.

ANMERKUNG 1 In Übereinstimmung mit der üblichen Anwendung von IEC 61123 werden p_0 und q_0 verwendet, aber in diesem Anwendungsfall wird p_0 vom festgelegten m_0 oder λ_0 nach Gleichung (1) abgeleitet. Weitere Informationen zu p_0 und q_0 enthält IEC 61123.

ANMERKUNG 2 p_0 entspricht hier der Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t_{\text{cal},t}^*) = 1 - R(t_{\text{cal},t}^*)$.

ANMERKUNG 3 Die Vorgehensweisen können nur den Prüfaufwand $n t^*$ ermitteln.

9.4.2 Vorgehensweise, wenn die Prüfdauer vorgegeben ist

Folgende Schritte sollten durchgeführt werden:

- $t_{\text{cal},t}^* \leq 0,233 m_0 = \frac{0,223}{\lambda_0}$ wählen (damit man im Bereich von Tabelle 2 in IEC 61123:1991 ist);
- p_0 mit Gleichung (1) berechnen;
- $t_{\text{cal},t}^*$ mit Gleichung (2) fallweise modifizieren, um ein $q_0 = 1 - p_0$ zu erhalten, das in Tabelle 2 von IEC 61123:1991 enthalten ist;
- aus Tabelle 2 in IEC 61123:1991 einen passenden Prüfplan auswählen, der das geforderte Trennvermögen D und die Risiken $\alpha = \beta$ erfüllt, und damit n und c ermitteln.

9.4.3 Vorgehensweise, wenn die Anzahl der zu prüfenden Einheiten vorgegeben ist

Folgende Schritte sollten durchgeführt werden:

- aus Tabelle 2 in IEC 61123:1991 einen passenden Prüfplan auswählen, der das geforderte Trennvermögen D und die Risiken $\alpha = \beta$ erfüllt mit einem n nahe am vorgegebenen n , und damit $q_0 = 1 - p_0$, n und c ermitteln;
- $t_{\text{cal},t}^*$ mit Gleichung (2) berechnen.

10 Kombinierte Prüfpläne

10.1 Allgemeines

Kombinierte Prüfpläne begrenzen den Rückweisungsbereich durch eine Linie mit einer konstanten Ausfallanzahl und den Annahmehereich durch eine Kurve (siehe Tabelle 1). Deswegen werden Einheiten mit hoher Zuverlässigkeit in der Prüfung früh angenommen, während Einheiten mit mehreren Frühausfällen nicht sofort zurückgewiesen werden. Die Prüfpläne sind auch für ein TAAF-Programm (test, analysis and fix program) geeignet, da mehr Informationen über Ausfallarten als bei sequentiellen Prüfungen erfasst werden. Die Prüfpläne wurden mit dem im Anhang K angegebenen Verfahren iterativ ermittelt.

10.2 Vorgehensweise

Die Vorgehensweise sollte folgende Schritte einschließen:

- Entscheidung über die bei der Prüfung zu berücksichtigenden zusammengefassten Umgebungsbedingungen zur Festlegung geeigneter Prüfbedingungen basierend auf Analysen (siehe 5.1 und IEC 60300-3-5:2001);
- Festlegen von m_0 aufgrund der Anforderung oder Vereinbarung;
- Auswählen der Risiken $\alpha = \beta$ und des Trennvermögens D unter Berücksichtigung, dass kleine Werte für α , β und D zu trennschärferen Prüfungen führen, aber eine längere Prüfdauer und/oder mehr Prüfeinheiten erfordern;
- Auswählen eines entsprechenden Prüfplans aus Tabelle 4 und Anhang D;
- Notieren der Prüfdauern T_a^* für die Annahme;
- Durchführen der Prüfung und Anwenden der Entscheidungskriterien nach 10.3.

10.3 Entscheidungskriterien

Die kumulierte Prüfdauer und die Ausfallanzahl müssen während der Prüfung fortlaufend mit den Annahme- und Rückweiskriterien verglichen werden; oder in Intervallen, die nicht größer sind als die Länge der Prüfzyklen oder des Überwachungsintervalls (siehe 5.1 und 7.1.3 in IEC 60300-3-5:2001).

Folgende Kriterien^{N5)} sind zu verwenden:

- | | |
|---------------|--|
| Annehmen, | wenn $T^* \geq T_a^*$ für die beobachtete Ausfallanzahl $r \leq r_0$.
Die festgelegte Anforderung ist erfüllt. |
| Weiterprüfen, | wenn $T^* < T_a^*$ für die beobachtete Ausfallanzahl $r \leq r_0$.
Es kann keine Entscheidung getroffen werden. |
| Rückweisen, | wenn während der Prüfung die beobachtete Ausfallanzahl $r > r_0$ für $T^* < T_a^*$.
Die festgelegte Anforderung ist nicht erfüllt. |

^{N5)} Nationale Fußnote: Die Ausfallkriterien wurden ergänzt.

10.4 Prüfpläne

Tabelle 4 – Kombinierte Prüfpläne im Anhang D

Prüfplan	Eigenschaften des Plans			Minimale kumulative Prüfdauer (Annahme für 0 Ausfälle)	Erwartete Prüfdauer bis zur Entscheidung in Vielfachen von m_0 für $m = m_0$	Prüfdauer als Endekriterium in Vielfachen von m_0	Maximal zulässige Ausfallanzahl
	Nominelle Risiken		Trennvermögen				
	$\alpha \%$	$\beta \%$	D	$\frac{T_{a,min}^*}{m_0}$	$\frac{T_e^*}{m_0}$	$\frac{T_t^*}{m_0}$	c
D.1	5	5	1,7	6,454 0	22,07	29,463 2	38
D.2	10	5	1,7	4,721 9	16,59	24,517 0	30
D.3	10	10	1,7	4,426 4	13,12	18,183 9	23
D.4	15	5	1,7	5,732 0	16,22	19,989 8	24
D.5	20	10	1,7	3,949 5	9,80	12,757 3	15
D.6	20	20	1,7	2,436 5	5,60	8,568 4	10
D.7	30	20	1,7	2,144 1	3,96	5,714 6	6
D.8	30	30	1,7	1,219 4	2,30	4,388 1	4

11 Durchführung der Prüfung

Eine Anleitung zu Prüfbedingungen und zur praktischen Durchführung einer Prüfung findet man in 5.1 dieser Norm, in IEC 60300-3-5 und in IEC 60605-2.

12 Darstellung von Ergebnissen

Die Darstellung von Ergebnissen muss folgende Informationen enthalten:

- Prüfbedingungen (siehe 5.1 und IEC 60300-3-5);
- Kennzeichnung von Prüfeinheiten, Anzahl zu prüfender Einheiten und möglichem Ersatz ausgefallener Einheiten während der Prüfung;
- den verwendeten Prüfplan;
- festgelegte Ausfallrate λ_0 oder m_0 ;
- nominelle Prüfplanparameter, z. B. Werte für Risiken, Trennvermögen, maximale kumulative Prüfdauer, maximal zulässige Ausfallanzahl;
- wahre Prüfplanparameter, falls gefordert;
- beobachtete Ausfallanzahl und Begründung für die als nicht relevant eingestuft Ausfälle;
- Beschreibung der kumulierten Prüfdauer, besonders dann, wenn Prüfzyklen oder mehrere Einsatzarten vorliegen;
- kumulierte Prüfdauer zum Prüfende;
- Ergebnisse anderer Analysen, falls gefordert;
- Schlussfolgerungen.

Anhang A (normativ)

Tabellen und Diagramme für sequentielle Prüfpläne ^{N6)}

ANMERKUNG 1 Siehe Abschnitt 6.

ANMERKUNG 2 In diesem Anhang gelten die Formelzeichen nach 3.2.2.

A.1 Prüfplan A.1: $\alpha = 0,10$; $\beta = 0,10$; $D = 1,5$

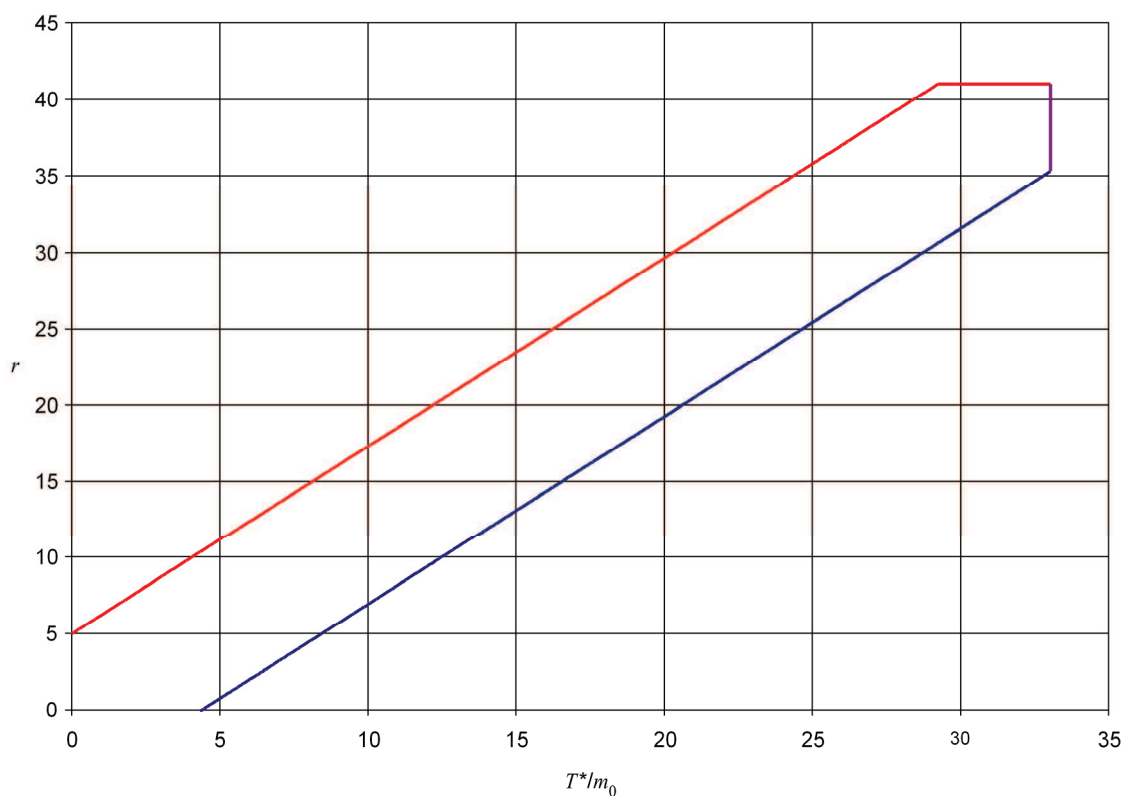


Bild A.1 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.1

^{N6)} Nationale Fußnote: Achtung, die Abszissen für die Operationscharakteristiken und die erwarteten Prüfdauern sind nicht einheitlich für den praktikablen Bereich für m/m_0 von 0 bis 2,5 angegeben, sondern variieren!

Tabelle A.1 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.1

r	T_r^*/m_0 Rückweisung (gleich oder kleiner)	T_a^*/m_0 Annahme (gleich oder größer)	r	T_r^*/m_0 Rückweisung (gleich oder kleiner)	T_a^*/m_0 Annahme (gleich oder größer)
0	–	4,39	21	13,00	21,42
1	–	5,21	22	13,81	22,23
2	–	6,02	23	14,62	23,05
3	–	6,83	24	15,43	23,86
4	–	7,64	25	16,24	24,67
5	0,025	8,45	26	17,05	25,48
6	0,836	9,26	27	17,87	26,29
7	1,65	10,07	28	18,73	27,10
8	2,46	10,88	29	19,49	27,91
9	3,27	11,69	30	20,30	28,72
10	4,08	12,50	31	21,11	29,53
11	4,89	13,31	32	21,92	30,34
12	5,70	14,13	33	22,73	31,16
13	6,51	14,94	34	23,54	31,97
14	7,32	15,75	35	24,35	32,78
15	8,13	16,56	36	25,16	33,04
16	8,94	17,37	37	25,97	33,04
17	9,76	18,18	38	26,79	33,04
18	10,57	19,00	39	27,60	33,04
19	11,40	19,80	40	28,41	33,04
20	12,19	20,61	$r_0 = 41$	29,22	33,04
			42	33,04	N/A

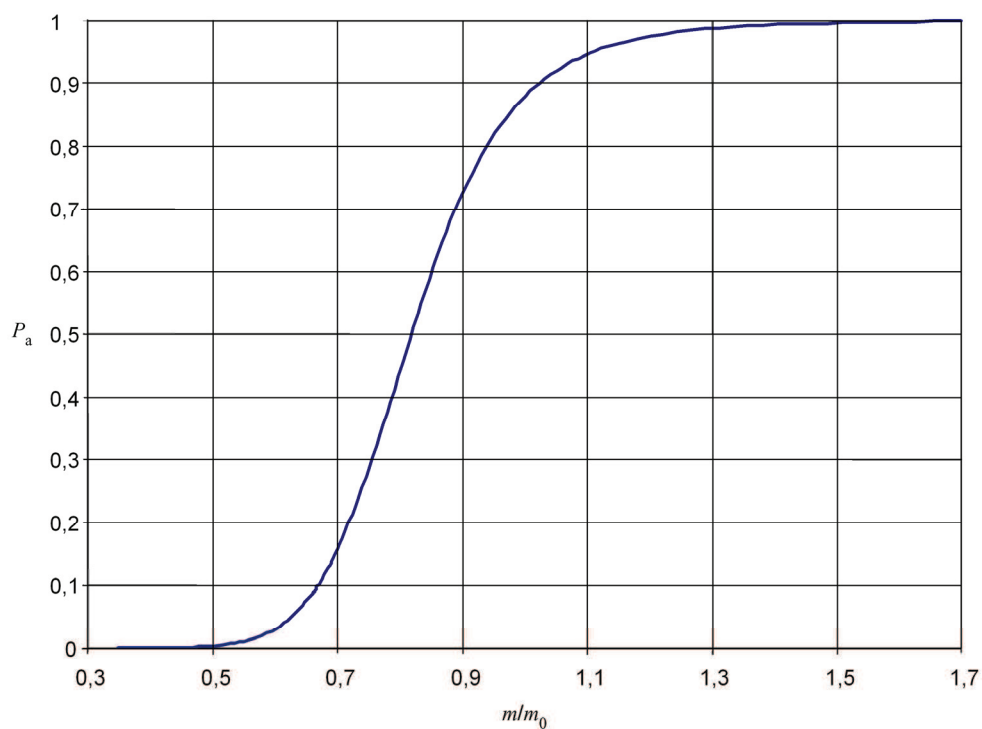


Bild A.2 – Prüfplan A.1 – Operationscharakteristik

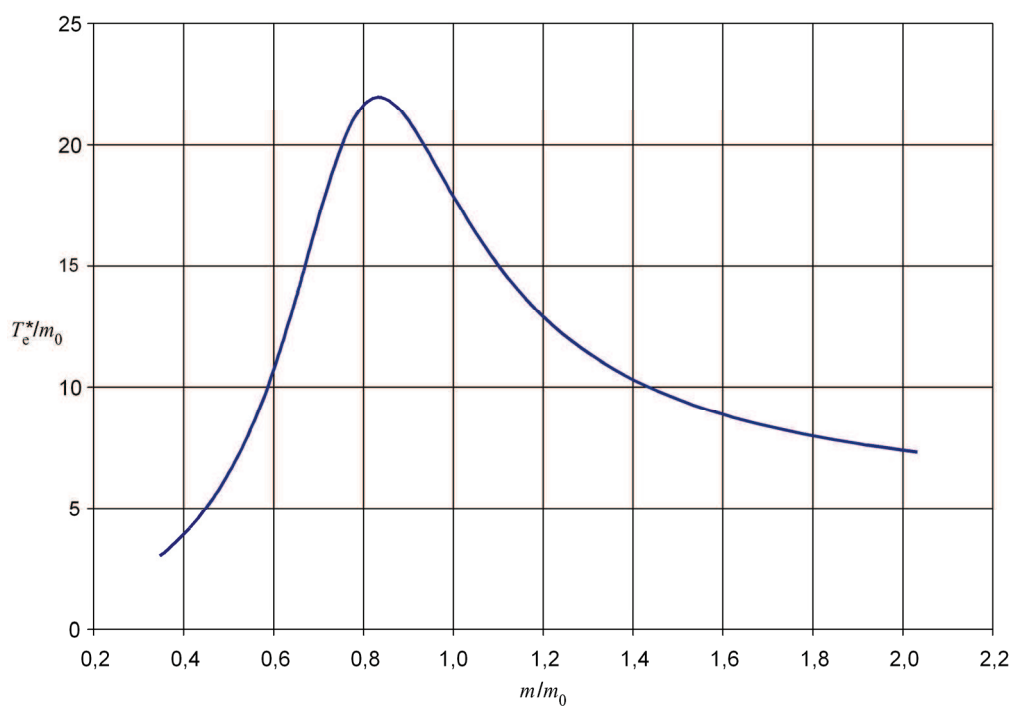


Bild A.3 – Prüfplan A.1 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung

A.2 Prüfplan A.2: $\alpha = 0,10$; $\beta = 0,10$; $D = 2,0$

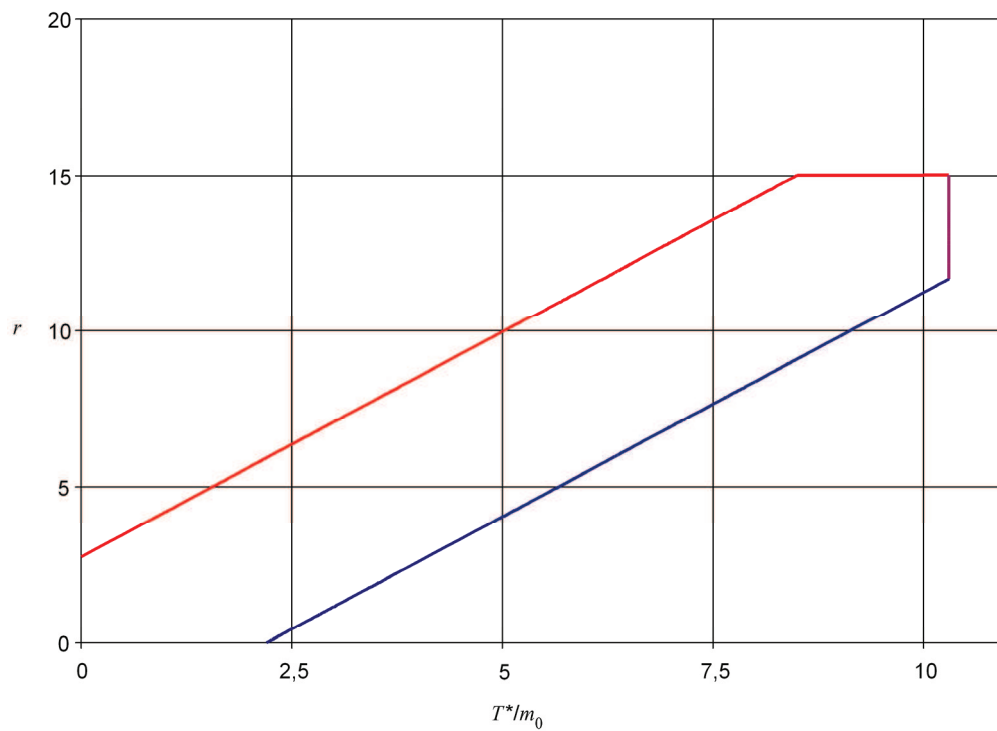


Bild A.4 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.2

Tabelle A.2 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.2

r	T_r^*/m_0 Rückweisung (gleich oder kleiner)	T_a^*/m_0 Annahme (gleich oder größer)
0	–	2,20
1	–	2,89
2	–	3,58
3	0,170	4,28
4	0,863	4,97
5	1,56	5,66
6	2,25	6,36
7	2,94	7,05
8	3,64	7,74
9	4,33	8,44
10	5,02	9,13
11	5,72	9,82
12	6,41	10,30
13	7,10	10,30
14	7,79	10,30
$r_0 = 15$	8,49	10,30
16	10,30	N/A

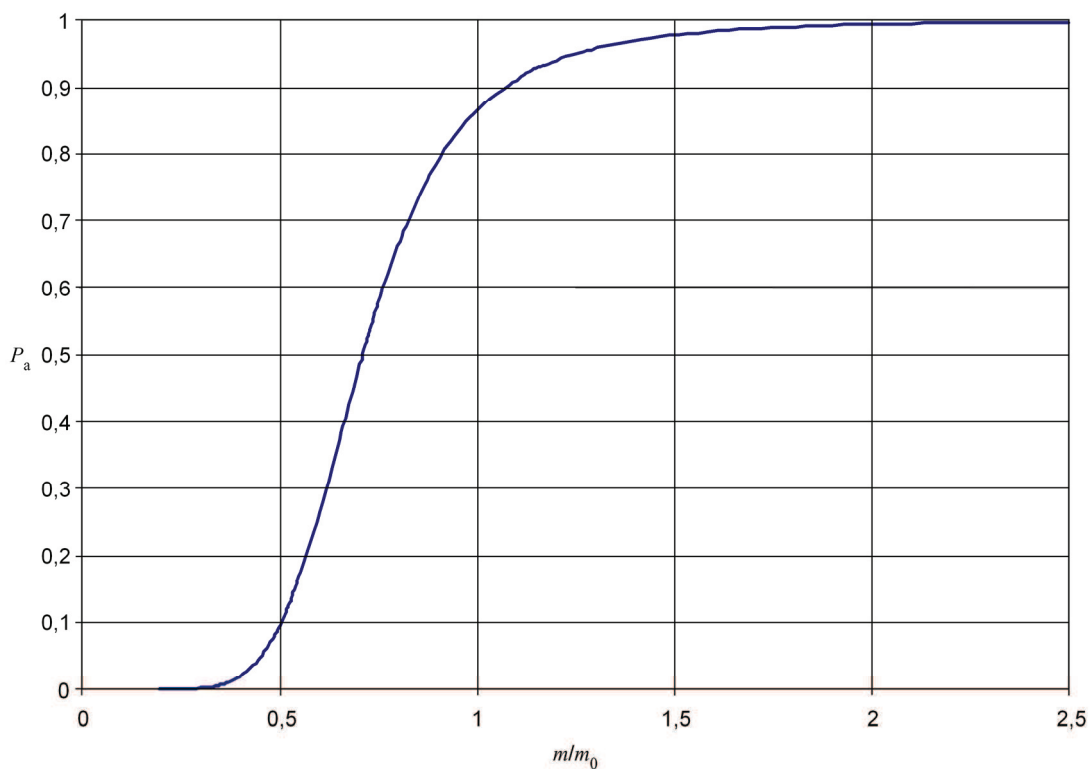


Bild A.5 – Prüfplan A.2 – Operationscharakteristik

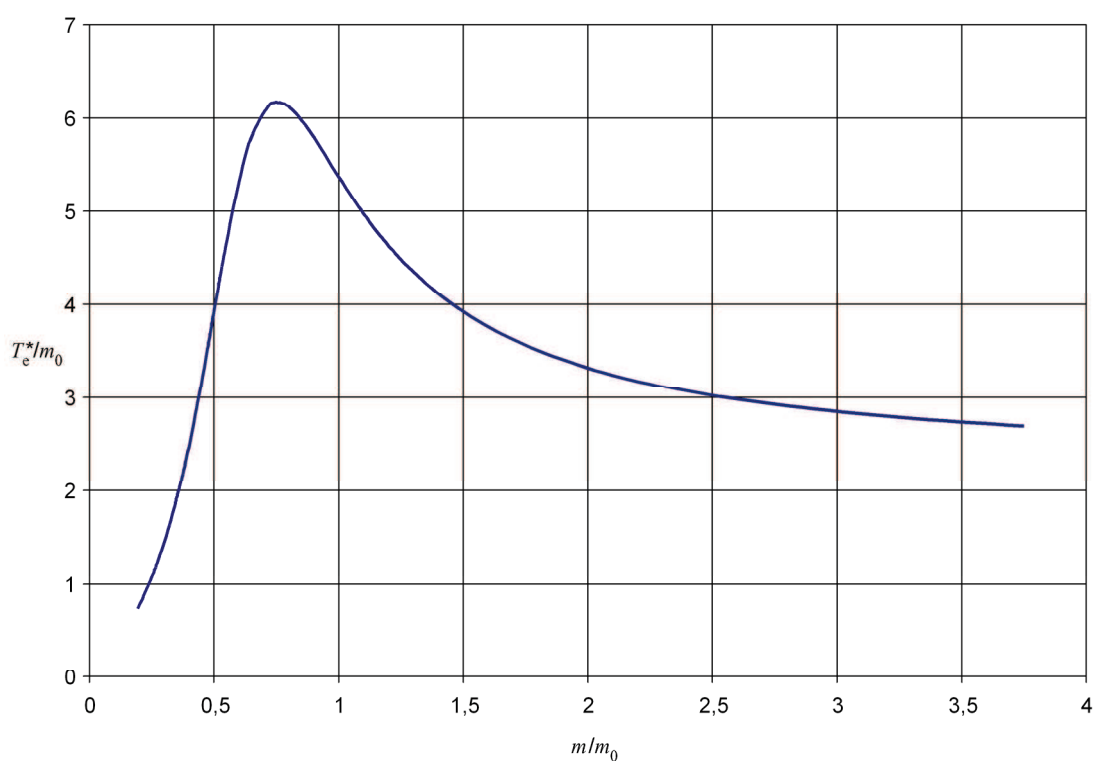


Bild A.6 – Prüfplan A.2 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung

A.3 Prüfplan A.3: $\alpha = 0,10$; $\beta = 0,10$; $D = 3,0$

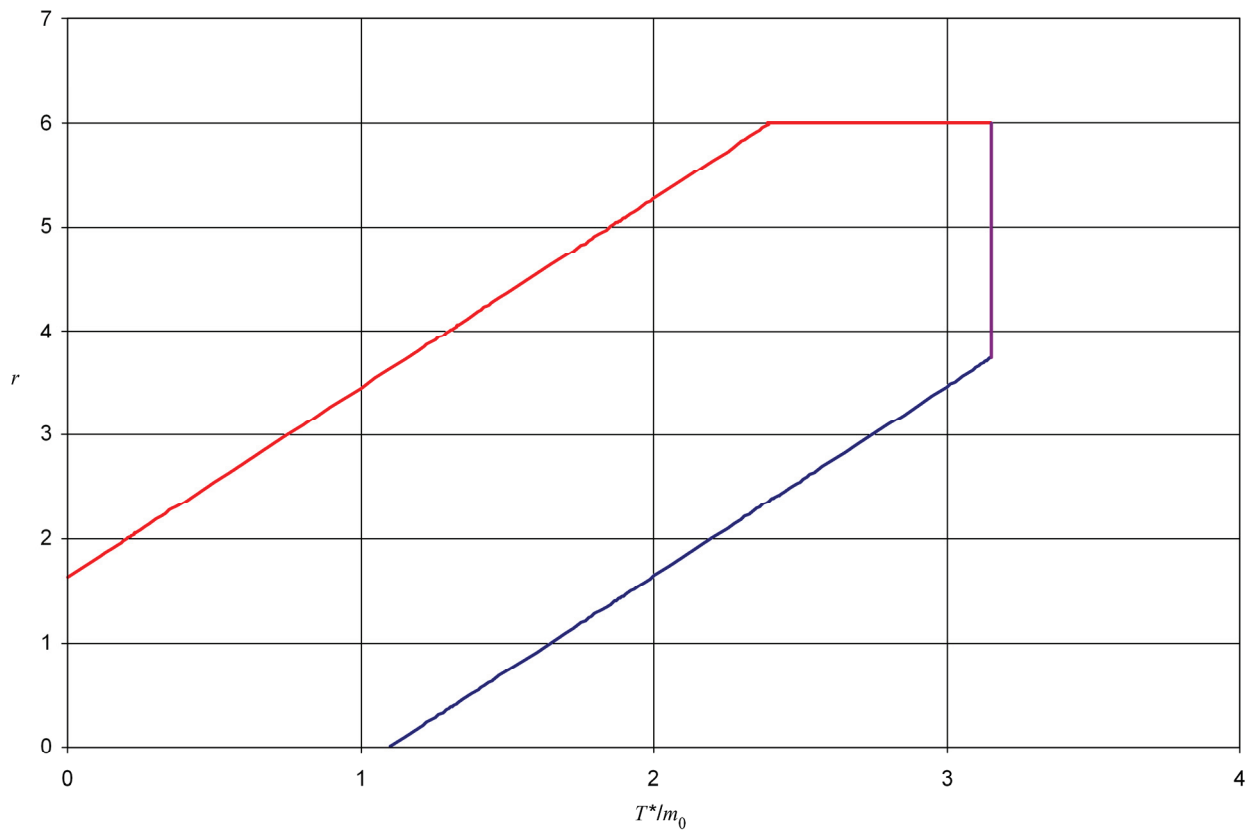


Bild A.7 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.3

Tabelle A.3 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.3

r	T_r^*/m_0 Rückweisung (gleich oder kleiner)	T_a^*/m_0 Annahme (gleich oder größer)
0	—	1,098
1	—	1,648
2	0,203	2,197
3	0,752	2,747
4	1,301	3,152
5	1,851	3,152
$r_0 = 6$	2,400	3,152
7	3,152	N/A

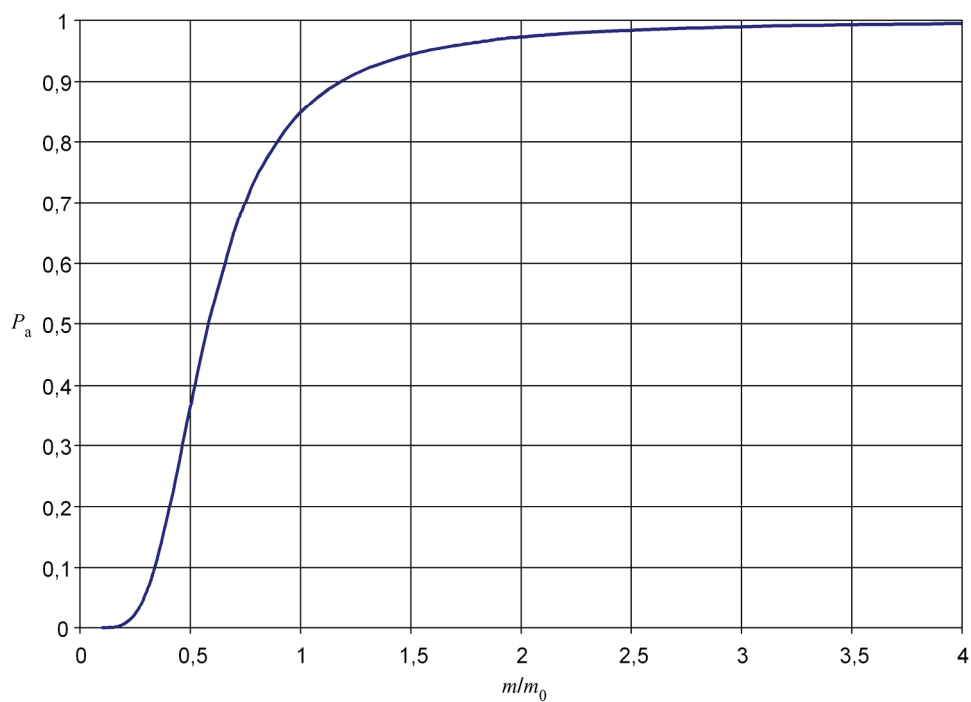


Bild A.8 – Prüfplan A.3 – Operationscharakteristik

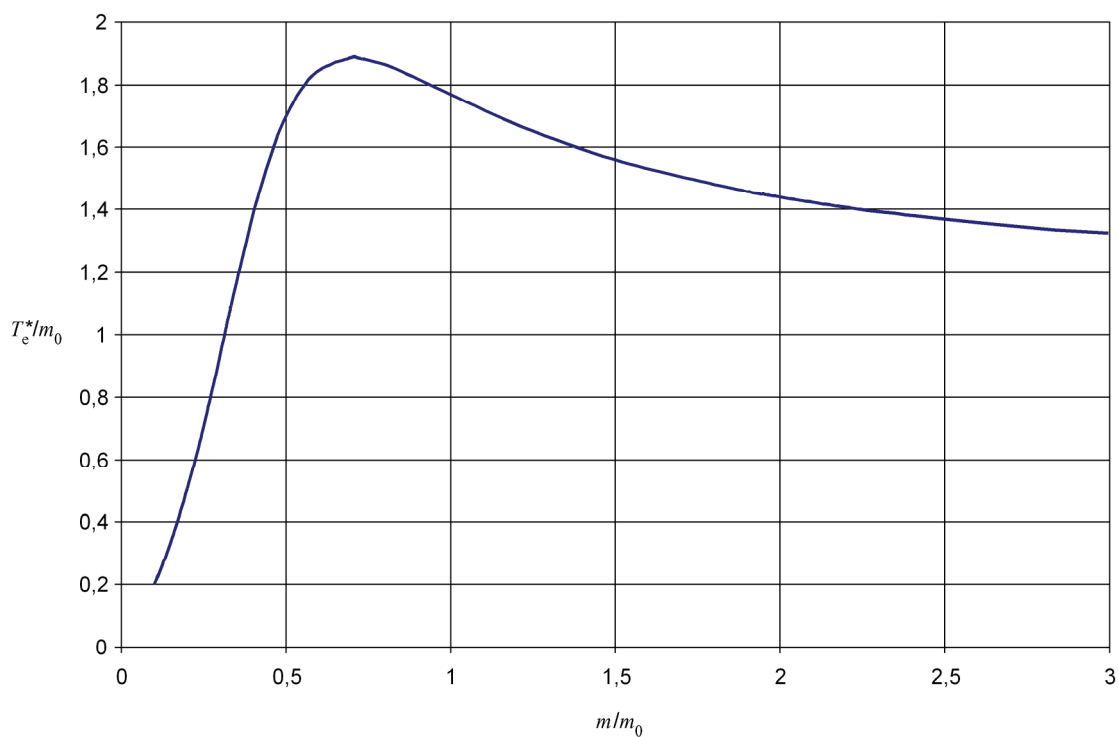


Bild A.9 – Prüfplan A.3 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung

A.4 Prüfplan A.4: $\alpha = 0,10$; $\beta = 0,10$; $D = 5,0$

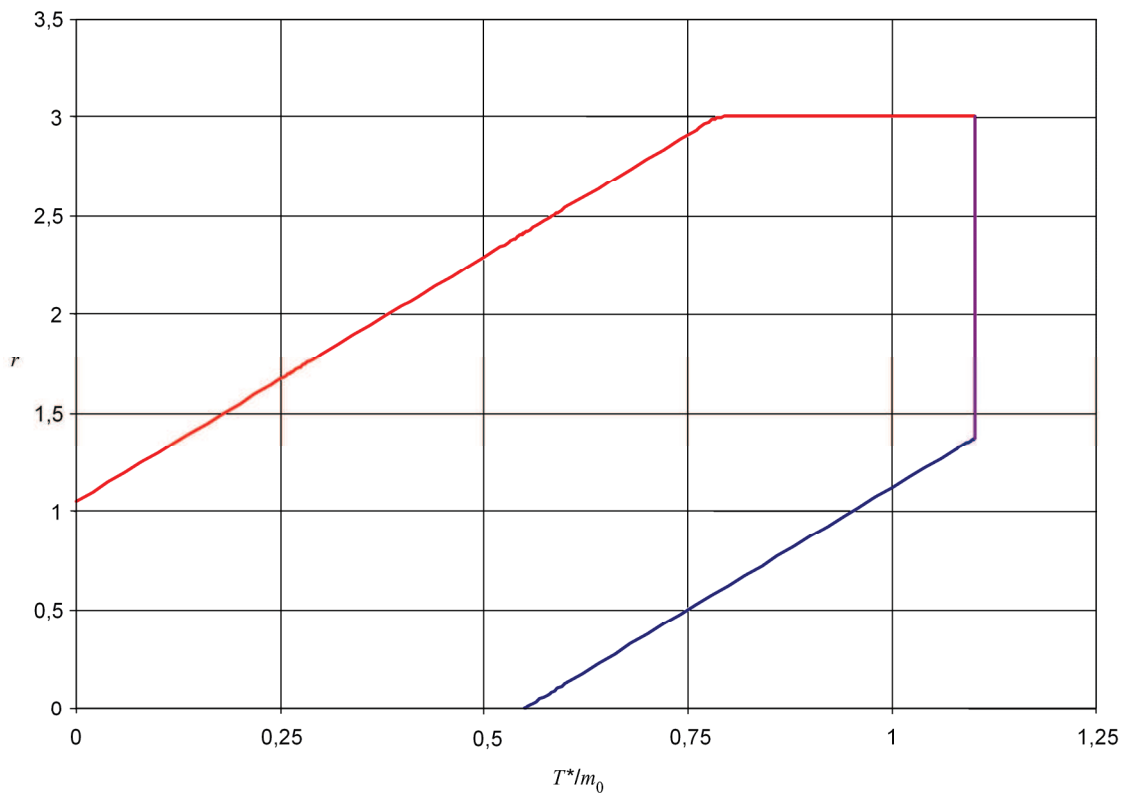


Bild A.10 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.4

Tabelle A.4 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.4

r	T_r^*/m_0 Rückweisung (gleich oder kleiner)	T_a^*/m_0 Annahme (gleich oder größer)
0	–	0,549
1	–	0,951
2	0,383	1,102
$r_0 = 3$	0,785	1,102
4	1,102	N/A

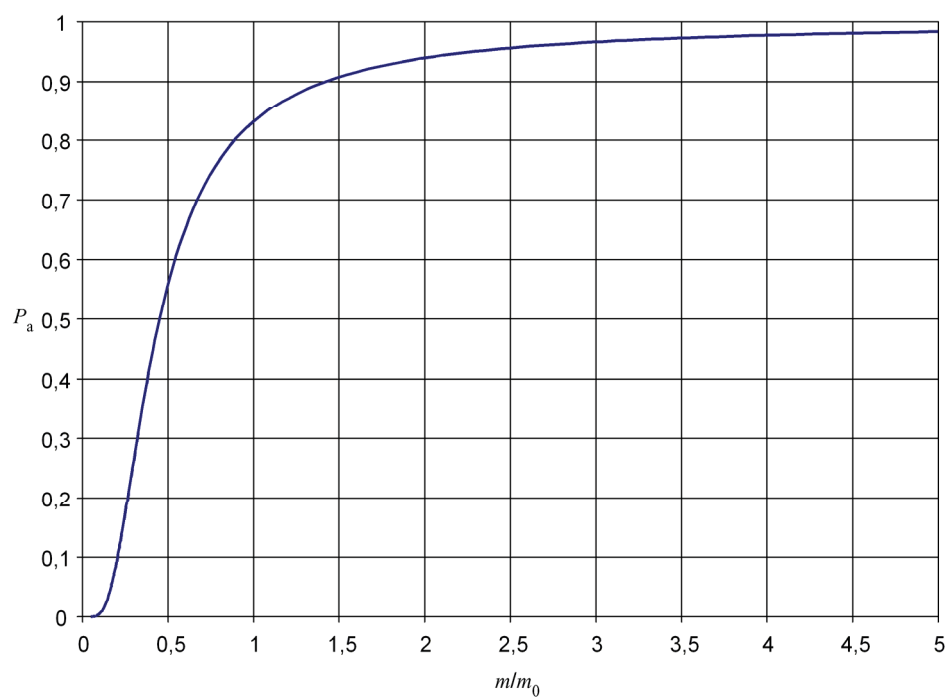


Bild A.11 – Prüfplan A.4 – Operationscharakteristik

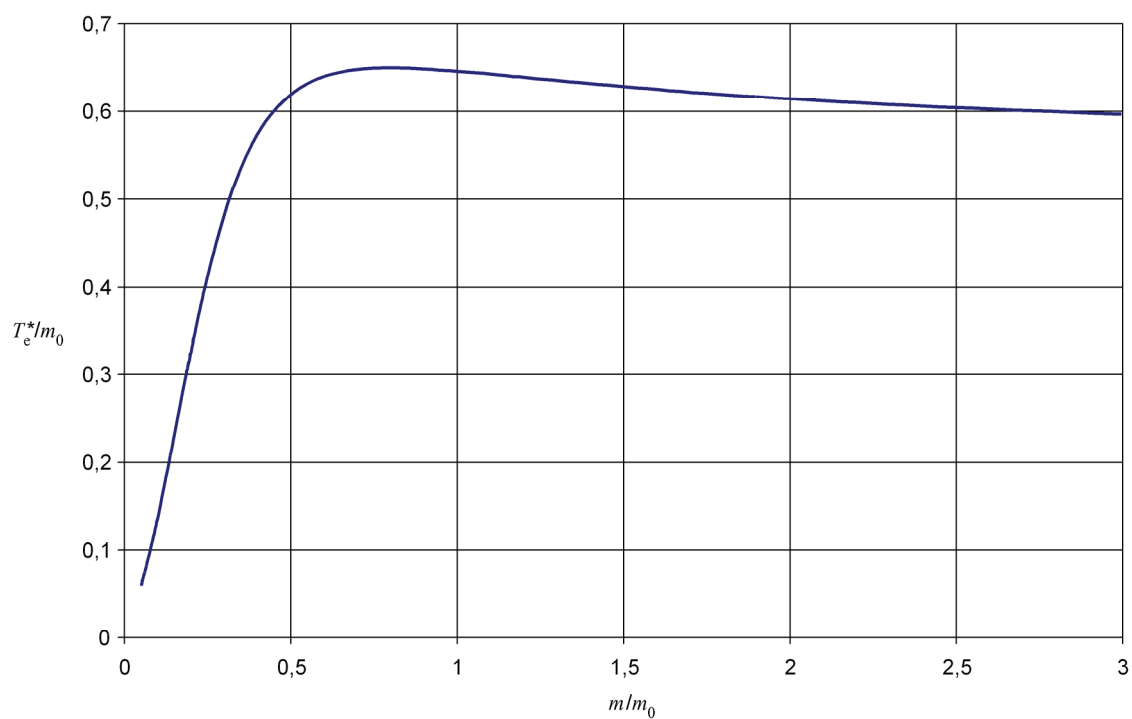


Bild A.12 – Prüfplan A.4 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung

A.5 Prüfplan A.5: $\alpha = 0,20$; $\beta = 0,20$; $D = 1,5$

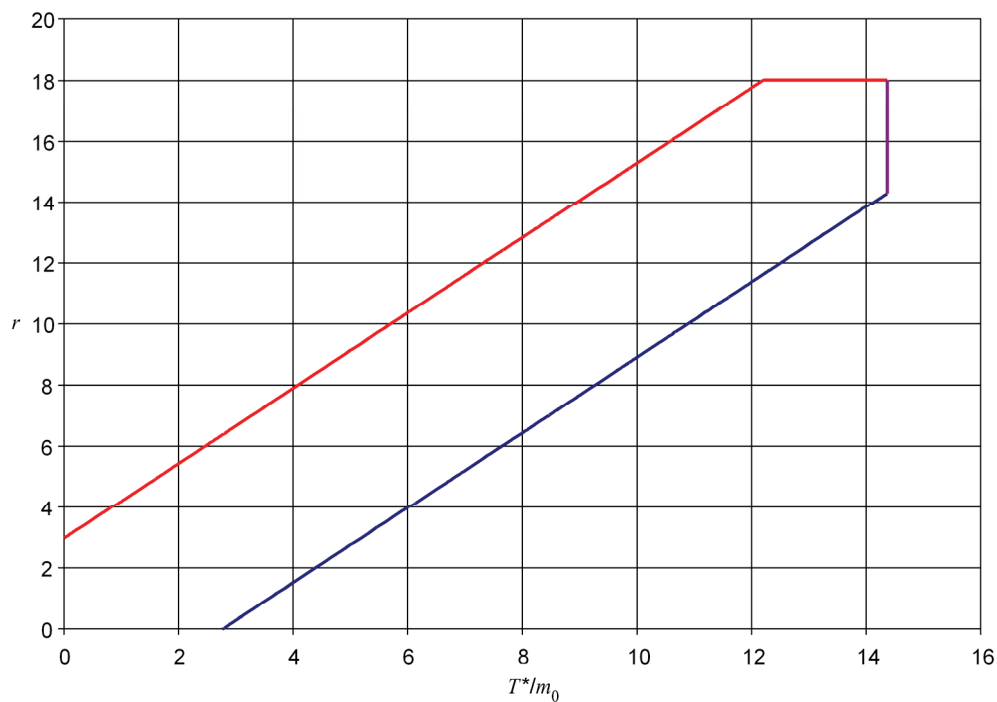


Bild A.13 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.5

Tabelle A.5 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.5

r	T_r^*/m_0 Rückweisung (gleich oder kleiner)	T_a^*/m_0 Annahme (gleich oder größer)
0	—	2,77
1	—	3,58
2	—	4,39
3	0,025	5,21
4	0,836	6,02
5	1,65	6,83
6	2,46	7,64
7	3,27	8,45
8	4,08	9,26
9	4,89	10,07
10	5,70	10,88
11	6,51	11,69
12	7,32	12,50
13	8,13	13,31
14	8,95	14,13
15	9,76	14,37
16	10,57	14,37
17	11,38	14,37
$r_0 = 18$	12,19	14,37
19	14,37	N/A

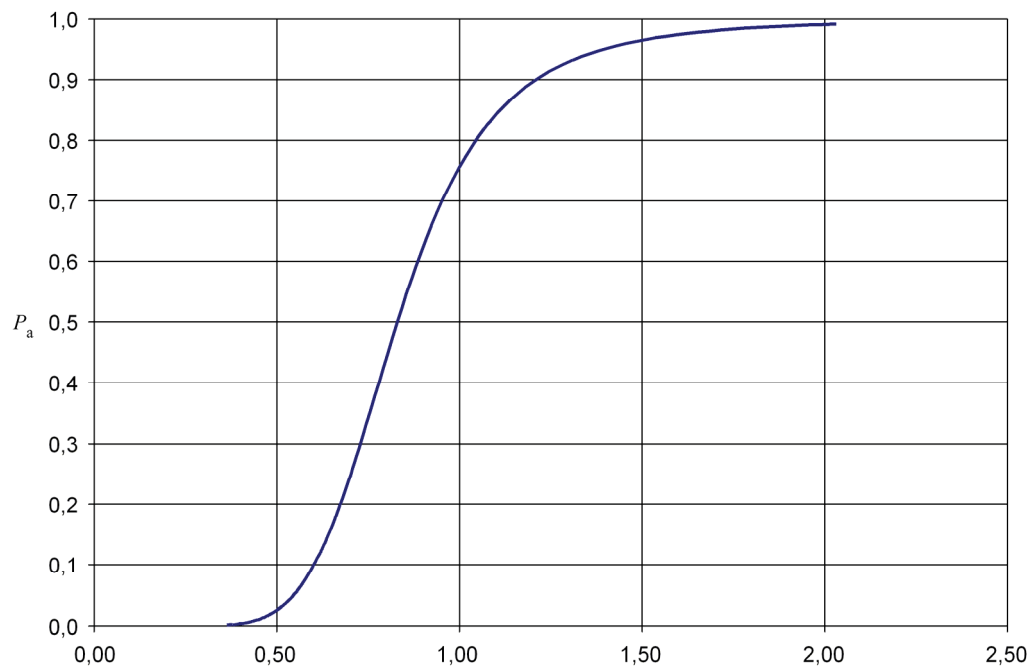


Bild A.14 – Prüfplan A.5 – Operationscharakteristik

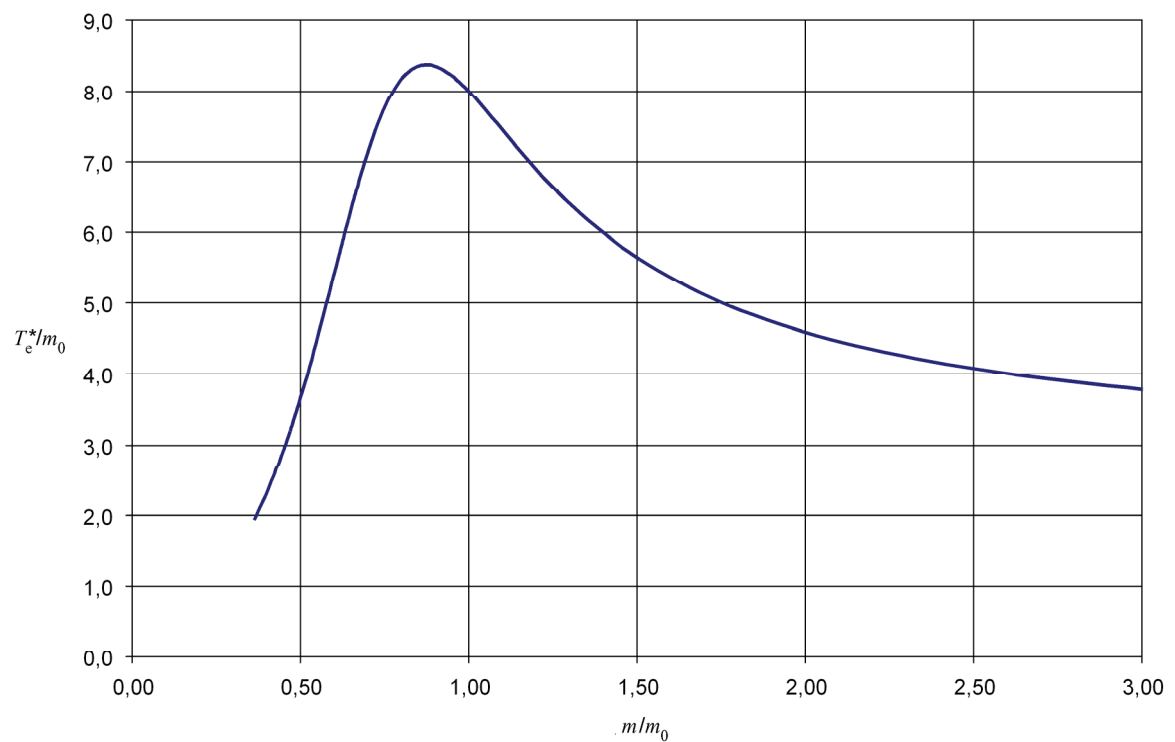


Bild A.15 – Prüfplan A.5 – Erwartete kumulierte Prüfdauer bis zur Entscheidung

A.6 Prüfplan A.6: $\alpha = 0,20$; $\beta = 0,20$; $D = 2,0$

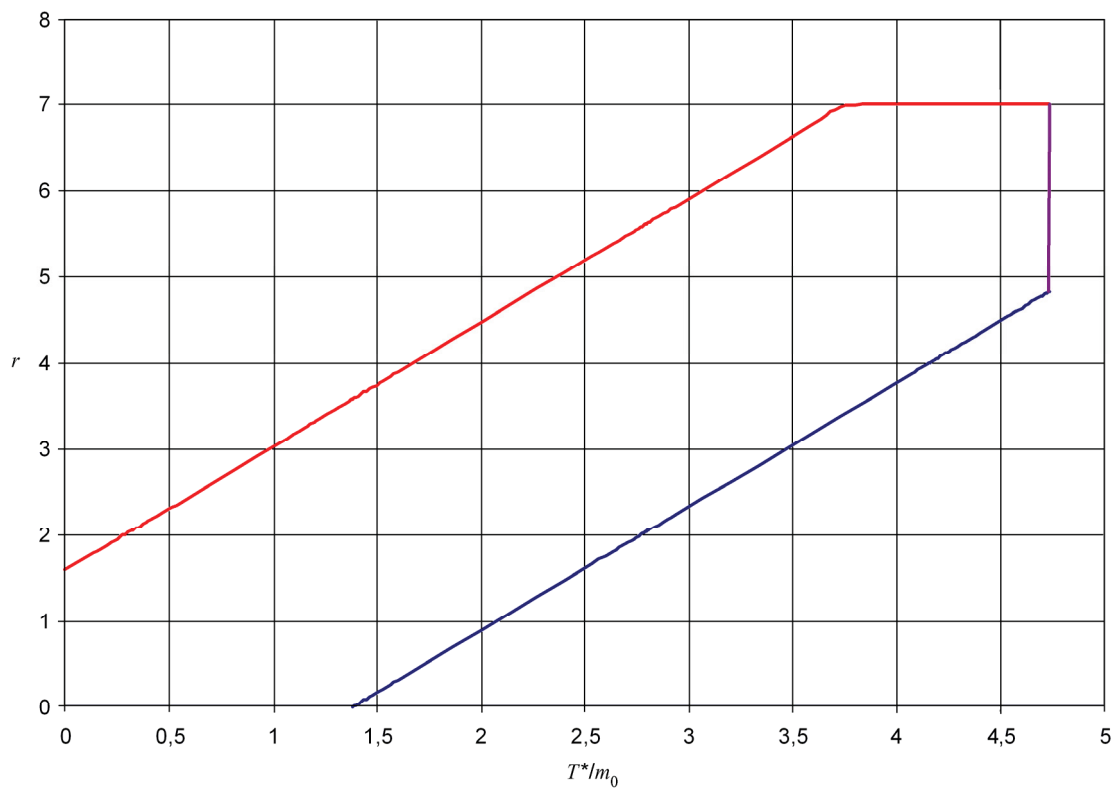


Bild A.16 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.6

Tabelle A.6 – Annahme- und Rückweisungsgeraden für Prüfplan A.6

r	T_r^*/m_0 Rückweisung (gleich oder kleiner)	T_a^*/m_0 Annahme (gleich oder größer)
0	–	1,39
1	–	2,08
2	0,288	2,77
3	0,981	3,47
4	1,67	4,16
5	2,37	4,73
6	3,06	4,73
$r_0 = 7$	3,75	4,73
8	4,73	N/A