

DIN EN 61124:2013-01 (D)

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

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

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	

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

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