

# 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 $\mu_0$ 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 $\mu_0$ .....	57
Bild C.3 – Trennvermögen $D$ als eine Funktion der erwarteten Ausfallanzahl $\mu_0$ 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 $\mu_0$ ( $\Delta\mu_0 = c - \mu_0$ ) als eine Funktion der erwarteten Ausfallanzahl $\mu_0$ 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 $u_\gamma$ -Werte .....	111
Tabelle I.2 – $u_\gamma$ -Werte für vorgegebene Werte der Verteilungsfunktion $\Phi(u)$ .....	111