

DIN ISO 3951-1



ICS 03.120.30

Ersatz für
DIN ISO 3951-1:2008-03

**Verfahren für die Stichprobenprüfung anhand quantitativer Merkmale
(Variablenprüfung) –
Teil 1: Spezifikation für Einfach-Stichprobenanweisungen für losweise
Prüfung, geordnet nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) für ein
einfaches Qualitätsmerkmal und einfache AQL (ISO 3951-1:2013);
Text Deutsch und Englisch**

Sampling procedures for inspection by variables –

Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL (ISO 3951-1:2013);
Text in German and English

Règles d'échantillonnage pour les contrôles par mesures –

Partie 1: Spécifications pour les plans d'échantillonnage simples indexés par un niveau de qualité acceptable (NQA) pour un contrôle lot par lot pour une caractéristique de qualité unique et un NQA unique (ISO 3951-1:2013);
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 213 Seiten

DIN-Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	5
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	7
Vorwort	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich.....	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
4 Formelzeichen	15
5 Annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL)	17
5.1 Grundkonzept	17
5.2 Anwendung	17
5.3 Festlegung von AQL-Werten	17
5.4 AQL-Vorzugswerte	17
5.5 Warnhinweis	17
5.6 Einschränkung.....	17
6 Regeln für einen Verfahrenswechsel zwischen normaler, verschärfter und reduzierter Prüfung.....	18
7 Beziehung zu ISO 2859-1	18
7.1 Ähnlichkeiten.....	18
7.2 Unterschiede	19
8 Abnehmerschutz.....	20
8.1 Anwendung einzelner Stichprobenanweisungen.....	20
8.2 Tabellen für die Qualitätslage beim Abnehmerrisiko (CRQ).....	20
8.3 Tabellen zum Lieferantenrisiko.....	20
8.4 Operationscharakteristiken (OC).....	20
9 Berücksichtigung der Messunsicherheit	21
10 Planung.....	21
11 Entscheidung zwischen Variablenprüfung und Attributprüfung	21
12 Entscheidung zwischen s -Verfahren und σ -Verfahren	22
13 Wahl des Prüfniveaus und des AQL-Werts.....	22
14 Wahl des Stichprobenplans	23
14.1 Genormte Stichprobenanweisungen.....	23
14.2 Stichprobenanweisungen für Sonderfälle.....	23
15 Vorbereitungen	24
16 Normverfahren für das s -Verfahren	24
16.1 Ermittlung einer Stichprobenanweisung, Probenahme und vorangehende Berechnungen.....	24
16.2 Annahmekriterien für einfache Grenzwerte.....	25
16.3 Graphisches Verfahren für einen einfachen Grenzwert.....	27
16.4 Annahmekriterium für kombinierte Überwachung zweifacher Grenzwerte	28
16.4.1 Allgemeines	28
16.4.2 Verfahren bei einem Stichprobenumfang von 3	28
16.4.3 Verfahren bei einem Stichprobenumfang von 4	30
16.4.4 Verfahren für Stichprobenumfänge größer als 4	31

17	Normverfahren für das σ -Verfahren	33
17.1	Ermittlung einer Stichprobenanweisung, Probenahme und vorangehende Berechnungen	33
17.2	Annahmekriterien für einen einfachen Grenzwert	34
17.3	Annahmekriterium für kombinierte Überwachung zweifacher Grenzwerte	35
18	Vorgehen während fortlaufender Prüfung	37
19	Normalverteilung und Ausreißer	37
19.1	Normalverteilung	37
19.2	Ausreißer	37
20	Aufzeichnungen	37
20.1	Qualitätsregelkarten	37
20.2	Nicht angenommene Prüflose	37
21	Anwendung von Regeln für einen Verfahrenswechsel	38
22	Unterbrechung und Wiederaufnahme der Prüfung	39
23	Wechsel zwischen s - und σ -Verfahren	39
23.1	Schätzung der Prozess-Standardabweichung	39
23.2	Stabiler Zustand	39
23.3	Wechsel vom s - zum σ -Verfahren	39
23.4	Wechsel vom σ - zum s -Verfahren	39
24	Diagramme B bis R — Operationscharakteristiken und Tabellenwerte bei Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung: s -Verfahren	41
24.1	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben B für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	41
24.2	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben C für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	42
24.3	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben D für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	43
24.4	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben E für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	44
24.5	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben F für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	46
24.6	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben G für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	48
24.7	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben H für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	50
24.8	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben J für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	52
24.9	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben K für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	54
24.10	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben L für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	56
24.11	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben M für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	58
24.12	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben N für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	60
24.13	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben P für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	62
24.14	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben Q für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	64
24.15	Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben R für den Stichprobenumfang: s -Verfahren	65
25	Diagramme s -D bis s -R — Annahmekennlinien für die gemeinsame Überwachung von doppelten Grenzwerten: s -Verfahren	66

Anhang A (normativ) Tabelle zur Ermittlung des Kennbuchstabens für den Stichprobenumfang	79
Anhang B (normativ) Einfach-Stichprobenanweisungen des Typs k für das s -Verfahren.....	80
Anhang C (normativ) Einfach-Stichprobenanweisungen des Typs k für das σ -Verfahren.....	83
Anhang D (normativ) Werte von f_s für den Höchstwert für die Stichproben-standardabweichung (MSSD)	86
Anhang E (normativ) Werte von f_σ für den Höchstwert der Prozess-Standardabweichung (MPSD).....	89
Anhang F (normativ) Schätzung des Anteils nichtkonformer Einheiten im Prozess für den Stichprobenumfang 3: s -Verfahren.....	90
Anhang G (normativ) Einfach-Stichprobenanweisungen des Typs p^*	93
Anhang H (normativ) Werte von c_U für die obere Eingriffsgrenze für die Stichproben-standardabweichung.....	94
Anhang I (normativ) Ergänzende Annahmefaktoren für die Qualifizierung zur reduzierten Prüfung	95
Anhang J (normativ) Verfahren zur Ermittlung von s und σ	96
J.1 Verfahren zur Ermittlung von s	96
J.2 Verfahren zur Ermittlung von σ	97
Anhang K (informativ) Qualitätslagen beim Abnehmerrisiko.....	98
Anhang L (informativ) Lieferantenrisiken.....	102
Anhang M (informativ) Operationscharakteristiken für das σ -Verfahren.....	106
M.1 Gleichung für die Annahmewahrscheinlichkeit.....	106
M.2 Beispiel.....	106
M.3 Vergleich mit dem Tabellenwert für das s -Verfahren.....	106
Anhang N (informativ) Schätzung des Anteils nichtkonformer Einheiten im Prozess für Stichprobenumfänge 3 und 4: s -Verfahren	107
N.1 Allgemeine Gleichung für den Stichprobenumfang n	107
N.2 Gleichung für Stichprobenumfang 3	107
N.3 Gleichung für Stichprobenumfang 4.....	108
Anhang O (normativ) Anpassung der Messstreuung.....	109
O.1 Allgemeines	109
O.2 Prozess-Standardabweichung σ und Mess-Standardabweichung σ_m , beide bekannt	110
O.3 Prozess-Standardabweichung σ unbekannt, Mess-Standardabweichung σ_m bekannt.....	110
O.4 Prozess-Standardabweichung σ und Mess-Standardabweichung σ_m , beide unbekannt.....	110
Literaturhinweise.....	114

Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 69, *Applications of statistical methods*, Unterkomitee 5, *Acceptance sampling*, erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Großbritannien) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 147-00-02 AA „Angewandte Statistik“ im DIN-Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ).

Die **Variablenprüfung** ist eine Annahmestichprobenprüfung, bei der anhand der in den einzelnen Stichproben ermittelten **Messwerte** $x_1, x_2, \dots, x_n$ eines kontinuierlichen Qualitätsmerkmals die Annehmbarkeit des Prüfloses festgestellt wird.

Im Unterschied dazu wird bei der **Attributprüfung** die Annehmbarkeit des Prüfloses anhand der **Anzahl fehlerhafter Einheiten oder der Fehler** in den einzelnen Stichproben festgestellt, vgl. DIN ISO 2859-1.

Wenn für die Einheiten eines Prüfloses Grenzwerte (d.h. für ein Merkmal festgelegte begrenzende Werte L bzw. U , vgl. DIN ISO 3534-2) vorgegeben sind, und das Merkmal x normalverteilt oder näherungsweise normalverteilt streut, dann kann die Annahmestichprobenprüfung als Attributprüfung oder als Variablenprüfung ausgeführt werden:

- bei der **Variablenprüfung** wird die Annehmbarkeit des Prüfloses direkt mittels der Auswertung aller Messwerte der Stichproben festgestellt;
- bei der **Attributprüfung** werden nicht die Messwerte verwendet, sondern es wird lediglich die Anzahl fehlerhafter Einheiten in den Stichproben durch Grenzwertüberschreitungen der Messwerte und daraus die Annehmbarkeit des Prüfloses festgestellt.

Bei der Variablenprüfung werden deutlich mehr Informationen aus den Stichproben verarbeitet, als bei der Attributprüfung. Folglich benötigt man für die Annahmestichprobenprüfung eines Prüfloses bei annähernd gleicher Operationscharakteristik (d. h. Prüfschärfe) bei der Variablenprüfung in der Regel einen viel niedrigeren Stichprobenumfang als bei der Attributprüfung.

BEISPIEL Der Mindestwert der Streckgrenze für bestimmte Stahlgussteile beträgt $L = 400 \text{ N/mm}^2$. Das nächste, aus 500 Einheiten bestehende Los wird zur Prüfung vorgestellt. Es ist bei Prüfniveau II eine normale Prüfung mit einem AQL-Wert von 0,65 % anzuwenden.

Bisher wurde die **Attributprüfung** angewendet; es folgen nach DIN ISO 2859-1, Tabelle 1, der Kennbuchstabe H und aus Tabelle 2-A die Stichprobenanweisung $n - Ac/Re = 80 - 1/2$. Aus dem vorgestellten Los sind 80 Stahlgussteile zu entnehmen und es sind deren Streckgrenzen zu ermitteln; wenn maximal ein Wert unter dem geforderten Mindestwert L liegt, wird das Los angenommen, ansonsten erfolgt die Rückweisung des Loses.

Eine nähere Untersuchung des Prozesses ergab, dass die Streckgrenzen normalverteilt mit einer weitgehend konstanten Standardabweichung von $\sigma = 21 \text{ N/mm}^2$ streuen.

Bei Anwendung der **Variablenprüfung** nach DIN ISO 3951-1 folgen aus Tabelle A.1 der Kennbuchstabe H und aus Tabelle C.1 die Stichprobenanweisung $n - k = 11 - 2,046$. Aus dem vorgestellten Los sind nur 11 Stahlgussteile zu entnehmen und es sind deren Streckgrenzen zu ermitteln; aus diesen $n = 11$ Werten wird der Stichprobenmittelwert $\bar{x}$ berechnet, und das Los wird angenommen, wenn $\bar{x} \geq L + k \cdot \sigma$ mit $L + k \cdot \sigma = 400 + 2,046 \times 21 = 442,97 \text{ N/mm}^2$. Wenn die Voraussetzung einer bekannten Standardabweichung σ nicht gegeben ist, dann wird aus Tabelle B.1 folgende Stichprobenanweisung abgelesen: $n - k = 30 - 2,079$. Auch in diesem im praktischen Betrieb häufigeren Fall ergibt sich bei Anwendung der Variablenprüfung eine deutliche Einsparung gegenüber der Attributprüfung.

Leider wird die Möglichkeit der deutlichen Reduzierung des Prüfaufwandes durch die Verringerung des Stichprobenumfangs bei der Variablenprüfung nur vereinzelt genutzt. In der industriellen Praxis werden Annahmestichprobenprüfungen fast ausschließlich als Attributprüfungen durchgeführt – bei Inkaufnahme von vermeidbaren hohen Prüfaufwänden.

Die Ursachen dafür liegen einerseits in einer unzureichenden Kenntnis der Möglichkeiten der Variablenprüfung, was durch entsprechende Ausbildungsmaßnahmen verändert werden kann. Andererseits ist der vorliegende Standard DIN ISO 3951-1 nicht so einfach handhabbar wie die DIN ISO 2859-1 für die Attributprüfung und ist durch die Fixierung auf die ausschließliche Prüfung von normalverteilt streuenden Merkmalswerten auch stark eingeschränkt.

Trotz dieser Einschränkungen ist die vorliegende DIN ISO 3951-1 eine solide Grundlage für die Anwendung der Variablenprüfung, und Anwender der Annahmestichprobenprüfung sollten im Interesse der Steigerung der Effizienz der Prüfung die Anwendungsmöglichkeiten für die Variablenprüfung in Betracht ziehen.

Perspektivisch ist eine grundsätzliche Überarbeitung der Norm zur Variablenprüfung in folgenden Richtungen vorgesehen:

- Erzielung einer einfachen Handhabung durch klaren, übersichtlichen und gut strukturierten Aufbau;
- Vermeidung von antiquierten grafischen Verfahren;
- in der Norm erfolgt die Aufnahme nur solcher Formeln und Erklärungen, die direkt der operationalen Handhabung dienen, alle weiteren Ausführungen zur Beleuchtung von statistischen Hintergründen werden in einem informellen Anhang dargelegt;
- Entwicklung verteilungsfreier Verfahren, um die ausschließliche Beschränkung auf die Gültigkeit der Normalverteilung aufzuheben.

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 3951-1:2008-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich, Normative Verweisungen und Begriffe wurden aktualisiert;
- b) Abschnitt 9 sowie Anhang O zur Berücksichtigung der Messunsicherheit wurden neu aufgenommen;
- c) in Abschnitt 24 wurden die Diagramme aktualisiert und die Tabellenwerte für Operationscharakteristiken angepasst;
- d) aus Anhang A wurde die Tabelle A.2 entfernt, diese Tabelle ist in DIN ISO 2859-1 enthalten;
- e) in Anhang B und Anhang C wurden die Werte in den Tabellen aktualisiert;
- f) Norm insgesamt redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 3951: 1992-08
DIN ISO 3951-1: 2008-03

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 2859-1, *Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) — Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen*

DIN ISO 2859-2, *Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) — Nach der zurückzuweisenden Qualitätsgrenzlage (LQ) geordnete Stichprobenanweisungen für die Prüfung einzelner Lose anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten*

DIN ISO 3534-1, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statistische Begriffe*

DIN ISO 3534-2, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 2: Angewandte Statistik*

Verfahren für die Stichprobenprüfung anhand quantitativer Merkmale (Variablenprüfung) — Teil 1: Spezifikation für Einfach-Stichprobenanweisungen für losweise Prüfung, geordnet nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) für ein einfaches Qualitätsmerkmal und einfache AQL

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 69, *Application of statistical methods*, SC 5, *Acceptance sampling*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 3951-1:2006), die geringfügig mit den folgenden Änderungen überarbeitet wurde:

- Verfahren zur Anpassung der Messunsicherheit wurden eingeführt;
- viele der Stichprobenanweisungen wurden bereinigt, um die Übereinstimmung zwischen ihren Operationscharakteristiken und den Operationscharakteristiken der entsprechenden Anweisungen für Einfach-Stichproben mit der Attributprüfung in ISO 2589-1 zu verbessern.

ISO 3951, *Sampling procedures for inspection by variables* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL*
- *Part 2: General specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics*
- *Part 3: Double sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*
- *Part 4: Procedures for assessment of declared quality levels*
- *Part 5: Sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for inspection by variables (known standard deviation)*

Einleitung

Dieser Teil von ISO 3951 legt ein Annahmestichprobensystem für Einfach-Stichprobenanweisungen für die Prüfung anhand kontinuierlicher Merkmale (Variablenprüfung) fest. Es ist anhand der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (en: acceptance quality limit, AQL) geordnet und ist für Anwender vorgesehen, die einfache Anforderungen haben (eine umfassendere und technische Abhandlung befindet sich in ISO 3951-2). Dieser Teil von ISO 3951 ergänzt ISO 2859-1.

Die Ziele und Verfahren in diesem Teil von ISO 3951 stellen sicher, dass Lose mit annehmbarer Qualitätsgrenzlage eine hohe Annahmewahrscheinlichkeit haben und dass die Wahrscheinlichkeit, Lose mit niedriger Qualitätsgrenzlage nicht anzunehmen, so hoch wie praktikabel ist. Dieses wird mit Hilfe von Regeln für den Verfahrenswechsel erreicht, die Folgendes vorsehen:

- a) ein automatischer Schutz des Abnehmers (durch den Wechsel zu verschärfter Prüfung oder durch den Abbruch der Stichprobenprüfung) für den Fall, dass eine Verschlechterung der Qualitätsgrenzlage entdeckt wird;
- b) ein Anreiz (nach Ermessen der zuständigen Stelle), die Prüfkosten zu reduzieren (durch den Wechsel zu kleineren Stichprobenumfängen), sollte dauerhaft zu einer guten Qualitätsgrenzlage führen.

In diesem Teil von ISO 3951 wird die Annehmbarkeit eines Loses anhand eines Schätzwertes des Anteils nichtkonformer Einheiten im Prozess auf Basis einer Zufallsstichprobe aus dem Los ermittelt.

Dieser Teil von ISO 3951 ist für die Anwendung auf eine kontinuierliche Serie von Losen diskreter Einheiten vorgesehen, die alle von einem einzigen Lieferanten aus demselben Fertigungsprozess geliefert werden. Wenn es mehrere Hersteller oder Herstellungsprozesse gibt, muss dieser Teil von ISO 3951 auf jeden separat angewendet werden.

Dieser Teil von ISO 3951 ist für die Anwendung auf ein einzelnes kontinuierliches Qualitätsmerkmal vorgesehen. Für zwei oder mehrere solcher Qualitätsmerkmale siehe ISO 3951- 2.

Im Hauptteil dieses Teils von ISO 3951 wird vorausgesetzt, dass Messabweichungen vernachlässigbar sind (siehe ISO 10579-1:2003). Informationen in Bezug auf Messabweichungen sind Anhang O, der aus Literaturhinweis [20] entstanden ist, zu entnehmen.

Für doppelte Grenzwerte behandelt dieser Teil von ISO 3951 die kombinierte Prüfung. Für andere Prüfverfahren ist ISO 3951-2 zu verwenden.

ACHTUNG — Die in diesem Teil von ISO 3951 beschriebenen Verfahren eignen sich nicht für die Anwendung auf Prüfloze, die zuvor auf nichtkonforme Einheiten geprüft wurden.

Die Variablenprüfung zur Bestimmung des Anteils nichtkonformer Einheiten in Prozent, wie sie in diesem Teil von ISO 3951 beschrieben wird, kann auf mehrere verschiedene Weisen durchgeführt werden, deren Kombination zu einer Darstellung führt, die dem Nutzer recht komplex erscheinen mag:

- Standardabweichung unbekannt oder zunächst unbekannt, dann mit guter Genauigkeit geschätzt, oder seit Beginn der Prüfung bekannt;
- Grenzwert einfach oder kombinierte Überwachung von zweifachen Grenzwerten;
- Prüfung normal, verschärft oder reduziert.

Tabelle 1 soll die Anwendung dieses Teils von ISO 3951 erleichtern, indem sie dem Nutzer für jedwede Situation, mit der er möglicherweise konfrontiert wird, die zutreffenden Abschnitte und Tabellen aufzeigt. Tabelle 1 befasst sich ausschließlich mit den Abschnitten 15, 16, 20, 21 und 22; in jedem Fall ist die vorherige Lektüre der verbleibenden Abschnitte notwendig.

Tabelle 1 — Zusammenfassende Tabelle

Prüfung	Einfacher Grenzwert						Zweifache Grenzwerte mit kombinierter Überwachung					
	s-Verfahren			σ -Verfahren			s-Verfahren			σ -Verfahren		
	Ab-schnitte oder Unter-ab-schnitte	Tabel-len/An-hänge	Dia-gram-me	Ab-schnitte oder Unter-ab-schnitte	Tabel-len/An-hänge	Dia-gram-me	Ab-schnitte oder Unter-ab-schnitte	Tabel-len/An-hänge	Dia-gram-me	Ab-schnitte oder Unter-ab-schnitte	Tabel-len/An-hänge	Dia-gram-me
Normale Prüfung	16.1, 16.2, 16.3, 21.1	A.1, B.1, B bis R	B bis R	17.1, 17.2, 21.1	A.1, C.1, B bis R ^a	B bis R ^a	16.1, 16.4, 21.1	A.1, D.1, F.1 (für $n = 3$), G.1 (für $n = 3$ oder 4), B bis R ^a	s-D bis s-R, B bis R ^a	17.1, 17.3 und 21.1	A.1, C.1, E.1, B bis R ^a	B bis R ^a
Wechsel zwischen normaler und verschärfter Prüfung	21.2, 21.3	B.1, B.2	B bis R	21.2, 21.3	C.1, C.2	B bis R ^a	21.2, 21.3	D.1, D.2	s-D bis s-R, B bis R ^a	21.2, 21.3	C.1, C.2, E.1	B bis R ^a
Wechsel zwischen normaler und reduzierter Prüfung	21.4, 21.5	B.1, B.3	B bis R	21.4, 21.5	C.1, C.3, I	B bis R ^a	21.4, 21.5	D.1, D.3, G.1 (für $n = 3$ oder 4)	s-D bis s-R, B bis R ^a	21.4, 21.5	C.1, C.3, E.1	B bis R ^a
Wechsel zwischen verschärfter und unterbrochener Prüfung	22	B.2	B bis R	22	C.2	B bis R ^a	22	D.2	s-D bis s-R, B bis R ^a	22	E.1	B bis R ^a
Wechsel zwischen s- und σ -Verfahren	23	Anhang I		23	Anhang I		23	Anhang I		23	Anhang E, Anhang I	
^a Siehe aber 8.4.												

Es gibt 15 Anhänge. Anhänge A bis I enthalten die Tabellen, die für die Verfahren notwendig sind. Anhang J beschreibt, wie die Stichproben-Standardabweichung s und die als bekannt vorausgesetzte Prozess-Standardabweichung σ ermittelt werden sollte. Anhang K enthält die Theorie der Statistik für die Berechnung der Qualitätslagen beim Abnehmerrisiko, zusammen mit den Tabellen, die diese Qualitätslagen für normale, verschärfte und reduzierte Prüfung sowohl für das s - als auch für das σ -Verfahren enthalten. Anhang L liefert entsprechende Aussagen für die Lieferantenrisiken. Anhang M enthält die allgemeine Formel für die Operationscharakteristiken beim σ -Verfahren. Anhang N liefert die Theorie der Statistik für das Schätzen des Anteils nichtkonformer Einheiten im Prozess beim s -Verfahren für die Stichprobenumfänge 3 und 4, die aus technischen Gründen in diesem Teil von ISO 3951 anders behandelt werden als die Verfahren bei den anderen Stichprobenumfängen. Anhang O stellt Verfahren zur Anpassung der Messunsicherheit bereit.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 3951 ist in erster Linie für die Verwendung unter folgenden Bedingungen entwickelt worden:

- a) das Prüfverfahren wird auf eine fortlaufende Serie von Prüflösen angewendet, die aus diskreten Produkten bestehen, die alle von einem einzigen Hersteller geliefert werden, der einen einzigen Produktionsprozess verwendet;
- b) es wird nur ein einzelnes Qualitätsmerkmal x dieser Produkte berücksichtigt, und bei diesem muss es sich um eine stetige Messgröße handeln;
- c) die Produktion ist stabil (statistisch beherrscht) und das Qualitätsmerkmal x ist normalverteilt oder näherungsweise normalverteilt;
- d) ein Vertrag oder eine Norm legt einen Mindestwert L , einen Höchstwert U , oder beides fest; eine Einheit gilt dann und nur dann als konform, wenn das für sie gemessene Qualitätsmerkmal x die jeweils zutreffende der folgenden Ungleichungen erfüllt:
 - 1) $x \geq L$ (das heißt der Mindestwert wird nicht unterschritten);
 - 2) $x \leq U$ (das heißt der Höchstwert wird nicht überschritten);
 - 3) $x \geq L$ und $x \leq U$ (das heißt beide Grenzwerte werden eingehalten).

Die Ungleichungen 1) und 2) werden Fälle mit einem einfachen Grenzwert genannt, 3) wird Fall mit zweifachem Grenzwert genannt.

Für die Anwendung dieses Teils von ISO 3951 wird davon ausgegangen, dass im Fall zweifacher Grenzwerte die Einhaltung beider Grenzwerte von gleicher Wichtigkeit hinsichtlich der Integrität des Produkts ist. In solchen Fällen ist es sinnvoll, auf den Gesamtprozentanteil des Produkts, der außerhalb der beiden Grenzwerte liegt, einen einzigen AQL-Wert anzuwenden. Dies wird als kombinierte Überwachung bezeichnet.

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).

ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 2859-2, *Sampling procedures for inspection by attributes — Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection*

ISO 3534-1, *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: General statistical terms and terms used in probability*

ISO 3534-2, *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 2: Applied statistics*

ISO 3951-2, *Sampling procedures for inspection by variables — Part 2: General specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 2859-1, ISO 3534-1 und ISO 3534-2 und die folgenden Begriffe.

3.1

Variablenprüfung

Prüfung durch Messung der Größe eines Merkmals einer Einheit

[QUELLE: ISO 3534-2]

3.2

Stichprobenprüfung

Prüfung ausgewählter Einheiten in der untersuchten Gruppe

[QUELLE: ISO 3534-2]

3.3

Annahmestichprobenprüfung

Annahmeprüfung

Stichprobenprüfung (3.2) zum Zweck der Feststellung, ob ein Prüflös oder eine andere Menge eines Produkts, eines Materials oder einer Dienstleistung angenommen werden soll

[QUELLE: ISO 3534-2]

3.4

Annahmestichprobenprüfung anhand quantitativer Merkmale

Annahmestichprobenprüfung mittels Variablenprüfung

Annahmestichprobenprüfung (3.3), bei welcher die Annehmbarkeit des Prozesses statistisch aus Messergebnissen an festgelegten Qualitätsmerkmalen einer jeden Einheit in der Stichprobe aus einem Prüflös bestimmt wird

3.5

mittlere Qualitätslage des Prozesses

relative Häufigkeit, mit der ein Prozess nichtkonforme Einheiten hervorbringt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die mittlere Qualitätslage wird als Anteil ausgedrückt.

3.6

annehmbare Qualitätsgrenzlage

AQL

schlechteste hinnehmbare *mittlere Qualitätslage des Prozesses* (3.5) für eine fortlaufende Serie von Prüflösen, die für eine *Annahmestichprobenprüfung* (3.3) vorgestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Abschnitt 5.

3.7

Qualitätslage

Qualität, ausgedrückt als der Anteil auftretender nichtkonformer Einheiten

3.8

rückzuweisende Qualitätsgrenzlage

LQ

für den Fall der Betrachtung eines einzelnen Prüflöses eine *Qualitätslage* (3.7), die für den Zweck der *Annahmestichprobenprüfung* (3.3) auf eine kleine Annahmewahrscheinlichkeit begrenzt ist

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 14.1.

Anmerkung 2 zum Begriff: In diesem Teil von ISO 3951: 10 %.

3.9**Nichtkonformität**

Nichterfüllung einer Anforderung

3.10**nichtkonforme Einheit**

Einheit mit einer oder mehreren Nichtkonformitäten

[QUELLE: ISO 3534-2]

3.11**Annahmestichprobenanweisung nach dem *s*-Verfahren**

Stichprobenanweisung für die *Annahmestichprobenprüfung* (3.3) anhand quantitativer Merkmale unter Verwendung der Stichprobenstandardabweichung

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Abschnitt 16.

3.12**Annahmestichprobenanweisung nach dem σ -Verfahren**

Stichprobenanweisung für die *Annahmestichprobenprüfung* (3.3) anhand quantitativer Merkmale unter Verwendung des angenommenen Werts der Prozess-Standardabweichung

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Abschnitt 17.

3.13**Grenzwert**

für ein Merkmal festgelegte Konformitätsgrenze

[QUELLE: ISO 3534-2]

3.14**Mindestwert**

L

Grenzwert (3.13), der die untere Konformitätsgrenze definiert

[QUELLE: ISO 3534-2]

3.15**Höchstwert**

U

Grenzwert (3.13), der die obere Konformitätsgrenze definiert

[QUELLE: ISO 3534-2]

3.16**kombinierte Überwachung**

Anforderung, wenn für ein Qualitätsmerkmal sowohl der Höchst- als auch der Mindestwert festgelegt sind und ein *AQL*-Wert (3.6) angegeben wird, der den Gesamtanteil nichtkonformer Einheiten in Prozent angibt, die außerhalb der beiden Grenzwerte liegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 5.3.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Verwendung kombinierter Überwachung setzt voraus, dass eine Nichtkonformität außerhalb beider *Grenzwerte* (3.13) von gleicher oder zumindest ungefähr gleicher Wichtigkeit für eine mangelhafte Produktintegrität ist.

3.17

Annahmefaktor

k

Konstante, die von dem vorgegebenen Wert der *annehmbaren Qualitätsgrenzlage* (3.6) und dem Stichprobenumfang abhängt und die in einer Stichprobenanweisung für die *Annahmestichprobenprüfung* (3.3) anhand quantitativer Merkmale in den Kriterien für die Annahme des Prüfloses verwendet wird

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 16.2 und 17.2.

3.18

Qualitätszahl

Q

Funktion des *Grenzwerts* (3.13), des Stichprobenmittelwerts und der Stichproben- oder Prozess-Standardabweichung, die zur Beurteilung der Annehmbarkeit eines Prüfloses verwendet wird

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Fall eines einfachen *Grenzwerts* (3.13) darf das Prüflos aufgrund eines Vergleichs von Q mit dem *Annahmefaktor* (3.17) k beurteilt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe 16.2 und 17.2.

3.19

untere Qualitätszahl

Q_L

Funktion des *Mindestwerts* (3.14), des Stichprobenmittelwerts und der Stichproben- oder Prozess-Standardabweichung

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Fall eines einfachen *Mindestwerts* (3.14) wird das Prüflos aufgrund eines Vergleichs von Q_L mit dem *Annahmefaktor* (3.17) k beurteilt.

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Abschnitte 4, 16.2 und 17.2.

3.20

obere Qualitätszahl

Q_U

Funktion des *Höchstwerts* (3.15), des Stichprobenmittelwerts und der Stichproben- oder Prozess-Standardabweichung

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Fall eines einfachen *Höchstwerts* (3.15) wird das Prüflos aufgrund eines Vergleichs von Q_U mit dem *Annahmefaktor* (3.17) k beurteilt.

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Abschnitte 4, 16.2 und 17.2.

3.21

Höchstwert für die Stichprobenstandardabweichung

MSSD

$s_{\max}$

größter Wert der Stichprobenstandardabweichung bei gegebenem Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang, gegebener Prüfschärfe und gegebener *annehmbarer Qualitätsgrenzlage* (3.6), für welchen die Erfüllung der Annahmekriterien für die kombinierte Überwachung zweifacher *Grenzwerte* (3.13) möglich ist, wenn die Prozessstreuung unbekannt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 16.4.

3.22**Höchstwert für die Prozess-Standardabweichung
MPSD**

$\sigma_{\max}$
größter Wert der Prozess-Standardabweichung bei gegebenem Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang, gegebener Prüfschärfe und gegebener *annehmbarer Qualitätsgrenzlage* (3.6), für welchen die Erfüllung des Annahmekriteriums für die zweifachen *Grenzwerte* mit einer kombinierten *AQL*-Anforderung (3.6) bei verschärfter Prüfung möglich ist, wenn die Prozessstreuung bekannt ist

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 17.3.

3.23**Regel für einen Verfahrenswechsel**

innerhalb eines Stichprobenplans für eine *Annahmestichprobenprüfung* (3.3) die Anweisung zum Wechsel von einer *Annahmestichprobenprüfung* (3.3) zu einer anderen mit größerer oder geringerer Schärfe aufgrund der nachgewiesenen Qualitätshistorie

[QUELLE: ISO 3534-2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Normale, verschärfte oder reduzierte Prüfung oder die Unterbrechung der Prüfung sind Beispiele für die „Prüfschärfe“.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Abschnitt 21.

3.24**Messung**

Menge von Arbeitsschritten zur Bestimmung des Werts einer Größe

[QUELLE: ISO 3534-2]

4 Formelzeichen

Die folgenden Formelzeichen werden verwendet:

c_U	Faktor zur Bestimmung der oberen Eingriffsgrenze für die Stichprobenstandardabweichung (siehe Anhang H)
f_s	Faktor, der den Höchstwert für die Stichprobenstandardabweichung zur Differenz zwischen U und L ins Verhältnis setzt (siehe Anhang D)
f_σ	Faktor, der den Höchstwert für die Prozess-Standardabweichung bei verschärfter Prüfung zur Differenz zwischen U und L ins Verhältnis setzt (siehe Anhang E)
k	Typ- k -Annahmefaktor zur Verwendung bei einem einfachen Qualitätsmerkmal und einem einfachen Grenzwert (siehe Anhang B zum s -Verfahren oder Anhang C zum σ -Verfahren)
L	Mindestwert (als Index zu einer Variablen bezeichnet er deren Wert bei L)
m	Prozessmittelwert
N	Umfang des Prüfloses (Anzahl der Einheiten in einem Prüflös)
n	Stichprobenumfang (Anzahl der Einheiten in einer Stichprobe)

- $\hat{p}$ Schätzwert für den Prozentanteil nichtkonformer Einheiten im Prozess
- $\hat{p}_L$ Schätzwert für den Prozentanteil nichtkonformer Einheiten im Prozess unterhalb des Mindestwerts
- $\hat{p}_U$ Schätzwert für den Prozentanteil nichtkonformer Einheiten im Prozess oberhalb des Höchstwerts
- p^* größter annehmbarer Wert für den Schätzwert des Prozentanteils nichtkonformer Einheiten im Prozess
- P_a Annahmewahrscheinlichkeit
- Q Qualitätszahl
- Q_L untere Qualitätszahl
- ANMERKUNG Q_L ist definiert als $(\bar{x} - L)/s$, wenn die Prozess-Standardabweichung unbekannt ist, und als $(\bar{x} - L)/\sigma$, wenn diese als bekannt vorausgesetzt wird.
- Q_U obere Qualitätszahl
- ANMERKUNG Q_U ist definiert als $(U - \bar{x})/s$, wenn die Prozess-Standardabweichung unbekannt ist, und als $(U - \bar{x})/\sigma$, wenn diese als bekannt vorausgesetzt wird.
- s Stichprobenstandardabweichung der Messwerte des Qualitätsmerkmals (auch ein Schätzwert für die Prozess-Standardabweichung), das heißt

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

(Siehe Anhang J.)

- $s_{\max}$ größte Stichprobenstandardabweichung (MSSD)
- σ Standardabweichung eines stabilen Prozesses
- ANMERKUNG σ^2 , das Quadrat der Prozess-Standardabweichung, wird auch Prozessvarianz genannt.
- $\sigma_{\max}$ größte Prozess-Standardabweichung (MPSD)
- U Höchstwert (als Index zu einer Variablen bezeichnet er deren Wert bei U)
- x_j Messwert des Qualitätsmerkmals für die j -te Einheit der Stichprobe
- $\bar{x}$ der arithmetische Mittelwert der Messwerte des Qualitätsmerkmals in der Stichprobe, das heißt

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

5 Annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL)

5.1 Grundkonzept

Der AQL-Wert kennzeichnet diejenige Qualitätsgrenzlage, die die schlechteste hinnehmbare mittlere Qualitätsgrenzlage des Prozesses darstellt, wenn eine fortlaufende Serie von Prüflösen für eine Annahmestichprobenprüfung vorgestellt wird. Obwohl einzelne Prüflöse mit einer Qualitätsgrenzlage, die so schlecht ist wie die AQL, mit einer ziemlich hohen Wahrscheinlichkeit angenommen werden können, erlaubt die Festlegung einer AQL nicht die Vermutung, dass diese eine wünschenswerte Qualitätsgrenzlage sei. Die Stichprobenpläne nach diesem Teil von ISO 3951, mit ihren Regeln für einen Verfahrenswechsel und für Unterbrechung der Stichprobenprüfung, sollen die Lieferanten ermutigen, für eine mittlere Qualitätsgrenzlage ihres Prozesses zu sorgen, die reproduzierbar den AQL-Wert übertrifft. Andernfalls besteht ein hohes Risiko, dass die Prüfschärfe zur verschärften Prüfung wechseln wird, unter der die Kriterien für die Annahme eines Prüflöses strenger werden. Sofern keine Maßnahmen zur Verbesserung des Prozesses getroffen werden, ist es sehr wahrscheinlich, dass nach einem Wechsel zu verschärfter Prüfung auch die Regel, die eine Unterbrechung der Stichprobenprüfung verlangt, zum Tragen kommt, solange keine solche Verbesserung vorliegt.

5.2 Anwendung

Der AQL-Wert wird zusammen mit dem Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang zur Bezeichnung der Stichprobenanweisungen in diesem Teil von ISO 3951 verwendet.

5.3 Festlegung von AQL-Werten

Der zu verwendende AQL-Wert wird in der Produktspezifikation oder im Vertrag oder durch die zuständige Stelle vorgegeben. Wird sowohl ein Höchstwert als auch ein Mindestwert angegeben, so befasst sich dieser Teil von ISO 3951 ausschließlich mit dem Fall eines Gesamt-AQL-Werts, der für den Gesamtanteil nichtkonformer Einheiten in Prozent außerhalb der beiden Grenzwerte gilt; dieses Vorgehen wird als „kombinierte Überwachung“ bezeichnet. (Hinsichtlich der „getrennten“ oder „komplexen“ Überwachung zweifacher Grenzwerte wird auf ISO 3951-2 hingewiesen.)

5.4 AQL-Vorzugswerte

Die 16 in diesem Teil von ISO 3951 vorgegebenen AQL-Werte im Bereich von 0,01 % bis 10 % nichtkonforme Einheiten werden als AQL-Vorzugswerte bezeichnet. Sie werden ausschließlich in der Hinsicht bevorzugt, dass sie die AQL-Werte darstellen, die in den tabellarischen Anordnungen und Schaubildern verwendet werden. Daraus folgt, dass, falls für ein Produkt oder eine Dienstleistung ein AQL-Wert ausgelobt wird, der nicht einem der AQL-Vorzugswerte entspricht, dieser in diesem Teil von ISO 3951 nicht anwendbar ist (siehe 14.2).

5.5 Warnhinweis

Aus der Definition des AQL-Werts in 5.1 folgt, dass nur dann der gewünschte Schutz sichergestellt werden kann, wenn eine fortlaufende Serie von Prüflösen zur Prüfung vorgestellt wird.

5.6 Einschränkung

Die Angabe eines AQL-Werts darf nicht in dem Sinne verstanden werden, dass der Lieferant ein Recht hätte, wissentlich ein nichtkonformes Produkt zu liefern.

6 Regeln für einen Verfahrenswechsel zwischen normaler, verschärfter und reduzierter Prüfung

Regeln für einen Verfahrenswechsel halten den Hersteller davon ab, seinen Prozess bei einer Qualitätslage zu fahren, die schlechter ist als der AQL-Wert. Dieser Teil von ISO 3951 schreibt den Wechsel zur verschärften Prüfung vor, wenn die Prüfergebnisse anzeigen, dass der AQL-Wert überschritten wird. Darüber hinaus schreibt dieser Teil von ISO 3951 eine vollständige Unterbrechung der Stichprobenprüfung vor, wenn die verschärfte Prüfung den Hersteller nicht dazu veranlasst, seinen Produktionsprozess kurzfristig zu verbessern.

Die Regeln für verschärfte Prüfung und Unterbrechung sind integrale, daher auch verpflichtend anzuwendende Verfahren dieses Teils von ISO 3951, wenn der durch den AQL-Wert implizierte Schutz aufrechterhalten werden soll.

Dieser Teil von ISO 3951 sieht auch die Möglichkeit des Wechsels zur reduzierten Prüfung vor, wenn die Prüfungsergebnisse anzeigen, dass die Qualitätslage stabil ist und verlässlich auf einem Niveau liegt, dass besser ist als der AQL-Wert. Diese Praxis ist jedoch fakultativ. (Ihre Anwendung liegt im Ermessen der zuständigen Stelle.)

Sofern die Qualitätsregelkarten (siehe 20.1) einen hinreichenden Nachweis liefern, dass die Streuung stabil ist, sollte der Wechsel zum σ -Verfahren erwogen werden. Falls dies vorteilhaft erscheint, ist der konsistente Wert von s (die Stichprobenstandardabweichung) als σ zu verwenden (siehe Abschnitt 23).

Hat es sich als notwendig erwiesen, die Stichprobenprüfung zu unterbrechen, so darf die Prüfung nach diesem Teil von ISO 3951 nicht wieder aufgenommen werden, bevor der Hersteller Maßnahmen ergriffen hat, um die Qualitätslage des vorgestellten Produkts zu verbessern.

Einzelheiten bezüglich der Anwendung der Regeln für einen Verfahrenswechsel werden in den Abschnitten 21, 22 und 23 gegeben.

7 Beziehung zu ISO 2859-1

7.1 Ähnlichkeiten

Die Ähnlichkeiten sind wie folgt:

- a) Dieser Teil von ISO 3951 ergänzt ISO 2859-1; beiden Schriftstücken ist dieselbe Philosophie zu eigen, und Verfahren und Wortwahl sind im Rahmen des Möglichen identisch.
- b) Beide Normen verwenden den AQL-Wert zur Ordnung der Stichprobenanweisungen und die Vorzugswerte nach diesem Teil von ISO 3951 sind identisch mit den in ISO 2859-1 angegebenen Anteilen nichtkonformer Einheiten in Prozent (das heißt von 0,01 % bis 10 %).
- c) In beiden Internationalen Normen wird durch den Stichprobenumfang und das Prüfniveau (Prüfniveau II, sofern nicht anderweitig geregelt) ein Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang bestimmt. Allgemeine Tabellen geben den zu entnehmenden Stichprobenumfang und das Annahmekriterium an; geordnet werden diese nach dem Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang und den AQL-Wert. Es werden für das s - und das σ -Verfahren sowie für normale, verschärfte und reduzierte Prüfung separate Tabellen angegeben.
- d) Die Regeln für einen Verfahrenswechsel sind im Wesentlichen gleichwertig.

7.2 Unterschiede

- a) **Ermittlung der Annehmbarkeit:** Bei einer Stichprobenanweisung für Attributprüfung auf den Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent nach ISO 2859-1 wird die Annehmbarkeit durch die Anzahl der in der Stichprobe vorgefundenen nichtkonformen Einheiten bestimmt. Bei einer Stichprobenanweisung für Variablenprüfung beruht die Annehmbarkeit auf dem Abstand des Schätzwerts für den Prozessmittelwert vom Grenzwert beziehungsweise von den Grenzwerten, angegeben als geschätzter oder angenommener Wert der Prozess-Standardabweichung. In diesem Teil von ISO 3951 werden zwei Verfahren betrachtet: das s -Verfahren, wenn die Prozess-Standardabweichung s unbekannt ist, und das σ -Verfahren, wenn s als bekannt vorausgesetzt wird. Im Fall eines einfachen Grenzwerts kann die Annehmbarkeit nach einer Gleichung berechnet werden (siehe 16.2 und 17.2), aber für das s -Verfahren wird sie auch auf einfache Weise nach einem graphischen Verfahren ermittelt (siehe 16.3). Für den Fall kombinierter Überwachung zweifacher Grenzwerte nach dem s -Verfahren sieht dieser Teil von ISO 3951 ausschließlich ein graphisches Verfahren zur Bestimmung der Annehmbarkeit vor (siehe 16.4). Für den Fall kombinierter Überwachung zweifacher Grenzwerte nach dem σ -Verfahren wird ein numerisches Verfahren angegeben.
- b) **Normalverteilung:** In ISO 2859-1 wird keine Anforderung an die Verteilung der Merkmale gestellt. In diesem Teil von ISO 3951 ist es für eine wirksame Anwendung der Stichprobenanweisungen jedoch erforderlich, dass die Messungen normalverteilt oder in guter Näherung normalverteilt vorliegen.
- c) **Operationscharakteristiken (OC):** Die Operationscharakteristiken der Stichprobenanweisungen für Variablenprüfung nach diesem Teil von ISO 3951 sind nicht identisch mit denjenigen der entsprechenden Stichprobenanweisungen für Attributprüfung nach ISO 2859-1. Die Kurven der unbekannten Prozess-Standardabweichung wurden durch eine Verkleinerung des Bereichs zwischen den Kurven, der das Quadrat der OC-Werte darstellt, einander angeglichen – ein Verfahren, das eher den oberen Teil der Operationscharakteristiken aufeinander abstimmt. In den meisten Fällen liegt der sich ergebende Abgleich der Operationscharakteristiken so dicht beieinander, dass die Operationscharakteristiken von Variablenprüfung und Attributprüfung für die meisten praktischen Zwecke als identisch betrachtet werden können. Die Stichprobenanweisungen bei bekannten Prozess-Standardabweichungen wurden durch die Verkleinerung des Bereichs zwischen den quadrierten OC-Funktionen abgeleitet, vorbehaltlich der Beibehaltung desselben Typ- p^* -Annahmefaktors, wie im entsprechenden Fall der nicht bekannten Prozess-Standardabweichung, d.h. nur der Stichprobenumfang war wahlfrei, so dass der Abgleich im Allgemeinen weniger vollkommen war.
- d) **Lieferantenrisiko:** Liegt die Qualitätslage des Prozesses exakt beim AQL-Wert, nimmt das Risiko des Lieferanten, dass ein Prüfling nicht angenommen wird, tendenziell ab, wenn der Stichprobenumfang um je einen Schritt vergrößert wird und gleichzeitig der AQL-Wert um je einen Schritt verringert wird, das heißt entlang von Diagonalen der Leittabellen, die von oben rechts nach unten links verlaufen. Der Verlauf der Wahrscheinlichkeiten ist ähnlich, jedoch nicht derselbe, wie in ISO 2859-1 angegeben.
ANMERKUNG Die Lieferantenrisiken der Stichprobenanweisungen werden im Anhang L angegeben.
- e) **Stichprobenumfänge:** Die Stichprobenumfänge bei Variablenprüfungen sind bei gegebenen Kombinationen aus Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang und AQLs üblicherweise kleiner als diejenigen der entsprechenden Attributprüfungen. Dies gilt insbesondere für das σ -Verfahren. Des Weiteren schwanken aufgrund des Verfahrens, nach dem die Stichprobenanweisungen für die Variablenprüfung erstellt wurden, deren Probenumfänge innerhalb der AQL bei einem gegebenen Kennbuchstaben für einen Stichprobenumfang.
- f) **Doppel-Stichprobenanweisungen:** Doppel-Stichprobenanweisungen anhand quantitativer Merkmale werden separat in ISO 3951-3 angegeben.
- g) **Mehrfach-Stichprobenanweisungen:** In diesem Teil von ISO 3951 werden keine Mehrfach-Stichprobenanweisungen anhand quantitativer Merkmale angegeben.
- h) **Maximaler Durchschlupf (AOQL):** Das Konzept des maximalen Durchschlupfs ist hauptsächlich dann von Wert, wenn für nicht angenommene Prüflinge eine 100%-Prüfung und Korrektur möglich ist. Daraus folgt, dass das Konzept des maximalen Durchschlupfs bei zerstörender oder aufwändiger Prüfung nicht anwendbar ist. Da Stichprobenanweisungen zur Variablenprüfung im Allgemeinen unter ebendiesen Gegebenheiten angewendet werden, wurden keine Tabellen mit Werten für den maximalen Durchschlupf in diesen Teil von ISO 3951 aufgenommen.

8 Abnehmerschutz

8.1 Anwendung einzelner Stichprobenanweisungen

Dieser Teil von ISO 3951 ist vorgesehen zur Anwendung als ein System zum Einsatz verschärfter, normaler und reduzierter Prüfung auf eine fortlaufende Serie von Losen mit dem Ziel, dem Abnehmer einen Schutz zu bieten und zugleich für den Hersteller eine sehr hohe Annahmewahrscheinlichkeit sicherzustellen, sofern die Qualitätslage besser als der AQL-Wert ist.

Es ist möglich, dass manche Anwender bestimmte einzelne Stichprobenanweisungen aus diesem Teil von ISO 3951 auswählen und diese ohne die Regeln für einen Verfahrenswechsel anwenden. So könnte beispielsweise ein Auftraggeber die Stichprobenanweisungen nur für Zwecke der Verifizierung einsetzen. Das ist nicht die vorgesehene Anwendung des in diesem Teil von ISO 3951 angegebenen Systems, und dessen Anwendung in dieser Weise sollte nicht als „Prüfung in Übereinstimmung mit ISO 3951-1“ bezeichnet werden. Auf solche Weise angewendet, repräsentiert ISO 3951-1 lediglich eine Zusammenstellung einzelner, durch AQL-Werte geordnete Stichprobenanweisungen. Die Operationscharakteristiken und andere Messgrößen einer so ausgewählten Stichprobenanweisung müssen anhand der zur Verfügung gestellten Tabellen einzeln beurteilt werden.

8.2 Tabellen für die Qualitätslage beim Abnehmerrisiko (CRQ)

Wenn die Serie von Losen nicht lang genug ist, die Anwendung der Regeln für einen Verfahrenswechsel zu erlauben, kann es wünschenswert sein, die Auswahl von Stichprobenanweisungen einzuschränken auf solche mit einem festgelegten AQL-Wert verknüpfte Stichprobenanweisungen, die eine Qualitätslage beim Abnehmerrisiko (CRQ) angeben, welche nicht schlechter ist als der festgelegte Schutz vor einer rückzuweisenden Qualitätsgrenzlage. Hierfür geeignete Stichprobenanweisungen können ausgewählt werden durch Feststellen einer Qualitätslage beim Abnehmerrisiko und Feststellen eines Abnehmerrisikos, das damit zu verknüpfen ist. Anhang K gibt Werte der Qualitätslage beim Abnehmerrisiko für ein Abnehmerrisiko von 10 % sowohl für das s - als auch für das σ -Verfahren an.

Die Anwendung dieses Teils von ISO 3951 auf einzelne Lose wird jedoch nicht empfohlen, weil sich die Theorie der Stichprobenprüfung anhand quantitativer Merkmale (Variablenprüfung) auf einen Prozess bezieht. Für einzelne Lose ist es angemessen und auch effizienter, die Stichprobenanweisungen anhand von Alternativmerkmalen (Attributprüfung) zu verwenden, wie zum Beispiel nach ISO 2859-2 (siehe auch Literaturhinweis [5]).

8.3 Tabellen zum Lieferantenrisiko

Anhang L gibt sowohl für das s -Verfahren als auch für das σ -Verfahren die Rückweisewahrscheinlichkeit für Lose an, die hergestellt werden, wenn die mittlere Qualitätslage des Prozesses dem AQL-Wert entspricht. Diese Wahrscheinlichkeit wird als Lieferantenrisiko bezeichnet.

8.4 Operationscharakteristiken (OC)

Die Tabellen für die Qualitätslage beim Abnehmerrisiko und beim Lieferantenrisiko liefern Informationen zu nur zwei Punkten der Operationscharakteristiken. Jedoch lässt sich der Grad des Abnehmerschutzes für eine einzelne Stichprobenanweisung bei beliebiger Qualitätslage des Prozesses nach deren Operationscharakteristik beurteilen. Operationscharakteristiken für Stichprobenanweisungen bei einer normalen Prüfung nach dem s -Verfahren nach diesem Teil von ISO 3951 werden in den Diagrammen B bis R angegeben, die bei der Auswahl einer Stichprobenanweisung berücksichtigt werden sollten. Darüber hinaus werden Tabellen mit Qualitätslagen des Prozesses bei neun üblichen Annahmewahrscheinlichkeiten für alle Stichprobenanweisungen nach dem s -Verfahren nach diesem Teil von ISO 3951 angegeben.

Diese Operationscharakteristiken und Tabellen gelten für einen einfachen Grenzwert bei Anwendung des s -Verfahrens. Die meisten bieten darüber hinaus eine gute Näherung für das σ -Verfahren und für den Fall kombinierter Überwachung von zweifachen Grenzwerten, insbesondere bei größeren Stichprobenumfängen. Werden genauere Werte der Operationscharakteristiken für das σ -Verfahren benötigt, so wird auf Anhang M verwiesen.

9 Berücksichtigung der Messunsicherheit

Die Leittabellen dieses Teils von ISO 3951 gehen von der Annahme aus, dass das Qualitätsmerkmal X der Einheiten in den Losen bei einem unbekannten Prozessmittelwert μ und einer bekannten oder unbekannten Prozess-Standardabweichung σ normalverteilt ist. Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass X ohne Messfehler gemessen werden kann, d. h. die Messung einer Einheit mit dem wahren Wert x_i ergibt den Wert x_i . Die Leittabellen können jedoch, mit den entsprechenden Anpassungen, auch bei einem vorhandenen Messfehler verwendet werden.

Wenn die Standardabweichung der Messung nicht größer als 10 % der Prozess-Standardabweichung ist, kann sie ignoriert werden. Wenn die Standardabweichung der Messung mehr als 10 % beträgt, muss der Stichprobenumfang erhöht werden, wobei der Annahmefaktor unverändert bleibt. Falls weder die Standardabweichung der Messung noch die Prozess-Standardabweichung bekannt sind, ist an jeder Einheit der Stichprobe mehr als eine Messung durchzuführen und die Gesamtstreuung der Messungen muss entsprechend den Messungen und dem Prozess auf die Bauteile aufgeteilt werden.

Einzelheiten sind in Anhang O bereitgestellt.

10 Planung

Die Auswahl der am besten geeigneten Stichprobenanweisung für die Variablenprüfung, sofern eine solche existiert, verlangt Erfahrung, Urteilsvermögen und einige Kenntnisse sowohl der Statistik als auch Wissen über das zu prüfende Produkt. Die Abschnitte 11 bis 13 dieses Teils von ISO 3951 sollen den für die Festlegung von Stichprobenanweisungen verantwortlichen Personen Hilfestellung bei dieser Auswahl geben. Dort wird aufgeführt, welche Gesichtspunkte berücksichtigt werden sollten, wenn darüber entschieden wird, ob eine Stichprobenanweisung für Variablenprüfung sinnvoll wäre, und welche Entscheidungen bei der Auswahl einer geeigneten genormten Stichprobenanweisung zu fällen sind.

11 Entscheidung zwischen Variablenprüfung und Attributprüfung

Als erste Frage ist abzuwägen, ob eine Variablenprüfung an Stelle einer Attributprüfung wünschenswert ist. Die folgenden Punkte sollten beachtet werden:

- a) Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist es notwendig, einen Vergleich anzustellen zwischen den Gesamtkosten für die vergleichsweise einfache Prüfung einer größeren Anzahl von Einheiten nach einem Stichprobenplan für Attributprüfung und denjenigen für das im Allgemeinen komplexere Vorgehen, welches nach einem Stichprobenplan für Variablenprüfung erforderlich ist; letzteres erfordert üblicherweise einen höheren Zeit- und Kostenaufwand je Einheit.
- b) Unter dem Gesichtspunkt des erworbenen Wissensstandes ist die Variablenprüfung vorteilhaft, da die ermittelten Informationen präziser aufzeigen, wie gut das Produkt ist. Daher ist bei einer Tendenz zu sich verschlechternder Qualitätslage eine frühere Warnung möglich.
- c) Ein Stichprobenplan für Attributprüfung ist leichter verständlich und hat eine höhere Akzeptanz; so mag es z. B. anfänglich schwierig zu akzeptieren sein, dass bei einer Variablenprüfung ein Prüfling auf der Grundlage von Messungen an einer Stichprobe rückgewiesen werden kann, die keine nichtkonformen Einheiten enthält (siehe dazu die Beispiele in 16.4.2 und 16.4.4.).
- d) Durch einen Vergleich der für denselben AQL-Wert erforderlichen Stichprobenumfänge aus genormten Stichprobenanweisungen für Attributprüfung, wie z. B. aus ISO 2859-1, und den genormten Stichprobenanweisungen in diesem Teil von ISO 3951, wird zu ersehen sein, dass das σ -Verfahren (welches angewendet wird, wenn die Prozess-Standardabweichung als bekannt vorausgesetzt wird) die kleinsten Stichprobenumfänge verlangt. Die Stichprobenumfänge für das s -Verfahren (welches angewendet wird, wenn die Prozess-Standardabweichung unbekannt ist) sind im Allgemeinen ebenfalls beträchtlich kleiner als diejenigen für eine Attributprüfung.
- e) Die Variablenprüfung ist insbesondere für die Anwendung in Verbindung mit Qualitätsregelkarten für quantitative Merkmale geeignet.

- f) Die Variablenprüfung bietet einen beträchtlichen Vorteil, wenn der Prüfvorgang aufwändig ist, zum Beispiel bei zerstörender Prüfung.
- g) Im Vergleich wird ein Stichprobenplan für Variablenprüfung zunehmend komplizierter in der Durchführung, wenn die Anzahl von Messungen zunimmt, die an jeder Einheit vorzunehmen sind. (Dieser Teil von ISO 3951 gilt nicht für zwei oder mehr Qualitätsmerkmale. Hinsichtlich Einzelheiten wird auf ISO 3951-2 verwiesen.)
- h) Die Anwendung dieses Teils von ISO 3951 ist nur möglich, wenn Grund zu der Annahme vorliegt, dass die Verteilung der Messwerte des Qualitätsmerkmals eine Normalverteilung ist. In Zweifelsfällen sollte die zuständige Stelle konsultiert werden.

ANMERKUNG 1 Abweichungen von der Normalverteilung können durch das Auftreten von Ausreißern verursacht werden, deren Bewertung und Berücksichtigung in ISO 16269-4 behandelt wird.

ANMERKUNG 2 ISO 5479 gibt detaillierte Verfahren für Prüfungen auf Abweichung von der Normalverteilung an.

12 Entscheidung zwischen s -Verfahren und σ -Verfahren

Wenn die Anwendung einer Variablenprüfung wünschenswert ist, ist als nächste Frage zu klären, ob das s -Verfahren oder das σ -Verfahren zur Anwendung kommen soll. Das σ -Verfahren ist im Hinblick auf den Stichprobenumfang das wirtschaftlichste, doch muss vor Anwendung dieses Verfahrens der Wert von σ festgestellt werden.

Anfänglich wird die Anwendung des s -Verfahrens erforderlich sein, doch erlauben die genormten Regeln für einen Verfahrenswechsel den Wechsel zu einer reduzierten Prüfung und die Verwendung eines kleineren Stichprobenumfangs, vorausgesetzt, die zuständige Stelle stimmt dem zu und die Qualitätslage bleibt zufrieden stellend.

Wenn die Streuung beherrscht ist und die Prüflöse weiterhin angenommen werden, stellt sich dann die Frage, ob ein Wechsel zum σ -Verfahren wirtschaftlich ist. Nach dem σ -Verfahren ist der Stichprobenumfang im Allgemeinen kleiner und das Annahmekriterium ist einfacher (siehe 17.2). Andererseits ist dennoch die Berechnung der Stichproben-Standardabweichung s erforderlich, um Aufzeichnungen zu führen und die Qualitätsregelkarten fortzuschreiben (siehe Abschnitt 20). Die Berechnung von s mag auf den ersten Blick schwierig erscheinen, doch handelt es sich hierbei eher um eine scheinbare denn um eine tatsächliche Schwierigkeit. Dies gilt insbesondere, wenn ein elektronischer Rechner zur Verfügung steht. Verfahren zur Bestimmung von s und σ werden im Anhang J angegeben.

13 Wahl des Prüfniveaus und des AQL-Werts

Bei einer genormten Stichprobenanweisung bestimmt das Prüfniveau in Verbindung mit dem Losumfang und dem AQL-Wert den zu entnehmenden Stichprobenumfang sowie die Prüfschärfe. Die geeignete Operationscharakteristik aus den Diagrammen B bis R oder die geeignete Tabelle der Tabellen B bis R zeigt das Ausmaß des Risikos auf, das sich aus einer solchen Stichprobenanweisung ergibt.

Die Wahl des Prüfniveaus und des AQL-Werts wird durch eine Anzahl von Faktoren bestimmt, doch handelt es sich im Wesentlichen um eine Abwägung zwischen den Gesamtkosten für die Prüfung und den Folgekosten für nichtkonforme Einheiten, die in Gebrauch genommen werden.

Die Prüfniveaus I, II und III sind zur allgemeinen Verwendung in Tabelle 1 aufgeführt. In der Praxis ist die Verwendung von Prüfniveau II üblich, sofern nicht besondere Umstände darauf hindeuten, dass die Verwendung eines anderen Prüfniveaus sinnvoller ist. Niveau I darf verwendet werden, wenn eine geringere Auflösung benötigt wird, oder Niveau III, wenn eine höhere Auflösung erforderlich ist. Vier zusätzliche spezielle Prüfniveaus S-1, S-2, S-3 und S-4 werden gleichfalls in Tabelle 1 aufgeführt und dürfen verwendet werden, wenn relativ kleine Stichprobenumfänge notwendig und größere Stichprobenrisiken zulässig sind.

14 Wahl des Stichprobenplans

14.1 Genormte Stichprobenanweisungen

Das genormte Verfahren kann nur dann zur Anwendung kommen, wenn die Herstellung von Losen fortlaufend geschieht.

Es hat sich in der Praxis erwiesen, dass dieses genormte Verfahren mit seinen halbautomatischen Schritten vom Losumfang zum Stichprobenumfang unter Verwendung des Prüfniveaus II und beginnend mit dem s-Verfahren praktikable Stichprobenanweisungen liefert. Es basiert jedoch auf der Annahme, dass der AQL-Wert die höchste Priorität genießt, gefolgt vom Stichprobenumfang und der rückzuweisenden Qualitätsgrenzlage.

Die Annehmbarkeit dieses Systems ergibt sich aus der Tatsache, dass der Abnehmer durch die Regeln für einen Verfahrenswechsel geschützt wird (siehe Abschnitte 21, 22 und 23), die die Prüfschärfe schnell erhöhen und letztendlich die Prüfung insgesamt abbrechen, wenn die Qualitätslage des Prozesses schlechter bleibt als der AQL-Wert.

ANMERKUNG Es sollte zudem berücksichtigt werden, dass die rückzuweisende Qualitätsgrenzlage diejenige Qualitätslage ist, die bei Vorstellung zur Prüfung mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % angenommen würde. Das tatsächliche Risiko für den Abnehmer variiert mit der Wahrscheinlichkeit, dass Güter von solch schlechter Qualitätslage zur Prüfung vorgestellt werden.

Sofern unter bestimmten Umständen die rückzuweisende Qualitätsgrenzlage eine höhere Priorität hat als der Stichprobenumfang, darf unter Verwendung von Diagramm A eine geeignete Stichprobenanweisung nach diesem Teil von ISO 3951 ausgewählt werden. Es ist dann eine senkrechte Linie durch den annehmbaren Wert für die rückzuweisende Qualitätsgrenzlage und eine waagerechte Linie durch die gewünschte Qualitätslage mit einer Annahmewahrscheinlichkeit von 95 % (d. h. ungefähr identisch mit dem AQL-Wert) zu ziehen. Der Schnittpunkt dieser beiden Linien wird auf oder unterhalb einer abfallenden Kurve liegen, die indexiert ist mit dem Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang einer genormten Stichprobenanweisung für normale Prüfung, die die festgelegten Anforderungen erfüllt. Dies sollte durch Prüfung der entsprechenden Operationscharakteristik für diesen Kennbuchstaben und diesen AQL-Wert aus den Diagrammen B bis R verifiziert werden.

Die Anwendung dieses Verfahrens ist bei einzelnen Prüflosen sowie bei Kleinserien unzulässig (siehe 8.2).

BEISPIEL Es werde angenommen, dass ein annehmbarer Wert für die rückzuweisende Qualitätsgrenzlage bei 6,0 % nichtkonformen Einheiten liegt, und dass die gewünschte Qualitätslage mit einer Annahmewahrscheinlichkeit von 95 % bei 2,0 % nichtkonformen Einheiten liegt. Eine senkrechte Linie in Diagramm A bei 6,0 % nichtkonformen Einheiten und eine waagerechte Linie bei 2,0 % nichtkonformen Einheiten schneiden sich gerade unterhalb der abfallenden Kurve, die mit dem Kennbuchstaben L indexiert ist. Nach Prüfung des Diagramms L ergibt sich, dass eine Stichprobenanweisung mit dem Kennbuchstaben L für den Stichprobenumfang und dem AQL-Wert 1,5 % die Anforderungen erfüllt.

Schneiden sich die horizontalen und vertikalen Linien in einem Punkt oberhalb der Kurve mit dem Kennbuchstaben R in Diagramm A, so bedeutet dies, dass keine der Stichprobenanweisungen in diesem Teil von ISO 3951 die Anforderung erfüllen kann.

14.2 Stichprobenanweisungen für Sonderfälle

Sind die genormten Stichprobenanweisungen nicht anwendbar, so muss eine besondere Stichprobenanweisung entwickelt werden. Es muss dann entschieden werden, welche Kombination von AQL-Wert, rückzuweisender Qualitätsgrenzlage und Stichprobenumfang am geeignetsten erscheint; dabei ist zu beachten, dass diese Größen nicht unabhängig voneinander sind, da, wenn zwei festliegen, die dritte Größe folgt.

Diese Wahl ist nicht völlig willkürlich. Die Tatsache, dass der Stichprobenumfang notwendigerweise eine ganze Zahl ist, bedingt einige Einschränkungen. Falls ein Stichprobenplan für einen Sonderfall notwendig ist, sollte er ausschließlich mit Unterstützung durch einen Statistiker entwickelt werden, der über Erfahrungen in der Qualitätslenkung verfügt.

15 Vorbereitungen

Folgende Schritte sind vor einer Variablenprüfung durchzuführen:

- a) es ist sicherzustellen, dass die Produktion als fortlaufend und das Qualitätsmerkmal als normalverteilt betrachtet werden kann;

ANMERKUNG 1 Für Tests auf Abweichungen von der Normalverteilung siehe z. B. ISO 16269-3.

ANMERKUNG 2 Falls Prüflose vor der Annahmestichprobenprüfung auf nichtkonforme Einheiten untersucht wurden, ist die Verteilung gestutzt und dieser Teil der ISO 3951 ist nicht anwendbar.

- b) es ist zu prüfen, ob anfänglich das s-Verfahren zur Anwendung gebracht werden muss oder ob die Standardabweichung stabil und bekannt ist; im letztgenannten Fall sollte das σ -Verfahren zur Anwendung kommen;
- c) es ist sicherzustellen, dass das anzuwendende Prüfniveau festgelegt wurde, falls keines angegeben wurde, ist Prüfniveau II anzuwenden;
- d) bei einem Qualitätsmerkmal mit zweifachen Grenzwerten ist zu prüfen, ob Nichtkonformitäten außerhalb der beiden Grenzwerte von gleicher Wichtigkeit sind. Trifft dies nicht zu, so ist ISO 3951-2 hinzuzuziehen;
- e) es ist sicherzustellen, dass ein AQL-Wert festgelegt wurde und dass es sich um einen der AQL-Vorzugswerte nach diesem Teil von ISO 3951 handelt. Ist dies nicht der Fall, so sind die Tabellen nicht anwendbar.

16 Normverfahren für das s-Verfahren

16.1 Ermittlung einer Stichprobenanweisung, Probenahme und vorangehende Berechnungen

Das Verfahren zur Ermittlung und Einführung einer Stichprobenanweisung läuft wie folgt ab:

- a) Bei gegebenem Prüfniveau (üblicherweise Niveau II) und gegebenem Losumfang wird der Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang nach Tabelle A.1 ermittelt.
- b) Bei einem einfachen Grenzwert ist je nach Kennbuchstaben und AQL-Wert die Tabelle B.1, B.2 oder B.3 hinzuzuziehen, um Stichprobenumfang n und Annahmefaktor k zu ermitteln. Bei kombinierter Überwachung zweifacher Grenzwerte und einem Stichprobenumfang von fünf oder größer ist die geeignete Annahmekurve aus den Diagrammen s-D bis s-R zu ermitteln.
- c) Es wird eine Zufallsstichprobe des Umfangs n genommen, bei jeder Einheit wird das Merkmal x gemessen, und daraus werden der Stichprobenmittelwert $\bar{x}$ sowie die Stichprobenstandardabweichung s (siehe Anhang J) berechnet. Falls sich $\bar{x}$ außerhalb des Grenzwertes oder der Grenzwerte befindet, darf das Prüflos auch ohne Berechnung von s als nicht annehmbar beurteilt werden. Zum Zweck der Aufzeichnung muss s jedoch berechnet werden.

16.2 Annahmekriterien für einfache Grenzwerte

Falls einfache Grenzwerte gegeben sind, ist je nach Situation die Qualitätszahl

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{s} \quad (1)$$

oder

$$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{s} \quad (2)$$

zu berechnen. Sodann ist die Qualitätszahl (Q_U oder Q_L) mit dem Annahmefaktor k nach einer der Tabellen B.1, B.2 oder B.3 für normale, verschärfte oder reduzierte Prüfung zu vergleichen. Ist die Qualitätszahl mindestens so groß wie der Annahmefaktor, ist das Prüflös annehmbar; ist sie kleiner, ist das Prüflös nicht annehmbar.

Wenn also nur der Höchstwert U vorgegeben ist, ist das Prüflös

annehmbar, falls $Q_U \geq k$, und

nicht annehmbar, falls $Q_U < k$, ^{N1)}

oder, wenn nur der Mindestwert L vorgegeben ist, ist das Prüflös

annehmbar, falls $Q_L \geq k$, und

nicht annehmbar, falls $Q_L < k$. ^{N2)}

BEISPIEL 1 Einfacher Höchstwert

Als Höchsttemperatur für den Betrieb eines bestimmten Geräts sind 60 °C festgelegt und durch vorhandene Erfahrung ist bekannt, dass die Betriebstemperatur normalverteilt ist. Die Produktion wird in Losen von je 100 Einheiten geprüft und die Prozessstandardabweichung ist unbekannt. Bei Prüfniveau II ist eine normale Prüfung mit AQL = 2,5 % anzuwenden. Der Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang nach Tabelle A.1 ist F; aus Tabelle B.1 geht hervor, dass ein Stichprobenumfang von 13 erforderlich ist, und dass der Wert des Annahmefaktors k 1,426 ist. Es werde angenommen, dass folgende Messergebnisse vorliegen: 53 °C, 57 °C, 49 °C, 58 °C, 59 °C, 54 °C, 58 °C, 56 °C, 50 °C, 50 °C, 55 °C, 54 °C, 57 °C. Es ist zu ermitteln, ob das Annahmekriterium erfüllt wird.

N1) Nationale Fußnote: Die Formel ist im Deutschen korrigiert worden, weil es im englischen Text falsch heißt: $Q_U \leq k$.

N2) Nationale Fußnote: Die Formel ist im Deutschen korrigiert worden, weil es im englischen Text falsch heißt: $Q_L \leq k$.

Erforderliche Angaben**Ermittelte Werte**Stichprobenumfang: n

13

Stichprobenmittelwert: $\bar{x} = \sum x/n$

54,62 °C

Stichprobenstandardabweichung: $s = \sqrt{\sum_j (x_j - \bar{x})^2 / (n - 1)}$

3,330 °C

(siehe K.1.2)

Grenzwert (Höchstwert): U

60 °C

obere Qualitätszahl: $Q_U = (U - \bar{x})/s$

1,617

Typ- k -Annahmefaktor: k (aus Tabelle B.1)

1,426

Annahmekriterium: Ist $Q_U \geq k$?Ja ($1,617 > 1,426$)

Das Prüflös erfüllt das Annahmekriterium und ist daher annehmbar.

BEISPIEL 2 Einfacher Mindestwert mit der Erfordernis der Anwendung eines Pfeils in der Leittabelle.

Für einen bestimmten pyrotechnischen Verzögerungsmechanismus beträgt die festgelegte kürzeste Verzögerungszeit 4,0 s. Die Prozess-Standardabweichung ist nicht bekannt. Die Produktion wird in Losen von je 1 000 Einheiten geprüft und es ist bei Prüfniveau II eine normale Prüfung mit einem AQL-Wert von 0,1 % auf den Mindestwert anzuwenden. Aus Tabelle A.1 ist ersichtlich, dass der Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang J ist. Beim Aufsuchen des AQL-Werts von 0,1 % in der Zeile für den Kennbuchstaben J für den Stichprobenumfang in Tabelle B.1 zeigt sich jedoch, dass dort ein Pfeil auf die darunterliegende Zelle weist. Dies bedeutet, dass eine genau passende Stichprobenanweisung nicht verfügbar ist und dass die nächstbeste Stichprobenanweisung diejenige mit dem Kennbuchstaben K, das heißt mit dem Stichprobenumfang 28 und dem Annahmefaktor $k = 2,580$, ist. Es wird eine Zufallsstichprobe von 28 Einheiten entnommen. Es werde angenommen, dass die in der Stichprobe gemessenen Verzögerungszeiten in Sekunden folgende Werte haben:

6,95	6,04	6,68	6,63	6,65	6,52	6,59	6,40	6,44	6,34	6,04	6,15	6,29	6,63
6,44	7,15	6,70	6,59	6,51	6,80	5,94	6,35	7,17	6,83	6,25	6,96	7,00	6,38

Es ist zu ermitteln, ob das Annahmekriterium erfüllt wird.

Erforderliche Angaben**Ermittelte Werte**Stichprobenumfang: n

28

Stichprobenmittelwert: $\bar{x} = \sum x/n$

6,551 s

Stichprobenstandardabweichung: $s = \sqrt{\sum_j (x_j - \bar{x})^2 / (n - 1)}$

0,325 1 s

(siehe K.1.2)

Mindestwert: L

4,0 s

untere Qualitätszahl: $Q_L = (\bar{x} - L)/s$

7,847

Typ- k -Annahmefaktor: k (aus Tabelle B.1)

2,580

Annahmekriterium: Ist $Q_L \geq k$?Ja ($7,847 > 2,580$)

Das Prüflös erfüllt das Annahmekriterium und ist daher annehmbar.

16.3 Graphisches Verfahren für einen einfachen Grenzwert

Wird ein graphisches Kriterium gewünscht, so ist je nach Situation die Gerade

$$\bar{x} = U - ks \text{ (für einen Höchstwert)}$$

oder

$$\bar{x} = L + ks \text{ (für einen Mindestwert)}$$

auf Millimeterpapier in ein Koordinatensystem mit $\bar{x}$ als senkrechter Achse und s als waagerechter Achse zu zeichnen. Wenn die Prüfung sich auf einen Höchstwert bezieht, so liegt der Annahmebereich unterhalb der Geraden. Wenn die Prüfung sich auf einen Mindestwert bezieht, so liegt der Annahmebereich oberhalb der Geraden. Es ist der Punkt $(s, \bar{x})$ einzuzeichnen. Liegt dieser Punkt innerhalb des Annahmebereichs, so ist das Prüflös annehmbar; liegt er außerhalb, ist das Prüflös nicht annehmbar.

BEISPIEL Graphisches Verfahren für Höchstwert

Unter Verwendung der Daten des Beispiels 1 in 15.2 wird der Punkt $U = 60$ auf der (senkrechten) $\bar{x}$ -Achse eingezeichnet. Durch diesen Punkt wird eine Gerade mit der Steigung $-k$ gelegt [da $k = 1,426$, bedeutet dies, dass die Gerade durch die Punkte $(s = 1, \bar{x} = 58,574)$, $(s = 2, \bar{x} = 57,148)$, $(s = 3, \bar{x} = 55,722)$ usw. führt]. Es ist ein geeigneter Punkt auszuwählen und eine Gerade durch beide Punkte sowie durch $(s = 0, \bar{x} = 60)$ zu legen, das heißt $(0, U)$. Der Annahmebereich ist dann der Bereich unterhalb dieser Geraden.

Die berechneten Werte von s und $\bar{x}$ sind 3,330 und 54,62. Der Punkt $(s, \bar{x})$ liegt nach Bild 1 innerhalb des Annahmebereichs; dies bedeutet, dass das Prüflös annehmbar ist.

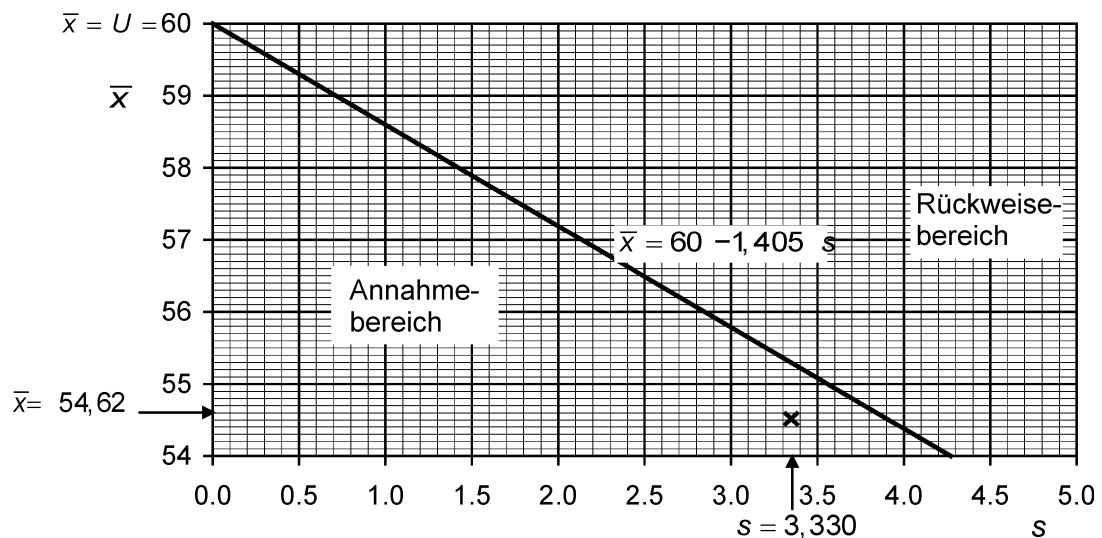


Bild 1 — Beispiel für die Anwendung eines Annahmediagramms für einen einfachen Grenzwert, s -Verfahren

Die graphische Darstellung kann vor Aufnahme der Prüfung einer Serie von Losen vorbereitet werden. Dann kann der Punkt $(s, \bar{x})$ für jedes Prüflös eingezeichnet werden, um zu bestimmen, ob dieses annehmbar ist oder nicht.

16.4 Annahmekriterium für kombinierte Überwachung zweifacher Grenzwerte

16.4.1 Allgemeines

Für das s -Verfahren mit kombinierter Überwachung des Höchst- und des Mindestwerts, das heißt bei einem Gesamt-AQL-Wert für den Prozentanteil Einheiten aus dem Prozess, die außerhalb der Grenzwerte liegen, liefert dieser Teil von ISO 3951 ein graphisches Verfahren zur Bestimmung der Annehmbarkeit von Prüflösen für alle Stichprobenumfänge außer 3 und 4 (ISO 3951-2 liefert ausschließlich numerische Verfahren). Je größer die Streuung innerhalb der Stichprobe, desto weniger wahrscheinlich ist es, dass die Anforderung erfüllt wird. Falls der Wert von s den Höchstwert für die Stichprobenstandardabweichung (MSSD) nach Tabelle D.1, D.2 oder D.3 überschreitet, sind keine weiteren Berechnungen oder Verweise auf Graphen erforderlich, da das Prüflös unmittelbar als nicht annehmbar zu beurteilen ist.

Zur kombinierten Überwachung von zweifachen Grenzwerten bei Stichprobenumfängen von 3 und 4 werden numerische Verfahren angegeben.

16.4.2 Verfahren bei einem Stichprobenumfang von 3

Aus Anhang B ist ersichtlich, dass es drei Fälle gibt, bei denen der erforderliche Stichprobenumfang für das s -Verfahren 3 ist, d. h. für Kennbuchstabe B bei normaler Prüfung und einer AQL von 4 %, für Kennbuchstabe B bei verschärfter Prüfung und einer AQL von 6,5 % sowie für die Kennbuchstaben B bis D bei reduzierter Prüfung und einer AQL von 1,5 %.

Bei einem Stichprobenumfang von 3 ist wie folgt vorzugehen. Nach der Berechnung des Stichprobenmittelwerts $\bar{x}$ und der Stichprobenstandardabweichung s ist der zutreffende Wert für den Koeffizienten f_s nach Tabelle D.1, D.2 oder D.3 zu bestimmen. Der MSSD (also der höchstzulässige Wert), wird nach Gleichung (3) bestimmt:

$$\text{MSSD} = s_{\max} = (U - L) f_s \quad (3)$$

Es ist sodann s mit $s_{\max}$ zu vergleichen. Falls s den Wert von $s_{\max}$ überschreitet, darf das Prüflös ohne weitere Berechnungen zurückgewiesen werden.

Andernfalls sind die Werte von $Q_U = (U - \bar{x})/s$ und $Q_L = (\bar{x} - L)/s$ zu bestimmen. Q_U und Q_L werden mit $\sqrt{3}/2$ (das heißt ungefähr 0,866) multipliziert; sodann werden anhand von Tabelle F.1 die Schätzwerte $\hat{p}_U$ und $\hat{p}_L$ für den Prozentanteil nichtkonformer Einheiten im Prozess ermittelt, die oberhalb des Höchst- beziehungsweise unterhalb des Mindestwerts liegen.

ANMERKUNG 1 Negative Werte für Q entsprechen einem Prozentanteil nichtkonformer Einheiten im Prozess von mehr als 0,5 bei dem jeweiligen Grenzwert. Sie werden nach den Festlegungen dieses Teils von ISO 3951 folgerichtig immer zur Rückweisung des Prüflöses führen. Um jedoch für Aufzeichnungszwecke einen Zahlenwert zu ermitteln, darf der Schätzwert für den Prozentanteil nichtkonformer Einheiten im Prozess ermittelt werden, indem in Tabelle F.1 der Absolutbetrag von $\sqrt{3}Q/2$ aufgesucht und das Ergebnis vom Wert 1,0 abgezogen wird. Wenn zum Beispiel $Q_U = -0,156$, dann gilt $\sqrt{3}Q/2 = -0,135$; aus Tabelle F.1 folgt für den Wert 0,135 ein Schätzwert von 0,456 9; Subtraktion dieses Werts vom Wert 1,0 ergibt $\hat{p}_U = 0,543$ 1.

ANMERKUNG 2 Die Grundlage von Tabelle F.1 wird im Anhang K angegeben. Anstatt die Tabelle F.1 zu verwenden, kann der Schätzwert für den Anteil nichtkonformer Einheiten im Prozess, der bei Stichprobenumfängen $n = 3$ jenseits des jeweiligen Grenzwerts liegt, direkt wie folgt berechnet werden:

$$\hat{p} = \begin{cases} 0 & \text{für } Q > 2/\sqrt{3} \\ \frac{2}{\pi} \arcsin \left[\sqrt{(1 - Q\sqrt{3}/2)/2} \right] & \text{für } -2/\sqrt{3} \leq Q \leq 2/\sqrt{3} \\ 1 & \text{für } Q < -2/\sqrt{3} \end{cases} \quad \text{N3)} \quad (4)$$

Zur Ermittlung des Schätzwerts $\hat{p}$ für den Gesamtanteil nichtkonformer Einheiten im Prozess sind diese beiden Schätzwerte zu addieren: $\hat{p} = \hat{p}_U + \hat{p}_L$. Falls $\hat{p}$ nicht den jeweiligen höchstzulässigen Wert p^* nach Tabelle G.1 überschreitet, wird das Prüflös als annehmbar betrachtet; andernfalls wird das Prüflös als nicht annehmbar betrachtet.

BEISPIEL Ermittlung der Annehmbarkeit bei der gemeinsamen Überwachung von doppelten Grenzwerten für den Stichprobenumfang 3.

Torpedos, die in Chargen zu je 100 Einheiten geliefert werden, sind auf Genauigkeit in der horizontalen Ebene zu prüfen. Positive und negative Winkelfehler sind gleichermaßen unannehmbar, so dass die kombinierte Überwachung zweifacher Grenzwerte sinnvoll ist. Die Grenzwerte werden auf 10 m beiderseits des Zielpunkts bei einem Abstand von einem Kilometer festgelegt; der AQL-Wert beträgt 4 %. Da es sich um eine zerstörende und zudem recht kostenintensive Prüfung handelt, wurde zwischen dem Hersteller und der zuständigen Stelle das besondere Prüfniveau S- 2 vereinbart. Nach Tabelle A.1 ergibt sich der Kennbuchstabe B für den Stichprobenumfang. Tabelle B.1 ist zu entnehmen, dass ein Stichprobenumfang von 3 erforderlich ist. Drei Torpedos werden geprüft, wobei sich Fehler von -5,0 m, 6,7 m und 8,8 m ergeben. Es ist zu ermitteln, ob das Annahmekriterium bei normaler Prüfung erfüllt wird.

Erforderliche Angaben

Ermittelte Werte

Stichprobenumfang: n

3

Stichprobenmittelwert: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$

3,5 m

Stichprobenstandardabweichung: $s = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2 / (n - 1)}$

7,436 m

(siehe J.1.2)

Wert von f_s für MSSD (Tabelle D.1)

0,475

MSSD, $s_{\max} = (U - L)f_s = [10 - (-10)] \times 0,475$

9,50

Da $s = 7,436 < s_{\max} = 9,50$ ist es möglich, dass das Prüflös annehmbar ist; die Berechnungen müssen also fortgesetzt werden.

$Q_U = (U - \bar{x})/s = (10 - 3,5)/7,436$

0,874 1

$Q_L = (\bar{x} - L)/s = (3,5 + 10)/7,436$

1,815

$\sqrt{3}Q_U/2$

0,757

$\sqrt{3}Q_L/2$

1,572

$\hat{p}_U$

0,226 7

N3) Nationale Fußnote: Die Formel ist im Deutschen korrigiert worden, weil es im englischen Text falsch heißt:

$$\arcsin \left[\sqrt{(1 - Q\sqrt{3}/2)/2} \right]$$

$\hat{p}_L$ (aus Tabelle F.1)	0,000 0
$\hat{p} = \hat{p}_U + \hat{p}_L$	0,226 7
p^* (aus Tabelle G.1, normale Prüfung)	0,192 4

Da $\hat{p} > p^*$, ist das Prüflös nicht annehmbar.

ANMERKUNG Dieses Prüflös ist nicht annehmbar, obwohl alle geprüften Einheiten der Stichprobe innerhalb der Grenzwerte liegen.

16.4.3 Verfahren bei einem Stichprobenumfang von 4

Bei einem Stichprobenumfang von 4 ist beim s -Verfahren wie folgt vorzugehen. Nach Berechnung des Stichprobenmittelwerts $\bar{x}$ und der Stichprobenstandardabweichung s ist der zutreffende Wert für den Koeffizienten f_s aus den Tabellen D.1, D.2 oder D.3 zu suchen. Der MSSD (also der höchstzulässige Wert) wird nach Gleichung (5) bestimmt.

$$\text{MSSD} = s_{\max} = (U - L) f_s \quad (5)$$

Dann ist s mit dem MSSD zu vergleichen. Falls s den MSSD überschreitet, darf das Prüflös ohne weitere Berechnungen rückgewiesen werden.

Andernfalls sind die Werte von $Q_U = (U - \bar{x})/s$ und $Q_L = (\bar{x} - L)/s$ zu bestimmen. Zu berechnen sind:

$$\hat{p}_U = \begin{cases} 1 & \text{für } Q_U \leq -1,5 \\ 0,5 - Q_U/3 & \text{für } -1,5 < Q_U < 1,5 \\ 0 & \text{für } Q_U \geq 1,5 \end{cases} \quad (6)$$

und

$$\hat{p}_L = \begin{cases} 1 & \text{für } Q_L \leq -1,5 \\ 0,5 - Q_L/3 & \text{für } -1,5 < Q_L < 1,5 \\ 0 & \text{für } Q_L \geq 1,5 \end{cases} \quad (7)$$

Zur Ermittlung des Schätzwerts $\hat{p}$ für den Gesamtprozentanteil nichtkonformer Einheiten im Prozess sind diese beiden Schätzwerte zu addieren: $\hat{p} = \hat{p}_U + \hat{p}_L$. Falls $\hat{p}$ nicht den jeweiligen höchstzulässigen Wert p^* nach Tabelle G.1 überschreitet, wird das Prüflös als annehmbar betrachtet; andernfalls wird das Prüflös als nicht annehmbar betrachtet.

ANMERKUNG Die Grundlage für die Gleichungen (6) und (7) wird im Anhang N angegeben.

BEISPIEL Einheiten werden in Losen zu je 25 gefertigt. Höchstwert und Mindestwert für den Durchmesser sind 82 mm beziehungsweise 84 mm. Einheiten mit zu großem Durchmesser sind ebenso wenig zufriedenstellend wie solche mit zu kleinem Durchmesser, und es wurde entschieden, den Gesamtanteil nichtkonformer Einheiten mit einem AQL-Wert von 2,5 % bei Prüfniveau II zu bestimmen. Zu Beginn des Prüfbetriebs ist die normale Prüfung einzuführen. Aus Tabelle A.1 wird Kennbuchstabe C für den Stichprobenumfang ermittelt. Aus Tabelle B.1 ergibt sich, dass der erforderliche Stichprobenumfang 4 beträgt. Es werden die Durchmesser von vier Einheiten aus dem ersten Los geprüft, wobei sich Durchmesser von 82,4 mm, 82,2 mm, 83,1 mm und 82,3 mm ergeben. Es ist zu ermitteln, ob das Annahmekriterium bei normaler Prüfung erfüllt wird.

Erforderliche Angaben**Ermittelte Werte**Stichprobenumfang: n

4

Stichprobenmittelwert: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$

82,50 mm

Stichprobenstandardabweichung: $s = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2 / (n - 1)}$

0,408 2 mm

(siehe Anhang J, J.1.2)

Höchstwert: U

84,0 mm

Mindestwert: L

82,0 mm

Wert von f_s für MSSD (Tabelle D.1)

0,365

 $s_{\max} = (U - L)f_s = (84 - 82) \times 0,365$

0,730 mm

Da $s = 0,408\ 2 < s_{\max} = 0,730$ ist es möglich, dass das Prüflös annehmbar ist; die Berechnungen müssen also fortgesetzt werden.

Weitere erforderliche Angaben**Ermittelte Werte** $Q_U = (U - \bar{x})/s = (84 - 82,5)/0,408\ 2$

3,674 7

 $Q_L = (\bar{x} - L)/s = (82,5 - 82)/0,408\ 2$

1,224 9

 $\hat{p}_U$ [aus Gleichung (6) oben]

0,000 0

 $\hat{p}_L$ [aus Gleichung (7) oben]

0,091 7

 $\hat{p} = \hat{p}_U + \hat{p}_L$

0,091 7

 p^* (aus Tabelle G.1, normale Prüfung)

0,086 0

Da $\hat{p} > p^*$, ist das Prüflös nicht annehmbar.

16.4.4 Verfahren für Stichprobenumfänge größer als 4

Nach Berechnung des Stichprobenmittelwerts $\bar{x}$ und der Stichprobenstandardabweichung s ist der zutreffende Wert für den Koeffizienten f_s aus Tabelle D.1, D.2 oder D.3 zu suchen. Der MSSD (also der höchstzulässige Wert), wird nach folgender Gleichung bestimmt.

$$\text{MSSD} = s_{\max} = (U - L)f_s$$

Es ist s mit dem Wert $s_{\max}$ zu vergleichen. Falls s den Wert $s_{\max}$ überschreitet, darf das Prüflös ohne weitere Berechnung rückgewiesen werden.

Andernfalls ist aus den Diagrammen s -D bis s -R das Diagramm mit dem entsprechenden Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang aufzusuchen und die Annahmekurve mit dem für die beiden Grenzwerte festgelegten AQL-Wert ist auszuwählen.

Es sind die Werte von $s/(U - L)$ und $(\bar{x} - L)/(U - L)$ zu berechnen und in eine Kopie des Graphen ist ein Punkt einzutragen, der diese beiden Werte darstellt. Liegt dieser Punkt innerhalb der Kurve, so ist das Prüflös annehmbar; liegt er außerhalb, so ist es nicht annehmbar.

Es wird empfohlen, die erforderlichen Annahmekurven für normale, verschärfte und reduzierte Prüfung zu kopieren, bevor die Prüftätigkeit aufgenommen wird. Die Maßstäbe sollten so angepasst werden, dass s und $\bar{x}$ unmittelbar eingetragen werden können (d. h. auf dem senkrechten Maßstab wird statt des Werts 1,0 der Höchstwert eingetragen und statt des Werts 0,0 der Mindestwert).

In das Diagramm ist ein Punkt einzutragen, der die Werte von s und $\bar{x}$ darstellt, die in der Stichprobe gefunden werden. Liegt dieser Punkt innerhalb der Kurve, so ist das Prüflös annehmbar; liegt er außerhalb, so ist das Prüflös nicht annehmbar.

BEISPIEL Ermittlung der Annehmbarkeit bei kombinierter Überwachung zweifacher Grenzwerte, wenn der Stichprobenumfang 5 oder größer ist.

Als niedrigste Temperatur für den Betrieb eines bestimmten Geräts sind 60 °C festgelegt, als Höchsttemperatur 70 °C. Es wird in Prüflösen von je 80 Einheiten produziert. Es ist bei Prüfniveau II eine normale Prüfung mit einer AQL von 1,5 % anzuwenden. Der Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang nach Tabelle A.1 ist E. Aus Tabelle B.1 ist ersichtlich, dass ein Stichprobenumfang von 13 erforderlich ist, und aus Tabelle D.1 ergibt sich, dass der Wert von f_s für MSSD bei normaler Prüfung 0,274 beträgt. Es werde angenommen, dass die ermittelten Messergebnisse wie folgt lauten: 63,5 °C; 61,9 °C; 65,2 °C; 61,7 °C; 68,4 °C; 67,1 °C; 60,0 °C; 66,4 °C; 62,8 °C; 68,0 °C; 63,4 °C; 60,7 °C; 65,8 °C. Es ist zu ermitteln, ob das Annahmekriterium erfüllt wird.

Erforderliche Angaben

Ermittelte Werte

Stichprobenumfang: n

13

Stichprobenmittelwert: $\bar{x} = \sum x/n$

64,223 °C

Stichprobenstandardabweichung: $s = \sqrt{\sum_j (x_j - \bar{x})^2 / (n - 1)}$

2,789 9 °C

(siehe K.1.2)

Höchstwert: U

70,0 °C

Mindestwert: L

60,0 °C

Wert von f_s für MSSD (Tabelle D.1 bei normaler Prüfung)

0,274

$MSSD = s_{\max} = (U - L)f_s = (70 - 60) \times 0,274$

2,74 °C

Da der Wert von s den Wert $s_{\max}$ überschreitet, darf das Prüflös unverzüglich als nicht annehmbar beurteilt werden.

ANMERKUNG Dieses Prüflös ist nicht annehmbar, obwohl alle geprüften Einheiten in der Stichprobe innerhalb der Grenzwerte liegen.

Es werde angenommen, dass der AQL-Wert 2,5 % statt 1,5 % betragen habe. In diesem Fall wäre der Wert von f_s 0,285, so dass sich für $s_{\max}$ gleich $(70 - 60) \times 0,285 = 2,85$ °C ergäbe. Da s nun kleiner ist als $s_{\max}$ ist, ist es an dieser Stelle nicht möglich zu entscheiden, ob das Prüflös annehmbar ist.

Die entsprechende Annahmekurve wird aus Diagramm s -E entnommen. Nachdem die Maßstäbe den tatsächlichen Messungen angepasst wurden, ist der Punkt ($s = 2,79$, $\bar{x} = 64,22$) wie in Bild 2 einzuzeichnen. Dieser Punkt liegt ein wenig außerhalb der Annahmekurve für einen AQL-Wert von 2,5 %, so dass das Prüflös nicht annehmbar ist.

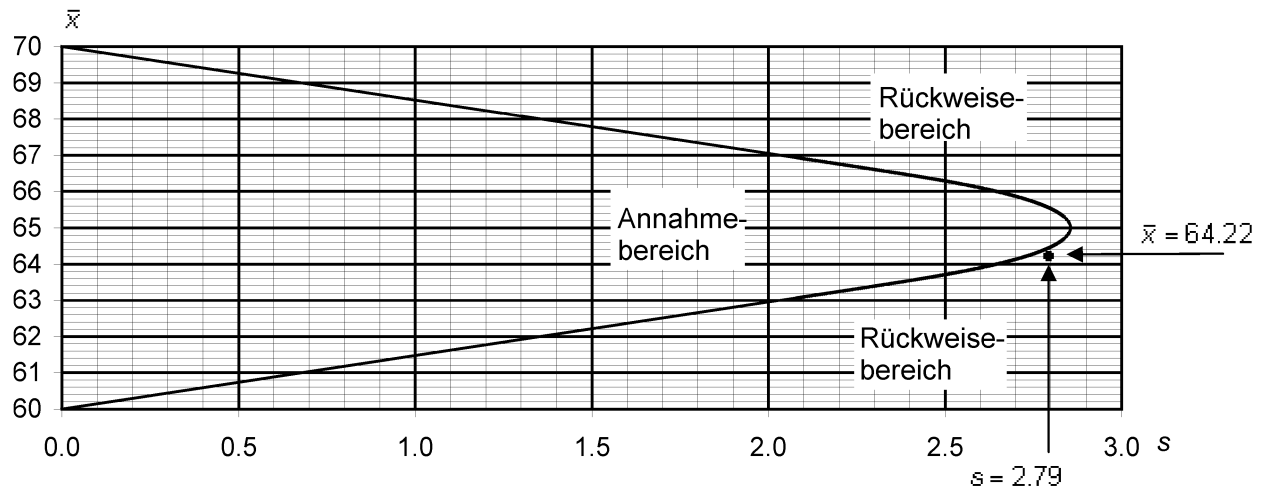


Bild 2 — Beispiel für die Anwendung eines Annahmediagramms für die kombinierte Überwachung zweifacher Grenzwerte: s -Verfahren mit tatsächlichen Maßstäben

Falls der Maßstab des Diagramms nicht an die Werte von s und $\bar{x}$ angepasst wurde, sind folgende zusätzliche Berechnungen erforderlich:

- a) standardisierter Stichprobenmittelwert: $(\bar{x} - L)/(U - L) = (64,22 - 60)/(70 - 60) = 0,422$;
- b) standardisierte Stichprobenstandardabweichung: $s/(U - L) = 2,79/(70 - 60) = 0,279$.

Punkt (0,279, 0,422) wird in Bild 3 eingezeichnet. Da er außerhalb der Annahmekurve für den AQL-Wert von 2,5 % liegt, ist das Los nicht annehmbar.

17 Normverfahren für das σ -Verfahren

17.1 Ermittlung einer Stichprobenanweisung, Probenahme und vorangehende Berechnungen

Das σ -Verfahren darf nur zur Anwendung kommen, wenn aussagekräftige Belege dafür vorliegen, dass die Prozess-Standardabweichung σ als konstant und bekannt betrachtet werden kann.

Der Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang ist aus Tabelle A.1 zu ermitteln. In Abhängigkeit von der Prüfschärfe ist sodann in Tabelle C.1, C.2 oder C.3 in der Zeile für den Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang der festgelegte AQL-Wert aufzusuchen, um Stichprobenumfang n und Annahmefaktor k zu bestimmen.

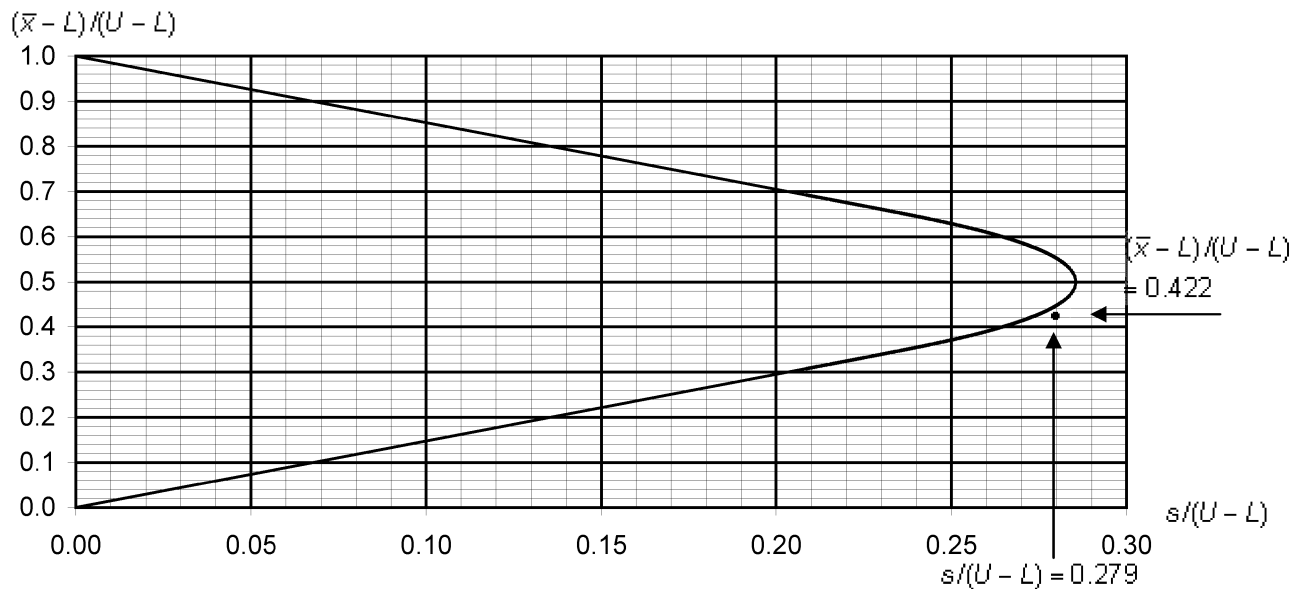


Bild 3 — Beispiel für die Anwendung eines Annahmediagramms für die kombinierte Überwachung zweifacher Grenzwerte: s-Verfahren mit normierten Maßstäben

Es ist eine Zufallsstichprobe mit diesem Umfang zu nehmen, das zu prüfende Merkmal x ist für alle Einheiten in der Stichprobe zu messen und der Stichprobenmittelwert $\bar{x}$ ist zu berechnen (die Stichprobenstandardabweichung s sollte ebenfalls bestimmt werden, jedoch nur, um die fortgesetzte Stabilität der Prozess-Standardabweichung prüfen zu können; siehe Abschnitt 20).

17.2 Annahmekriterien für einen einfachen Grenzwert

Das Annahmekriterium kann nach einem Verfahren gefunden werden, dass dem für das s -Verfahren angegebenen ähnlich ist.

Zunächst ist der aus den einzelnen Stichproben abgeleitete Wert für s durch σ , den als bekannt vorausgesetzten Wert der Prozess-Standardabweichung zu ersetzen; dann ist der berechnete Wert von Q mit dem aus Tabelle C.1, C.2 oder C.3 ermittelten Wert des Annahmefaktors k zu vergleichen.

Zu beachten ist zum Beispiel, dass das Annahmekriterium $Q_U [= (U - \bar{x})/\sigma] \geq k$ für einen Höchstwert in der Form $\bar{x} \leq U - k\sigma$ geschrieben werden darf. Da U , k und σ alle im Voraus bekannt sind, sollte daher der Annahmewert $\bar{x}_U [= U - k\sigma]$ vor Beginn der Prüfung bestimmt werden.

Bei einem Höchstwert ist ein Prüflös dann

annehmbar, wenn $\bar{x} \leq \bar{x}_U [= U - k\sigma]$; und

nicht annehmbar, wenn $\bar{x} > \bar{x}_U [= U - k\sigma]$.

In ähnlicher Weise ist bei einem Mindestwert ein Prüflös dann

annehmbar, wenn $\bar{x} \geq \bar{x}_L [= L + k\sigma]$; und

nicht annehmbar, wenn $\bar{x} < \bar{x}_L [= L + k\sigma]$.

BEISPIEL Ermittlung der Annehmbarkeit bei einem einfachen Grenzwert unter Verwendung des σ -Verfahrens.

Der festgelegte Mindestwert der Streckgrenze für bestimmte Stahlgussteile beträgt 400 N/mm². Das nächste, aus 500 Einheiten bestehende Los wird zur Prüfung vorgestellt. Es ist bei Prüfniveau II eine normale Prüfung mit einem AQL-Wert von 0,65 % anzuwenden. Der Wert von σ wird mit 21 N/mm² angenommen. Tabelle A.1 ist zu entnehmen, dass der Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang H ist. Dann ist aus Tabelle C.1 zu entnehmen, dass der Stichprobenumfang n für einen AQL-Wert von 0,65 % ^{N4)}gleich 11 ist und dass der Annahmefaktor k gleich 2,046 ist. Für die Streckgrenze der Prüfeinheiten seien folgende Werte angenommen: 431; 417; 469; 407; 450; 452; 427; 411; 429; 420; 400. Es ist zu ermitteln, ob das Annahmekriterium erfüllt wird.

Erforderliche Angaben	Ermittelte Werte
Annahmefaktor: k	2,046
bekannter Wert: σ	21 N/mm ²
Produkt: $k\sigma$	42,97 N/mm ²
Grenzwert: L	400 N/mm ²
Annahmewert: $\bar{x}_L = L + k\sigma$	442,97 N/mm ²
Summe der Messergebnisse: $\sum x$	4 713 N/mm ²
Stichprobenumfang: n	11
Stichprobenmittelwert: $\bar{x}$	428,5 N/mm ²
Annahmekriterium: Ist $\bar{x} \geq \bar{x}_L$ erfüllt?	Nein

Der Stichprobenmittelwert des Prüfloses erfüllt nicht das Annahmekriterium; daher ist das Prüflos nicht annehmbar.

17.3 Annahmekriterium für kombinierte Überwachung zweifacher Grenzwerte

Für die kombinierte Überwachung des Höchst- und des Mindestwerts, das heißt bei Vorliegen eines Gesamt-AQL-Werts für den Prozentanteil des Prozesses außerhalb der Grenzwerte, darf das folgende näherungsweise Verfahren angewendet werden:

- Vor der Probenahme ist der AQL-Wert in Tabelle E.1 aufzusuchen, um den Wert des Faktors f_σ zu ermitteln.
- Es ist der höchstzulässige Wert für die Prozess-Standardabweichung (MPSD) nach der Gleichung $\sigma_{\max} = (U - L)f_\sigma$ zu bestimmen.
- Der Wert für die Prozess-Standardabweichung σ ist mit $\sigma_{\max}$ zu vergleichen. Falls σ den Wert $\sigma_{\max}$ überschreitet, ist der Prozess nicht annehmbar, und eine Stichprobenprüfung ist so lange nicht zweckdienlich, wie nicht nachgewiesen wurde, dass die Prozessstreuung in geeigneter Weise vermindert wurde.
- Sofern $\sigma \leq \sigma_{\max}$, ist anhand des Losumfangs und des gegebenen Prüfniveaus der Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang nach Tabelle A.1 zu bestimmen.
- Anhand des Kennbuchstabens für den Stichprobenumfang und der Prüfschärfe (das heißt je nachdem, ob normale, verschärfte oder reduzierte Prüfung durchzuführen ist) sind Stichprobenumfang n und Annahmefaktor k nach Tabelle C.1, C.2 oder C.3 zu bestimmen.

N4) Nationale Fußnote: Der im englischen Text angegebene AQL-Wert von 1,0 % ist falsch. Dies ist im deutschen Text korrigiert worden.

- f) Nach der Gleichung $\bar{x}_U = U - k\sigma$ ist die obere zulässige Grenze für den Stichprobenmittelwert, $\bar{x}_U$, zu berechnen und nach der Gleichung $\bar{x}_L = L + k\sigma$ die untere zulässige Grenze $\bar{x}_L$.
- g) Es ist eine Zufallsstichprobe des Umfangs n aus dem Prüflös auszuwählen und der Stichprobenmittelwert $\bar{x}$ zu berechnen. Das Annahmekriterium lautet wie folgt: Ist $\bar{x}_L \leq \bar{x} \leq \bar{x}_U$, so ist das Prüflös annehmbar; wenn $\bar{x} < \bar{x}_L$ oder $\bar{x} > \bar{x}_U$ ist, so ist das Prüflös nicht annehmbar.

ANMERKUNG Falls $\bar{x}_L \leq \bar{x} \leq \bar{x}_U$, jedoch $\sigma > 0,75 \sigma_{\max}$ und $\bar{x}$ entweder nahe bei $\bar{x}_L$ oder $\bar{x}_U$, ist das genaue Verfahren nach ISO 3951-2, 17.3, zu bevorzugen.

BEISPIEL Ermittlung der Annehmbarkeit bei kombinierter Überwachung während des σ -Verfahrens.

Die Spezifikation verlangt, dass der elektrische Widerstand eines bestimmten elektrischen Bauteils $(520 \pm 50) \Omega$ beträgt. Produziert werden 1 000 Einheiten je Los. Für die beiden Grenzwerte (470Ω und 570Ω) sind Prüfniveau II, normale Prüfung und ein einziger AQL-Wert von 1,5 % anzuwenden. Der Wert von σ ist bekannt und beträgt $18,5 \Omega$.

Erforderliche Angaben

Ermittelte Werte

Faktor aus Tabelle E.1: f_σ	0,194
Höchstwert: U	570 Ω
Mindestwert: L	470 Ω
Höchstwert für die Prozess-Standardabweichung: $\sigma_{\max} = (U - L)f_\sigma$	19,4 Ω
bekannter Wert: σ	18,5 Ω

Da σ kleiner ist als $\sigma_{\max}$, wird die Stichprobe zur Ermittlung der Annehmbarkeit des Loses weiter geprüft.

Aus Tabelle A.1 wird anhand von Losumfang und Prüfniveau der Kennbuchstabe J für den Stichprobenumfang ermittelt; Tabelle C.1 zeigt auf, dass bei normaler Prüfung ein Stichprobenumfang von 19 Einheiten erforderlich ist und dass der Typ-k-Annahmefaktor 1,677 beträgt. Folgende 19 Werte in Ohm für den Widerstand der Prüfeinheiten seien angenommen: 515; 491; 479; 513; 521; 536; 483; 509; 514; 507; 484; 526; 532; 499; 530; 512; 492; 522; 488. Es ist zu ermitteln, ob das Annahmekriterium erfüllt wird.

Weitere erforderliche Angaben

Ermittelte Werte

Stichprobenumfang: n (aus Tabelle C.1)	19
Annahmefaktor (aus Tabelle C.1)	1,677
obere Grenze für $\bar{x}$: $\bar{x}_U = U - k\sigma$	538,9 Ω
untere Grenze für $\bar{x}$: $\bar{x}_L = L + k\sigma$	501,1 Ω
Summe der Messergebnisse: $\sum x$	10,160
Stichprobenmittelwert: $\bar{x}$	508,0 Ω

Da $\bar{x}$ mit 508,0 Ω zwischen den Annahmegrenzwerten von $\bar{x}$, das heißt zwischen 501,1 Ω und 538,9 Ω , liegt, ist das Prüflös annehmbar.

ANMERKUNG 1 Obwohl σ größer als $0,75 \sigma_{\max}$ ist, liegt $\bar{x}$ weder dicht an $\bar{x}_L$ noch an $\bar{x}_U$, so dass das Näherungsverfahren zulässig ist.

ANMERKUNG 2 Alle Berechnungen mit Ausnahme der letzten beiden Zeilen sollten vor Beginn der Probenahme vorgenommen werden.

ANMERKUNG 3 Wäre zum Beispiel der Wert $\sigma = 20$ bekannt gewesen, hätte σ den MPSD-Wert überschritten. In diesem Fall hätte eine Stichprobenprüfung nicht einmal stattfinden sollen.

18 Vorgehen während fortlaufender Prüfung

Da eine Stichprobenanweisung zur Variablenprüfung nur dann effizient durchgeführt werden kann, wenn

- a) das zu prüfende Merkmal normalverteilt ist,
 - b) Aufzeichnungen geführt werden, und
 - c) die Regeln für einen Verfahrenswechsel beachtet werden,
- muss die Einhaltung dieser Anforderungen sichergestellt werden.

19 Normalverteilung und Ausreißer

19.1 Normalverteilung

Die zuständige Stelle sollte vor dem Beginn der Probenahme prüfen lassen, ob eine Normalverteilung vorliegt. Im Zweifelsfall sollte der Rat eines Statistikers eingeholt werden, ob die Verteilung für Variablenprüfung geeignet erscheint oder es sollten Prüfungen auf Abweichung von der Normalverteilung so wie jene in ISO 5479 oder ISO 5725-2, Abschnitt 2, durchgeführt werden.

19.2 Ausreißer

Ein Ausreißer (oder eine abweichende Beobachtung) ist ein Ermittlungsergebnis, das offenbar beträchtlich von den anderen Ermittlungsergebnissen der Stichprobe, aus der es stammt, abweicht. Ein einzelner Ausreißer vergrößert selbst dann die Streuung, wenn er innerhalb der Grenzwerte liegt, ändert den Mittelwert und kann folglich möglicherweise zur Rückweisung des Prüfloses führen (siehe ISO 16269-4). Werden Ausreißer festgestellt, so sollte die weitere Behandlung des Prüfloses Gegenstand von Verhandlungen zwischen Verkäufer und Käufer sein.

20 Aufzeichnungen

20.1 Qualitätsregelkarten

Einer der Vorteile einer Variablenprüfung besteht darin, dass Trends in der Qualitätslage des Produkts erkannt und frühzeitige Warnungen ausgesprochen werden können, bevor ein nicht annehmbarer Zustand erreicht wird. Dies ist ausschließlich möglich, wenn angemessene Aufzeichnungen angelegt werden.

Unabhängig davon, ob das s -Verfahren oder das σ -Verfahren angewendet wird, sollten die Werte von $\bar{x}$ und s aufgezeichnet werden, vorzugsweise in Form von Qualitätsregelkarten (siehe z. B. ISO 7870 und ISO 8258).

Dieses Vorgehen sollte insbesondere für das σ -Verfahren zur Anwendung kommen, um zu verifizieren, dass die für die Stichproben ermittelten Werte von s innerhalb der Grenzen des Vorgabewerts σ liegen.

Für die kombinierte Überwachung von zweifachen Grenzwerten sollten die MSSD-Werte nach Tabelle D.1, D.2 oder D.3 in die Qualitätsregelkarte für s als Hinweis auf *nicht annehmbare* Werte eingetragen werden.

ANMERKUNG Qualitätsregelkarten dienen dem Erkennen von Trends. Die letztendliche Entscheidung über die Annehmbarkeit eines einzelnen Prüfloses wird nach den Verfahren in den Abschnitten 15 und 16 gefällt.

20.2 Nicht angenommene Prüflose

Es ist besonders darauf zu achten, dass alle Prüflose aufgezeichnet werden, die nicht angenommen werden, und es ist dafür zu sorgen, dass Regeln für einen Verfahrenswechsel eingeführt werden. Ein Prüflos, das nach der Stichprobenanweisung nicht angenommen wurde, darf ohne Zustimmung der zuständigen Stelle weder in Gänze noch in Teilen erneut zur Prüfung vorgestellt werden.

21 Anwendung von Regeln für einen Verfahrenswechsel

Nachfolgend werden die genormten Regeln für einen Verfahrenswechsel wiedergegeben.

21.1 Normale Prüfung wird zu Beginn der Prüfung durchgeführt (sofern nicht anderweitig festgelegt). Diese wird während der Prüfung angewendet, bis eine verschärfte Prüfung notwendig oder eine reduzierte Prüfung zulässig wird.

21.2 Verschärfte Prüfung ist anzusetzen, wenn innerhalb von fünf oder weniger aufeinander folgenden Prüflosen zwei Lose bei normaler Erstprüfung nicht angenommen werden.

Eine verschärfte Prüfung wird im Allgemeinen durch eine Erhöhung des Annahmefaktors k erreicht. Die Werte werden in Tabelle B.2 für das s -Verfahren, in Tabelle C.2 für das σ -Verfahren aufgelistet.

21.3 Verschärfte Prüfung ist zu lockern, wenn bei verschärfter Erstprüfung fünf aufeinander folgende Prüflose angenommen wurden. In diesem Fall ist die normale Prüfung wieder aufzunehmen.

21.4 Reduzierte Prüfung darf eingeführt werden, wenn 10 aufeinanderfolgende Prüflose unter normaler Prüfung angenommen wurden. Voraussetzungen dafür sind,

- dass diese Prüflose auch annehmbar gewesen wären, wenn der AQL-Wert eine Stufe strenger gewesen wäre (z. B. 0,65 % anstatt 1,0 %);

ANMERKUNG Falls in Tabelle B.1 (s -Verfahren) beziehungsweise Tabelle C.1 (σ -Verfahren) für diesen strengerem AQL-Wert kein Wert für k angegeben wird, wird auf die zusätzlichen Annahmefaktoren, die durch Tabelle I.1 bereitgestellt werden, verwiesen.

- dass die Produktion stabil ist; und
- dass die zuständige Stelle eine reduzierte Prüfung für wünschenswert hält.

Eine reduzierte Prüfung wird mit einer wesentlich kleineren Stichprobe durchgeführt als die normale Prüfung, und der Wert des Annahmefaktors wird ebenfalls verringert. Die Werte von n und k für die reduzierte Prüfung werden in Tabelle B.3 für das s -Verfahren beziehungsweise Tabelle C.3 für das σ -Verfahren angegeben.

Falls die vorherigen 10 Prüflose während der ursprünglichen Prüfung angenommen wurden, darf eine reduzierte Prüfung ohne die Bedingung veranlasst werden, dass diese Prüflose auch annehmbar gewesen wären, wenn der AQL-Wert eine Stufe strenger gewesen wäre und bedarf der Zustimmung durch die zuständige Stelle.

21.5 Reduzierte Prüfung muss eingestellt werden und die normale Prüfung ist wieder aufzunehmen, wenn bei der Erstprüfung eines der folgenden Ereignisse eintritt:

- a) ein Prüfling wird nicht angenommen;
- b) die Produktion wird unregelmäßig und/oder verzögert;
- c) die zuständige Stelle hält eine reduzierte Prüfung nicht mehr für wünschenswert.

22 Unterbrechung und Wiederaufnahme der Prüfung

Wenn die Gesamtzahl der bei verschärfter Erstprüfung nicht angenommenen Prüflose in einer fortlaufenden Serie von Prüflosen fünf erreicht, sind die Annahmeverfahren dieses Teils von ISO 3951 zu unterbrechen.

Eine Prüfung nach den Festlegungen dieses Teils von ISO 3951 darf nicht wieder aufgenommen werden, bis vom Lieferanten Maßnahmen ergriffen wurden, um die Qualitätslage des vorgestellten Produkts oder der vorgestellten Dienstleistung zu verbessern, und die zuständige Stelle zugestimmt hat, dass die Maßnahmen voraussichtlich wirksam sein werden. Es ist dann die verschärfte Prüfung anzuwenden, als wenn Abschnitt 21.2 zur Geltung gekommen wäre.

23 Wechsel zwischen s - und σ -Verfahren

23.1 Schätzung der Prozess-Standardabweichung

Während der Anwendung dieses Teils von ISO 3951 ist der gewichtete Effektivwert der Werte von s in regelmäßigen Abständen als Schätzwert für die Prozess-Standardabweichung σ zu berechnen. Dies gilt sowohl für das s -Verfahren als auch für das σ -Verfahren (siehe J.2). Der Wert von σ ist nach jeweils fünf Losen erneut zu schätzen, sofern die zuständige Stelle nicht ein anderes Intervall festlegt. Der Schätzwert muss auf den vorhergehenden 10 Prüflosen basieren, sofern nicht die zuständige Stelle eine andere Anzahl festlegt.

23.2 Stabiler Zustand

Die obere Regelgrenze ist für jedes der 10 Prüflose (oder jedes der jeweils von der zuständigen Stelle festgelegten anderen Anzahl von Prüflosen) aus dem Term $c_U\sigma$ zu berechnen, wobei c_U ein Faktor ist, der vom Stichprobenumfang n abhängt und in Tabelle H.1 angegeben wird. Sofern keine der Stichprobenstandardabweichungen s_i die entsprechende Regelgrenze überschreitet, darf der Prozess als stabil betrachtet werden; in allen anderen Fällen ist der Prozess als nicht stabil zu betrachten.

ANMERKUNG 1 Falls die Stichprobenumfänge aller Prüflose identisch sind, gilt der Wert von $c_U\sigma$ für alle Lose.

ANMERKUNG 2 Fall die Stichprobenumfänge sich von Prüflos zu Prüflos unterscheiden, muss $c_U\sigma$ für diejenigen Prüflose nicht berechnet werden, bei denen die Stichprobenstandardabweichung s_i kleiner oder gleich σ ist.

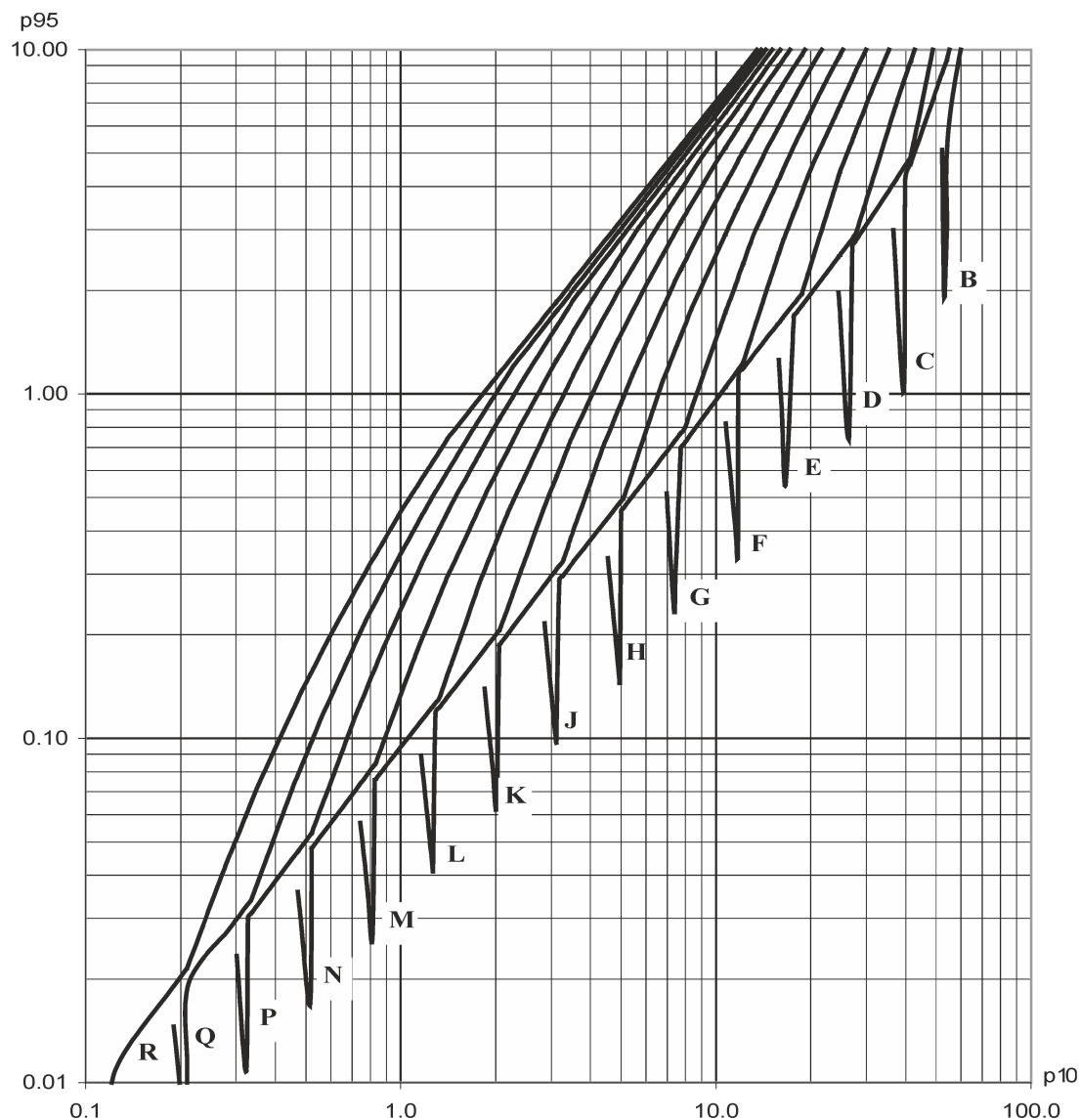
23.3 Wechsel vom s - zum σ -Verfahren

Wird der Prozess unter dem s -Verfahren als stabil betrachtet, so darf das σ -Verfahren eingeführt werden; dabei darf der letzte Wert von σ verwendet werden.

ANMERKUNG Dieser Wechsel wird nach dem Ermessen der zuständigen Stelle vollzogen.

23.4 Wechsel vom σ - zum s -Verfahren

Empfohlen wird die Fortschreibung einer Qualitätsregelkarte für s auch bei Anwendung des σ -Verfahrens. Wenn s größer als $c_U\sigma$ wird, ist der Prozess als nicht stabil zu betrachten und es ist zum s -Verfahren zu wechseln.



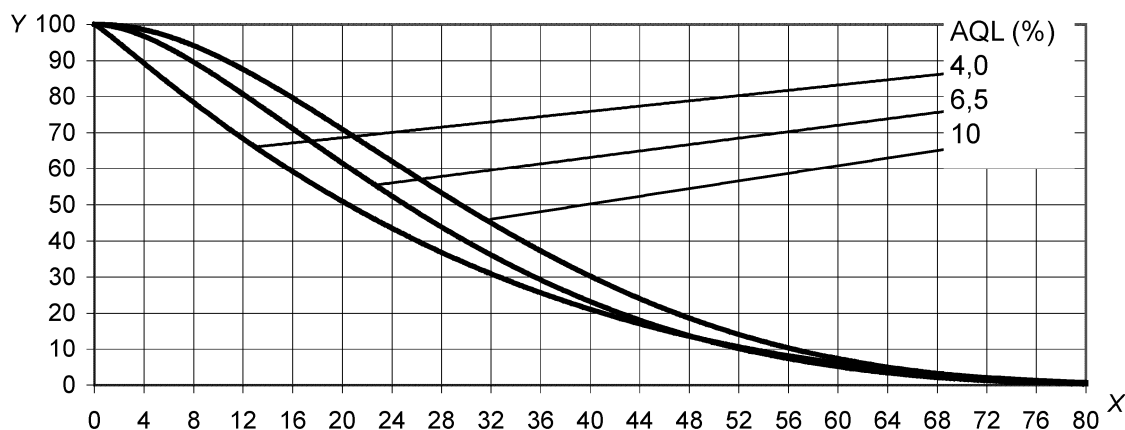
Legende

- p10 Qualitätslage bei einer Annahmewahrscheinlichkeit von 10 % (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)
 p95 Qualitätslage bei einer Annahmewahrscheinlichkeit von 95 % (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)

Bild 4 — Diagramm A: Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang für normale Einfach-Stichprobenanweisungen bei festgelegten Qualitätslagen für Annahmewahrscheinlichkeiten von 95 % und 10 %

24 Diagramme B bis R — Operationscharakteristiken und Tabellenwerte bei Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung: s-Verfahren

24.1 Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben B für den Stichprobenumfang: s-Verfahren



Legende

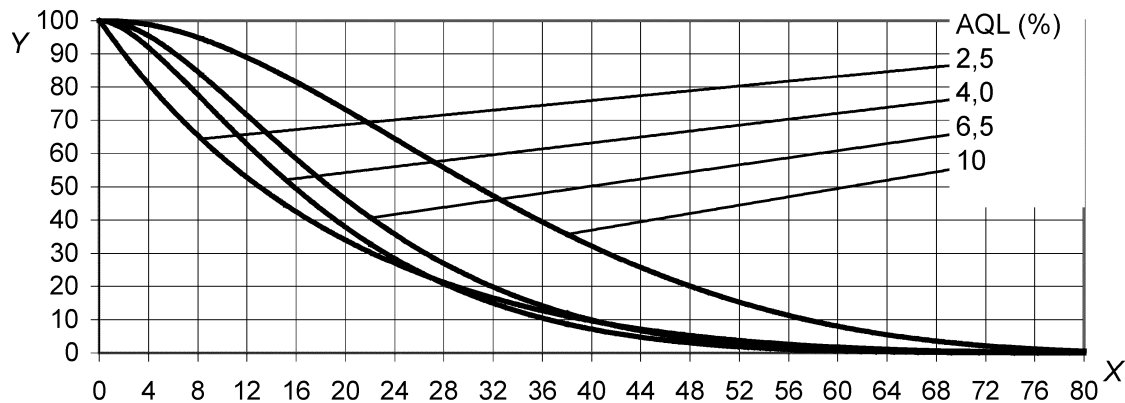
- X Qualitätslage des Prozesses (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)
Y Annahmewahrscheinlichkeit der Lose (P_a) in Prozent

Bild 5 — Diagramm B: Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung

Tabellenwerte der Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen

P_a %	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (normale Prüfung) — Kennbuchstabe B für den Stichprobenumfang					P_a %
	4,0		6,5	10,0		
99,0	0,458	1,34	2,06	3,35	13,65	99,0
95,0	1,94	3,73	5,11	7,37	20,19	95,0
90,0	3,73	5,98	7,80	10,64	24,33	90,0
75,0	9,32	11,85	14,40	18,18	32,15	75,0
50,0	20,49	21,92	25,10	29,57	41,87	50,0
25,0	36,55	35,40	38,75	43,34	52,11	25,0
10,0	53,01	49,17	52,27	56,44	61,22	10,0
5,0	62,60	57,47	60,26	64,00	66,43	5,0
1,0	78,03	71,75	73,82	76,56	75,33	1,0
Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (verschärfte Prüfung) — Kennbuchstabe B für den Stichprobenumfang						
Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (reduzierte Prüfung) — Kennbuchstaben D für den Stichprobenumfang						

24.2 Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben C für den Stichprobenumfang: s-Verfahren



Legende

X Qualitätslage des Prozesses (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)

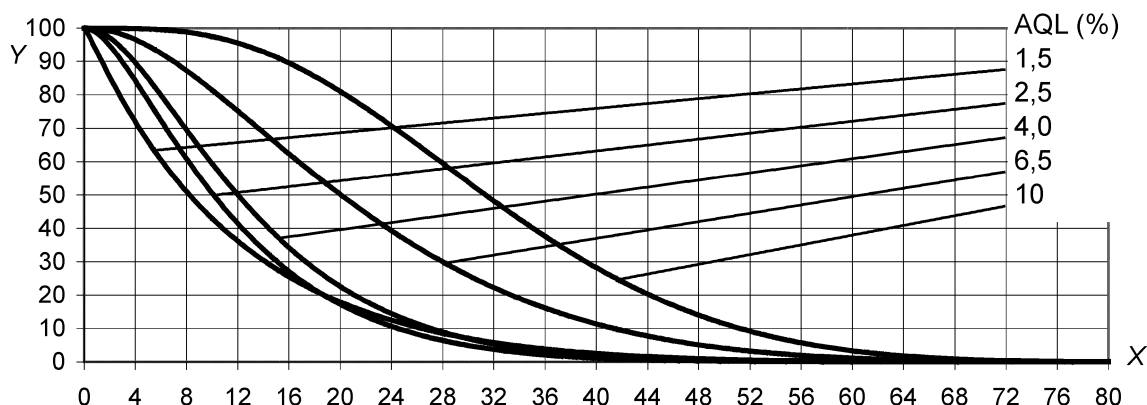
Y Annahmewahrscheinlichkeit der Lose (P_a) in Prozent

Bild 6 — Diagramm C: Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung

Tabellenwerte der Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen

P_a %	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (normale Prüfung) — Kennbuchstabe C für den Stichprobenumfang						P_a %
	2,5		4,0	6,5	10,0		
99,0	0,224	0,827	1,20	1,87	4,91	15,80	99,0
95,0	1,02	2,25	2,99	4,22	9,38	22,38	95,0
90,0	2,03	3,60	4,61	6,20	12,72	26,44	90,0
75,0	5,45	7,23	8,72	10,98	19,96	33,97	75,0
50,0	13,04	13,79	15,82	18,73	30,33	43,14	50,0
25,0	25,31	23,30	25,69	29,01	42,51	52,70	25,0
10,0	39,48	34,03	36,51	39,88	54,11	61,19	10,0
5,0	48,59	41,10	43,52	46,77	60,93	66,05	5,0
1,0	65,06	54,73	56,84	59,65	72,67	74,43	1,0
	4,0		6,5	10,0			
	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (verschärfte Prüfung) — Kennbuchstabe C für den Stichprobenumfang						
	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (reduzierte Prüfung) — Kennbuchstabe E für den Stichprobenumfang						

24.3 Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben D für den Stichprobenumfang: s-Verfahren



Legende

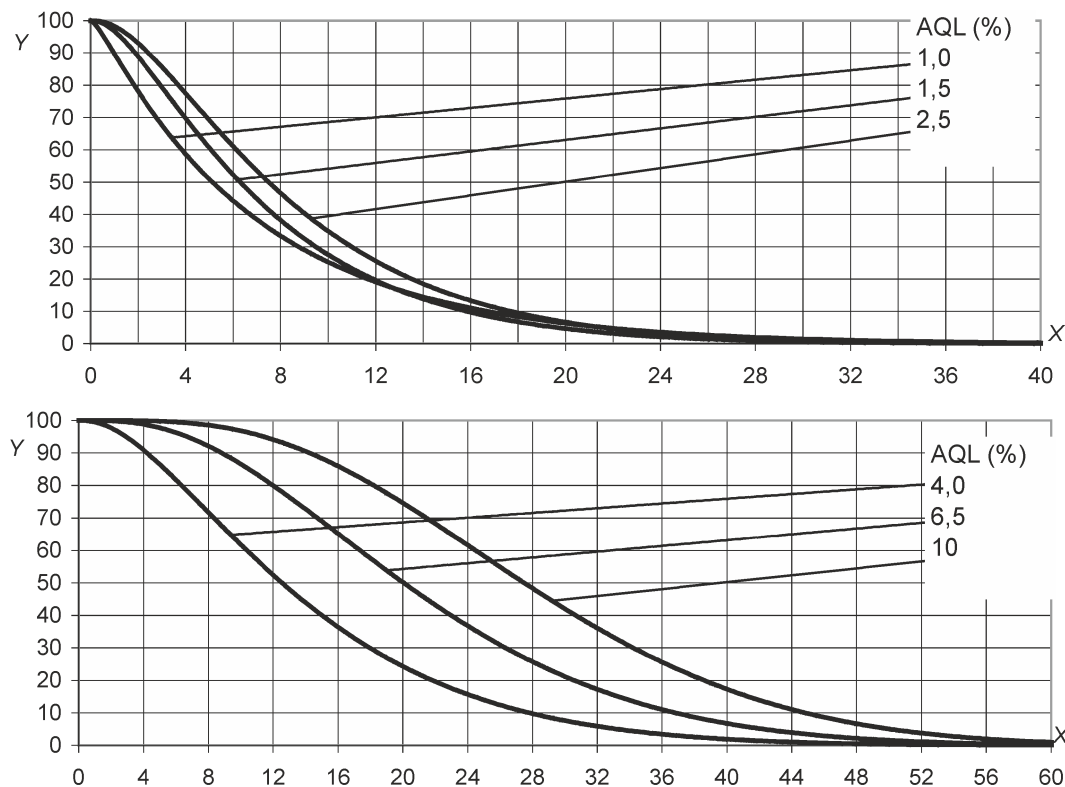
- X Qualitätslage des Prozesses (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)
Y Annahmewahrscheinlichkeit der Lose (P_a) in Prozent

Bild 7 — Diagramm D: Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung

Tabellenwerte der Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen

P_a %	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (normale Prüfung) — Kennbuchstabe D für den Stichprobenumfang							P_a %
	1,5		2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,194	0,488	0,828	1,23	2,23	6,34	14,51	99,0
95,0	0,746	1,35	1,97	2,69	4,84	11,05	20,81	95,0
90,0	1,40	2,18	2,98	3,93	6,99	14,39	24,74	90,0
75,0	3,53	4,49	5,56	6,95	12,05	21,33	32,10	75,0
50,0	8,24	8,89	10,11	12,01	20,07	30,92	41,18	50,0
25,0	16,26	15,70	16,75	19,08	30,50	41,97	50,76	25,0
10,0	26,37	23,94	24,51	27,08	41,37	52,48	59,36	10,0
5,0	33,48	29,70	29,85	32,49	48,20	58,72	64,32	5,0
1,0	47,88	41,62	40,84	43,42	60,87	69,71	72,95	1,0
	2,5		4,0	6,5	10,0			
Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (verschärfte Prüfung) — Kennbuchstabe D für den Stichprobenumfang								
	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (reduzierte Prüfung) — Kennbuchstabe F für den Stichprobenumfang								

24.4 Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben E für den Stichprobenumfang: s-Verfahren



Legende

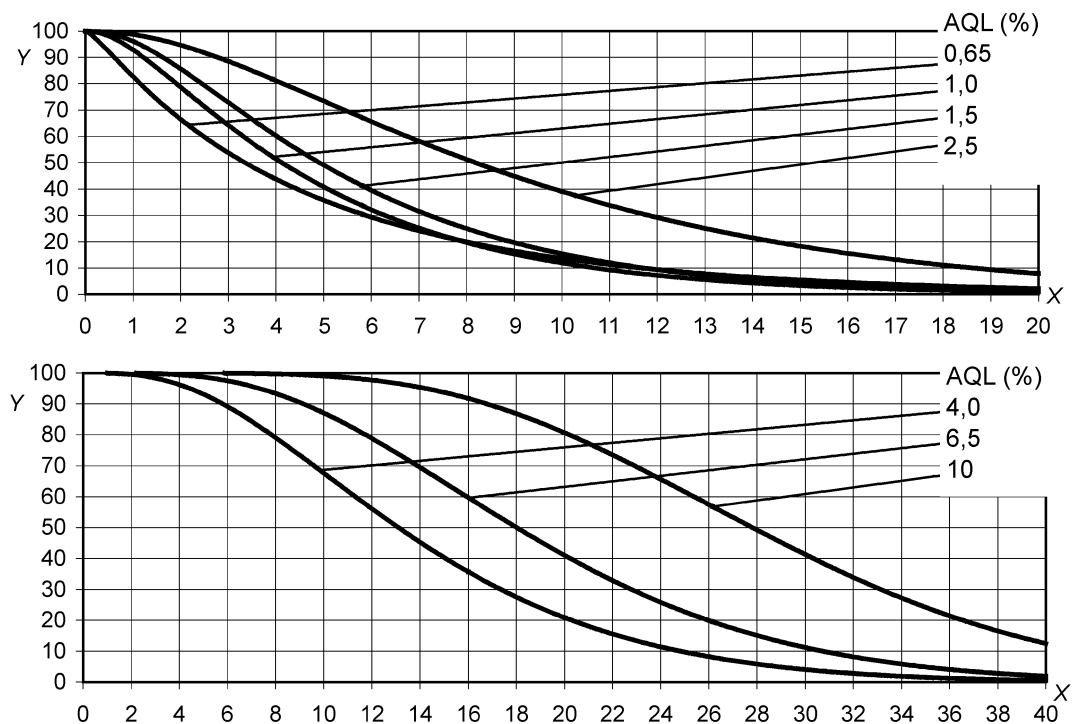
- X Qualitätslage des Prozesses (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)
Y Annahmewahrscheinlichkeit der Lose (P_a) in Prozent

Bild 8 — Diagramm E: Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung

Tabellenwerte der Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen

P_a %	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (normale Prüfung) — Kennbuchstabe E für den Stichprobenumfang								P_a %
	1,0		1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,168	0,313	0,549	0,785	1,36	3,79	7,26	18,19	99,0
95,0	0,552	0,839	1,25	1,68	2,92	6,70	11,44	23,93	95,0
90,0	0,975	1,35	1,87	2,44	4,22	8,83	14,25	27,36	90,0
75,0	2,28	2,77	3,46	4,31	7,36	13,40	19,89	33,57	75,0
50,0	5,13	5,56	6,30	7,51	12,55	20,06	27,50	41,03	50,0
25,0	10,08	10,05	10,58	12,16	19,74	28,31	36,27	48,83	25,0
10,0	16,68	15,80	15,84	17,70	27,80	36,81	44,82	55,90	10,0
5,0	21,59	20,02	19,62	21,62	33,22	42,23	50,06	60,05	5,0
1,0	32,44	29,31	27,87	30,01	44,13	52,64	59,79	67,51	1,0
	1,5		2,5	4,0	6,5	10,0			
	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (verschärfte Prüfung) — Kennbuchstabe E für den Stichprobenumfang								
	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (reduzierte Prüfung) — Kennbuchstabe G für den Stichprobenumfang								

24.5 Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben F für den Stichprobenumfang: s-Verfahren



Legende

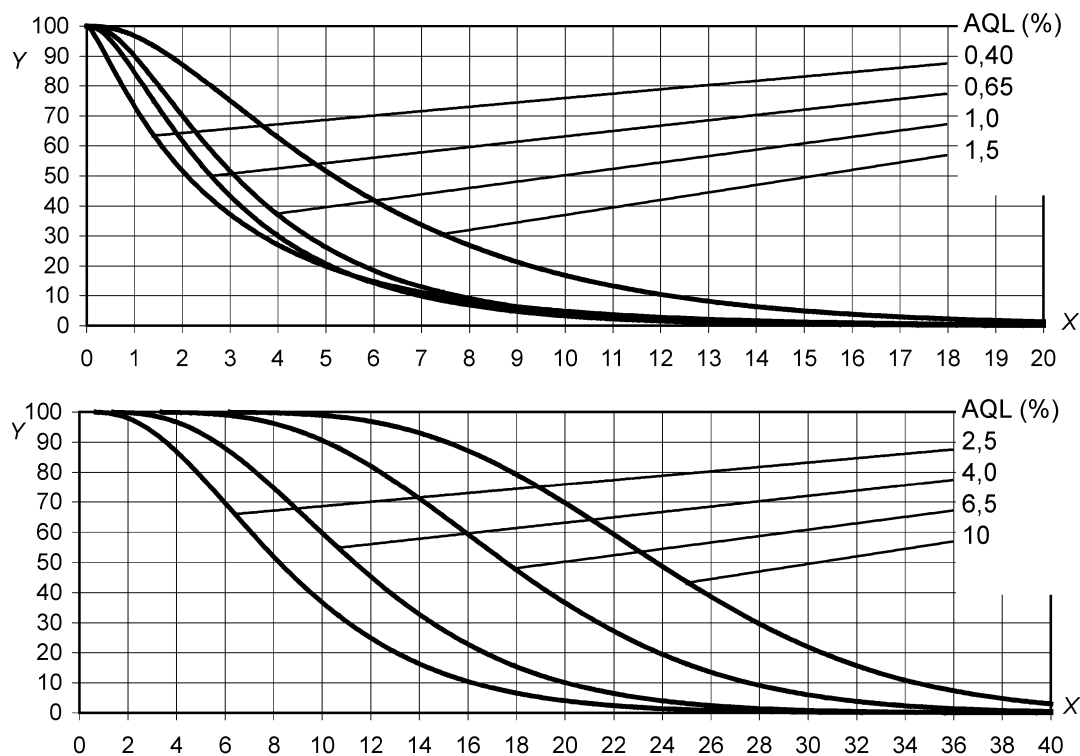
- X Qualitätslage des Prozesses (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)
Y Annahmewahrscheinlichkeit der Lose (P_a) in Prozent

Bild 9 — Diagramm F: Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung

Tabellenwerte der Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen

P_a %	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (normale Prüfung) — Kennbuchstabe F für den Stichprobenumfang									P_a %
	0,65		1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,102	0,231	0,365	0,552	0,940	2,57	4,67	10,19	13,02	99,0
95,0	0,339	0,584	0,821	1,14	1,95	4,43	7,33	14,24	17,73	95,0
90,0	0,605	0,918	1,22	1,63	2,79	5,79	9,13	16,76	20,63	90,0
75,0	1,45	1,84	2,25	2,84	4,81	8,72	12,84	21,60	26,06	75,0
50,0	3,35	3,63	4,13	4,92	8,21	13,09	18,00	27,80	32,84	50,0
25,0	6,82	6,57	7,04	8,01	13,05	18,71	24,25	34,73	40,23	25,0
10,0	11,70	10,45	10,74	11,79	18,74	24,78	30,70	41,44	47,19	10,0
5,0	15,50	13,39	13,48	14,54	22,71	28,83	34,86	45,58	51,41	5,0
1,0	24,31	20,15	19,69	20,67	31,17	37,07	43,08	53,43	59,23	1,0
	1,0		1,5	2,5	4,0	6,5	10,0			
	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (verschärfte Prüfung) — Kennbuchstabe F für den Stichprobenumfang									
	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (reduzierte Prüfung) — Kennbuchstabe H für den Stichprobenumfang									

24.6 Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben G für den Stichprobenumfang: s-Verfahren



Legende

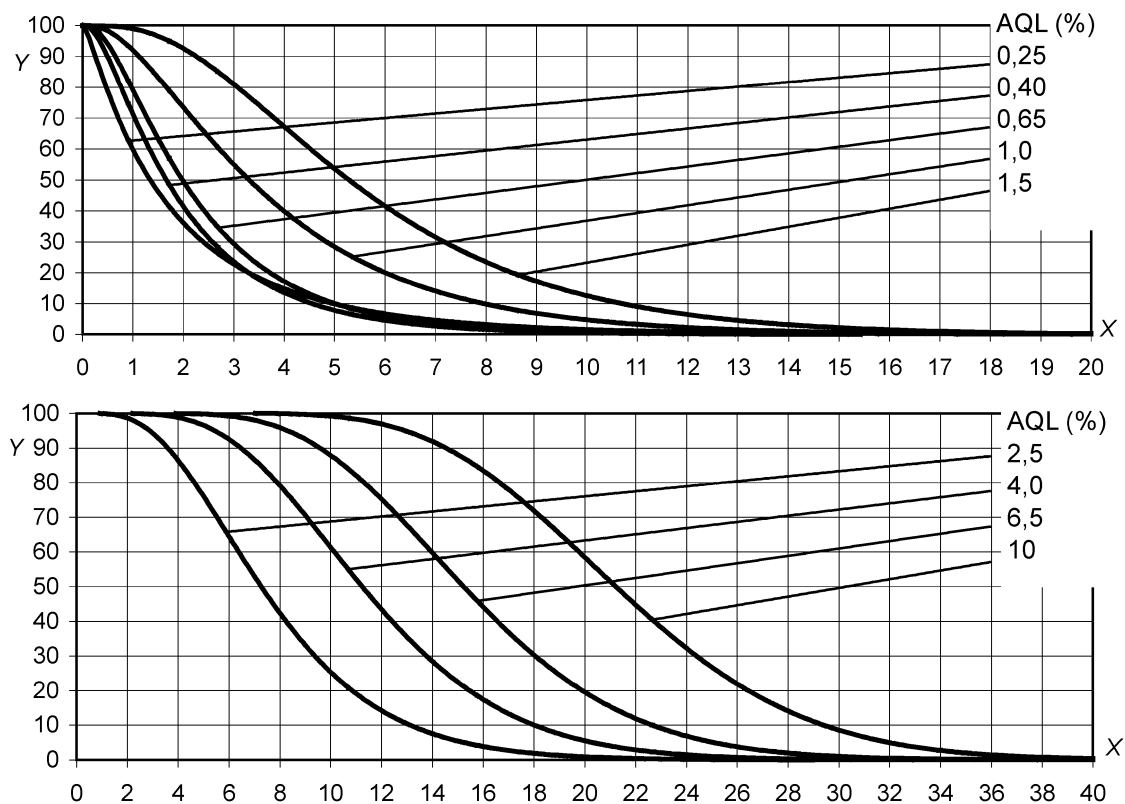
- X Qualitätslage des Prozesses (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)
Y Annahmewahrscheinlichkeit der Lose (P_a) in Prozent

Bild 10 — Diagramm G: Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung

Tabellenwerte der Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen

P_a %	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (normale Prüfung) — Kennbuchstabe G für den Stichprobenumfang											P_a %
	0,40		0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5		10,0		
99,0	0,077 2	0,144	0,231	0,335	0,601	1,58	2,88	6,02	7,85	9,85	11,96	99,0
95,0	0,236	0,362	0,514	0,697	1,23	2,73	4,51	8,54	10,76	13,12	15,56	95,0
90,0	0,406	0,568	0,762	1,00	1,75	3,57	5,63	10,16	12,59	15,13	17,74	90,0
75,0	0,932	1,14	1,41	1,76	3,00	5,41	7,97	13,34	16,09	18,93	21,79	75,0
50,0	2,10	2,28	2,60	3,10	5,16	8,24	11,32	17,57	20,65	23,75	26,84	50,0
25,0	4,25	4,21	4,49	5,14	8,32	11,99	15,53	22,53	25,86	29,16	32,40	25,0
10,0	7,37	6,85	6,97	7,73	12,17	16,21	20,04	27,56	31,05	34,46	37,76	10,0
5,0	9,86	8,90	8,86	9,67	14,96	19,12	23,06	30,81	34,34	37,78	41,09	5,0
1,0	15,94	13,82	13,30	14,13	21,13	25,29	29,30	37,26	40,81	44,22	47,47	1,0
	0,65		1,0	1,5	2,5	4,0	6,5		10,0			
	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (verschärfte Prüfung) — Kennbuchstabe G für den Stichprobenumfang											
	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5		10,0	
	Annehmbare Qualitätsgrenzlage in Prozent (reduzierte Prüfung) — Kennbuchstabe J für den Stichprobenumfang											

24.7 Operationscharakteristiken und Tabellenwerte für den Kennbuchstaben H für den Stichprobenumfang: s-Verfahren



Legende

- X Qualitätslage des Prozesses (als Anteil nichtkonformer Einheiten in Prozent)
- Y Annahmewahrscheinlichkeit der Lose (P_a) in Prozent

Bild 11 — Diagramm H: Operationscharakteristiken für Einfach-Stichprobenanweisungen, normale Prüfung