

DIN EN 61193-3

ICS 31.180

**Qualitätsbewertungssysteme –
Teil 3: Auswahl und Anwendung von Stichprobenanweisungen für
Endprodukte von Leiterplatten und Laminaten und
fertigungsbegleitende Auditierung
(IEC 61193-3:2013);
Deutsche Fassung EN 61193-3:2013**

Quality assessment systems –

Part 3: Selection and use of sampling plans for printed board and laminate end-product and in-process auditing

(IEC 61193-3:2013);

German version EN 61193-3:2013

Système d'assurance de la qualité –

Partie 3: Choix et utilisation de plans d'échantillonnage pour cartes imprimées et produits finis stratifiés et audits en cours de fabrication

(CEI 61193-3:2013);

Version allemande EN 61193-3:2013

Gesamtumfang 67 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2013-02-28 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2013-11-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61193-3:2008-04.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 682 „Montageverfahren für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 91 „Electronics assembly technology“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Qualitätsbewertungssysteme –
Teil 3: Auswahl und Anwendung von Stichprobenanweisungen für Endprodukte
von Leiterplatten und Laminaten und fertigungsbegleitende Auditierung
(IEC 61193-3:2013)

Quality assessment systems –
Part 3: Selection and use of sampling plans for
printed board and laminate end-product and
in-process auditing
(IEC 61193-3:2013)

Système d'assurance de la qualité –
Partie 3: Choix et utilisation de plans
d'échantillonnage pour cartes imprimées et
produits finis stratifiés et audits en cours de
fabrication
(CEI 61193-3:2013)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2013-02-28 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2013 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61193-3:2013 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 91/1061/FDIS, zukünftige Ausgabe 1 der IEC 61193-3, erarbeitet durch IEC/TC 91 „Electronics assembly technology“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61193-3:2013 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2013-11-28
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2016-02-28

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61193-3:2013 wurde vom CENELEC ohne irgendeine Abänderung als eine Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60068-2-20	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-20.
IEC 60068-2-38	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-38.
IEC 61189-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61189-2.
IEC 61189-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61189-3.
IEC 61193-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61193-1.
IEC 61193-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61193-2.
IEC 62326-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62326-1.
IEC 62326-4-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62326-4-1.
ISO 14001	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 14001.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Stichprobenverfahren	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Stichprobenpläne für die Attributprüfung	9
4.3 Nicht statistische Stichprobenpläne	10
4.4 Einordnung von Plänen mit $c = 0$	10
5 Klassifizierung von Attributen	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Zuordnung der Klassifizierung	16
5.3 Klassifizierung und Anpassung der Kriterien der Stichprobenpläne	17
5.4 Prozesssteuerung	17
6 Bewertung von Fehlern und Indikatoren für Prozessabweichungen	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Anforderungen an die Prozesssteuerung und -verbesserung	18
7 Prüfpläne	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Stichprobenpläne auf der Basis der Annahmezahl Null	19
7.3 Verantwortliche Stellen	19
7.4 Anwendung	19
7.5 Spezifikation von Prüfplänen	19
7.6 Einreichen eines Produkts	20
8 Klassifizierung von Fehlern	22
8.1 Allgemeines	22
8.2 Daten in der Kunden-Bauartspezifikation	22
9 Prozentualer Anteil von Fehlern je eine Million Möglichkeiten	22
9.1 Allgemeines	22
9.2 Klassen der DPMO	23
9.3 Abschätzung der DPMO	23
9.4 Berechnung der DPMO	24
10 Anwendung von Stichprobenplänen	24
10.1 Allgemeines	24
10.2 Einteilung von Prüfungen	24
10.3 Einstufung	25
10.4 Fertigungsbegleitende Prüfung und Qualitätslenkung	25
10.5 Indirekte Messverfahren	26

	Seite
Anhang A (informativ) Beispiel für einen allgemeinen Stichprobenplan für die drei Stufen der Übereinstimmung mit den Anforderungen von IEC 62326-4 für Mehrlagenleiterplatten	27
Anhang B (informativ) Beispiel eines allgemeinen Stichprobenplans	51
Anhang C (informativ) Annahmekennlinien und -werte	54
Literaturhinweise	62
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	65

Bilder

Bild 1 – Typische OC-Kennlinie für einen Plan mit $c \geq 0$	12
Bild 2 – Vergleich der OC-Kennlinien eines Plans mit $c \geq 0$ und eines Plans mit $c = 0$	13
Bild 3 – Systematischer Weg der Umsetzung der Prozesssteuerung	18
Bild 4 – Nichtübereinstimmende Attribute mit Spezifikationsanforderungen	21
Bild C.1 – Losgröße 2 bis 8	55
Bild C.2 – Losgröße 9 bis 15	55
Bild C.3 – Losgröße 16 bis 25	56
Bild C.4 – Losgröße 26 bis 50	56
Bild C.5 – Losgröße 51 bis 90	57
Bild C.6 – Losgröße 91 bis 150	57
Bild C.7 – Losgröße 151 bis 280	58
Bild C.8 – Losgröße 281 bis 500	58
Bild C.9 – Losgröße 501 bis 1 200	59
Bild C.10 – Losgröße 1 201 bis 3 200	59
Bild C.11 – Losgröße 3 201 bis 10 000	60
Bild C.12 – Losgröße 10 001 bis 35 000	60
Bild C.13 – Losgröße 35 001 bis 150 000	61
Bild C.14 – Losgröße 150 001 bis 500 000	61

Tabellen

Tabelle 1 – Vergleich von Prüfplänen	13
Tabelle 2 – Risikomanagementfaktoren/Indexwerte (verknüpfte AQL)	14
Tabelle 3 – Richtlinien für die Auswahl der Stichprobengröße	15
Tabelle 4 – Ungünstigste Einsatzumgebungen	16
Tabelle 5 – Allgemeine Kriterien eines Stichprobenplans nach Markt-/Technologiesektoren	20
Tabelle 6 – Prozesssteuerung	26
Tabelle A.1 – Anforderungen an die Leistungsfähigkeit	27
Tabelle B.1 – Richtlinien für die Eignungs- und Konformitätsprüfung	52
Tabelle C.1 – Losgrößen	54
Tabelle C.2 – Kennwerte kleiner Lose	54

Einleitung

Im Hinblick auf die Einhaltung der Kundenanforderungen ist eine eindeutige Beschreibung von Stichprobenanweisungen in IEC-Normen und in Spezifikationen unerlässlich. Alle Einzelheiten sollten im Hinblick auf ihre Realisierung und Anpassung zur Beurteilung des auszuliefernden Produkts, auf die Verwendung in der Prozesssteuerung und der statistischen Prozesssteuerung (statistical process control, SPC) oder die Anwendbarkeit dieser Prinzipien beim kontrollierten Experimentieren eindeutig sein. Die allgemeinen Merkmale dieser Prinzipien beziehen sich auf eine allmähliche Minderung, die bei der Prüfung des hergestellten Produktes erforderlich sein kann. Als solche werden sie manchmal als logische Schritte zur Prozessverbesserung bezeichnet. Diese Schritte sind folgende:

- a) STATISTISCHE STICHPROBENNAHME: wo, wann und warum
 - Bestimmung eines angemessenen Umfangs von Mustern aus einem vorgegebenen Los von Erzeugnissen und Anwendung von Statistiken zur Bewertung des Auftretens von Anomalien.
- b) NULL-FEHLER-NORMEN: Rolle von Spezifikationen
 - Unternehmen des Versuchs, Fehlerfreiheit in einem Produktionslos durch die Empfehlungen in Normen oder Spezifikationen zu erreichen, die die Produkthanforderungen festlegen.
- c) WIRTSCHAFTLICHKEIT: AQL gegenüber Fehlerkosten
 - Festlegung des höchsten Grades der nicht entsprechenden Produktkennwerte, die die Kosten bestimmen, die anfallen, wenn diese festgestellt und unbeabsichtigt an den Kunden geliefert wurden (Qualitätskosten) und Festlegung einer annehmbaren Qualitätsbewertungsmethode, um diese Vorkommnisse zu reduzieren.
- d) REDUZIERTER PRÜFUNG DURCH SPC: Regeln für die Anwendung und die Steuerung
 - Schaffung eines Prozesssteuerungsprogramms, das auf Rückweisungskriterien basiert, gefolgt von kontrolliertem Experimentieren zur Verbesserung des Prozesses und dann Anwendung der statistischen Analyse zur Feststellung, dass die Prozessverbesserung das Auftreten dieser Rückweisungskriterien vermindert hat.

Die schnelle Entwicklung in der elektronischen Industrie hat dazu geführt, dass der Leiterplattenaufbau oder die Werkstoffe für die Produkte so komplex geworden sind, dass die Qualitätslage der Produkte, die mit bekannten Fehlern geliefert werden, nicht mehr tragbar ist. Die zulässige Anzahl fehlerhafter Produkte sollte darauf gerichtet sein, in den Verträgen zwischen Hersteller und Abnehmer gegen Null zu gehen.

Dieser Umstand hat zur Entwicklung neuer Verfahren der Qualitätssicherung wie der Anwendung der statistischen Prozesssteuerung (SPC) geführt. Aufgrund der nach den AQL-Tabellen zulässigen geringen Anzahl fehlerhafter Produkte wird oft der Ausweg der 100%-Prüfung gesucht.

Gleichzeitig hat sich der Qualitätsgedanke so weit entwickelt, dass die Annahme von Fehlern unmöglich geworden ist und die herkömmliche Anwendung von AQL-Tabellen sehr stark nachgelassen hat.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61193 enthält Stichprobenpläne für die Attributprüfung einschließlich Auswahlkriterien und Umsetzungsverfahren von Stichprobenplänen für Endprodukte von Leiterplatten und Laminaten und fertigungsbegleitende Auditierung. Die dazu angegebenen Grundprinzipien erlauben die Verwendung unterschiedlicher Stichprobenpläne, die entsprechend der Klassifizierung der Bedeutung des Attributs (der Attribute) hinsichtlich der Bauart, der Eignung und der Funktion für ein einzelnes Attribut oder eine Menge von Attributen angewendet werden können.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60194:2006, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

IEC 62326-4:1996, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification*

ISO 9000:2005, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 14560:2004, *Acceptance sampling procedures by attributes – Specified quality levels in non-conforming items per million*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60194:2006, ISO 9000:2005 und die folgenden Begriffe.

3.1

Attribut

Aspekt oder Merkmal einer bestimmten Produkteinheit im Hinblick auf die tatsächliche Anforderung oder zulässige Abweichung

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine tatsächliche Anforderung bedeutet Folgendes:

- eine Anforderung, die als ein Messwert mit einer zulässigen Abweichung nach oben und/oder nach unten angegeben wird;
- eine Anforderung, die als eine unbedingt gewünschte Bedingung mit zulässigen Unregelmäßigkeiten angegeben wird;
- eine Anforderung, die ohne Ausnahme als uneingeschränkt gültig angegeben wird (gut/schlecht).

3.1.1

kritisches Attribut

ein Attribut, bei dem ein Fehler eine Beurteilung ergibt oder die Erfahrung gezeigt hat, bei dem ein Fehler wahrscheinlich zu einer gefährlichen oder unsicheren Bedingung für Personen führt, die das Produkt anwenden oder warten oder die von diesem Produkt abhängig sind, oder ein Fehler möglicherweise die Leistungsfähigkeit oder die Funktion eines größeren Endprodukts wie eines Schiffs, eines Flugzeugs, eines Computers, einer medizinischen Einrichtung oder eines Telekommunikationssatelliten beeinträchtigt

3.1.2

Hauptattribut

ein Attribut, bei dem ein Fehler mit Ausnahme eines kritischen Fehlers wahrscheinlich zu einem Ausfall oder zu einer Beeinträchtigung der Brauchbarkeit der Produkteinheit für ihren vorgesehenen Zweck führt

3.1.3

Nebenattribut

ein Attribut, bei dem ein Fehler wahrscheinlich nicht zu einer grundlegenden Beeinträchtigung der Brauchbarkeit der Produkteinheit für ihren vorgesehenen Zweck führt oder bei dem ein Fehler eine Abweichung von eingeführten Normen darstellt, aber auf den wirksamen Nutzen oder den Betrieb der Einheit nur wenig Auswirkung hat

3.2

annehmbare Qualitätsgrenzlage

AQL

höchster prozentualer Anteil an Fehlern, der als Risiko toleriert werden kann und der für eine Stichprobenprüfung angegeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Stichprobenprüfung mit einer angegebenen Risikotoleranz wird nur angewendet, wenn erwartet wird, dass alle Produkteinheiten innerhalb eines Prüfloses den Spezifikationsanforderungen vollständig entsprechen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe 3.3.

3.3

Annahmequalitätsgrenzlage

niedriger als die perfekte Qualitätsgrenzlage

Anmerkung 1 zum Begriff: Überarbeiteter Terminus für AQL.

Anmerkung 2 zum Eintrag: Der Terminus wird verwendet, um aufzuzeigen, dass ein bestimmtes Risikoniveau darin liegt, dass einige Produkte nicht übereinstimmende Kennwerte haben. Sie beeinträchtigen jedoch nicht die endgültige Leistungsfähigkeit. Diese Entscheidungen basieren auf Verträgen zwischen Kunden und Lieferanten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Verwendung der Abkürzung AQL mit der Bedeutung „annehmbare Qualitätsgrenzlage“ (siehe 3.2) wird nicht länger empfohlen.

3.4

fehlerhaft

Produkteinheit mit einem Fehler oder mehreren Fehlern

3.4.1

kritisch fehlerhaft

Produkteinheit mit einem Fehler oder mehreren Fehlern kritischer Attribute, die außerdem auch Fehler von Haupt- oder Nebenattributen aufweisen kann

3.4.2

wesentlich fehlerhaft

Produkteinheit mit einem Fehler oder mehreren Fehlern von Hauptattributen, die außerdem auch Fehler von Nebenattributen aufweisen kann, aber keine Fehler kritischer Attribute zeigt

3.4.3

geringfügig fehlerhaft

Produkteinheit mit einem Fehler oder mehreren Fehlern von Nebenattributen, die keine Fehler von Hauptattributen oder kritischen Attributen aufweist

3.5

Überprüfung

Prozess der Messung, Untersuchung, Prüfung oder eines sonstigen Vergleichs der Produkteinheit mit den festgelegten Anforderungen

3.5.1

Attributprüfung

Überprüfung einzelner Attribute (Aspekte oder Merkmale) der Produkteinheit anhand der festgelegten Anforderungen, Verfahren und/oder Anweisungen

3.5.2

Prüflos

Bestand von Produkteinheiten, die als eine spezifische Einheit gekennzeichnet und behandelt werden und denen eine Stichprobe entnommen und diese überprüft wird, um die Übereinstimmung mit den Annahmekriterien festzustellen

3.5.3

Prüfrate

Anzahl der Eigenschaften je Zeiteinheit, die bei festgelegten Vorgaben für einen Fehlalarm und die Ausreißerrate bewertet werden kann

3.6

Risikomanagementfaktor

RMF

höchstzulässiger prozentualer Anteil möglicher Fehler in einem Los (einer Gruppe) von Einheiten auf der Grundlage eines Vertrauensbereichs von 95 %

3.7

versandfertiges Produkt

Produkt, das an den Abnehmer versandt wird, ohne dass es weitere Annahmekriterien erfüllen muss

3.8

Produkteinheit

Gegenstand (Gegenstände), der (die) überprüft wird (werden), um die Übereinstimmung mit spezifischen Anforderungen festzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anforderungen beinhalten Folgendes:

- einen einzelnen Artikel, ein Paar, ein Satz, eine Länge, eine Fläche, den Betrieb, ein Volumen, ein Bauteil eines Endprodukts oder das Endprodukt selbst;
- kann der Verkaufs-, Liefer-, Produktions- oder Versandeinheit gleichen oder nicht.

4 Stichprobenverfahren

4.1 Allgemeines

Es gibt eine beträchtliche Anzahl von ISO-Normen zur Annahmestichprobenprüfung (für Einzelheiten siehe Anhang D). Die meisten dieser Normen enthalten jedoch Pläne, die es gestatten, dass ein Los angenommen wird, auch wenn die Probe aus dem Los ein oder mehr fehlerhafte Elemente aufweist, auch wenn es einige Ausnahmen gibt (ISO 18414 und ISO 21247).

Stichprobenpläne mit der Annahmezahl Null ($c = 0$) wurden ursprünglich für einen gleichen oder besseren Verbraucherschutz bei einem geringeren Prüfaufwand entwickelt und angewendet, als er mit den entsprechenden Stichprobenplänen erforderlich ist. Die Pläne mit $c = 0$ sind einfach in der Anwendung und in der Verwaltung, weil der Schwerpunkt auf null Fehlern und der Abwendung einer Produkthaftung liegt. Die im vorliegenden Dokument angegebenen Grundprinzipien sind auf die Bereitstellung einer Anzahl von Attributplänen für eine losweise Prüfung ausgerichtet. Die Annahmezahl ist dabei immer Null. Das bedeutet, dass für einen bestimmten Schutzgrad eine Stichprobengröße ausgewählt wird, und wenn ein fehlerhaftes Attribut vorhanden ist bzw. mehrere fehlerhafte Attribute vorhanden sind, das Los zurückgehalten wird.

Der Begriff „das Los zurückhalten“ bedeutet nicht notwendigerweise eine Zurückweisung. Ein Los wird nicht automatisch angenommen oder zurückgewiesen, wenn eine oder mehrere Nichtübereinstimmungen festgestellt werden. Es erfolgt vielmehr nur dann eine Annahme, wenn in der Stichprobe null Fehler festgestellt werden.

Die Zurückhaltung des Loses verpflichtet das ingenieurtechnische Personal/Verwaltungspersonal, die Ergebnisse zu überprüfen und das Lot in Abhängigkeit von der Ernsthaftigkeit des Falls zurückzuhalten. Dies richtet sich danach, ob es sich bei dem Attribut um ein kritisches Attribut, ein Hauptattribut oder ein

Nebenattribut handelte oder ob die Nichtübereinstimmung mit den Anforderungen als kritischer Fehler, als wesentlicher Fehler oder als geringfügiger Fehler definiert wurde.

Das Wort „fehlerhaft“ wird in der Qualitätslenkung im Allgemeinen zur Beschreibung eines Teils, eines Bauelements, eines Gegenstands oder einer anderen Produkteinheit mit einem oder mehreren Fehlern verwendet. Das Wort „Fehler“ wird allgemein zur Beschreibung einer bestimmten nicht übereinstimmenden Eigenschaft einer Produkteinheit benutzt.

4.2 Stichprobenpläne für die Attributprüfung

4.2.1 Allgemeines

Die folgenden Abschnitte enthalten einen Überblick über losweise Attributpläne unter Bezugnahme auf andere Pläne. Es gibt zwei große Kategorien der Stichprobennahme. Das sind:

- a) kontinuierlich;
- b) losweise.

4.2.2 Kontinuierliche Stichprobennahme

Eine kontinuierliche Stichprobennahme erfolgt oft, wenn Produkteinheiten einzeln nacheinander vorgelegt werden. Dies kann für Produktionsprozesse zutreffen, bei denen ein Produkt mehrere Teilschritte durchläuft. Ein Produkt, das sich auf einem Fließband bewegt, kann auch als Anwarter für eine kontinuierliche Bemusterung angesehen werden. Die Industrie ist davon abgekommen, die Qualität erst am Ende der Fließlinie zu überprüfen, und so erfolgt in vielen Unternehmen die statistische Prozesssteuerung durch eine fertigungs begleitende Überprüfung oder Stichprobennahme.

Der kontinuierliche Stichprobenplan kann eine Häufigkeitsprüfung erfordern, d. h., die Prüfung von einer von fünf Einheiten. Auch wenn die Produkte die Prüfung bestehen, hat diese Häufigkeitsprüfung Bestand. Wenn jedoch eine Einheit die Prüfung nicht besteht, wird wieder zur 100%-Prüfung übergegangen, bis die festgelegte Anzahl aufeinanderfolgender übereinstimmender Prüflinge erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt kehrt der Prozess zur Häufigkeitsprüfung zurück.

Eine Qualitätsentscheidung für eine kontinuierliche Stichprobennahme wäre zum Beispiel die Prüfung von fünf Stichproben aus einer Gesamtanzahl von 30 Produkten, die den Prozess während einer bestimmten Stunde. Wenn auf der Grundlage der geprüften Eigenschaften (z. B. Brückenbildung des Lotes an einer bestimmten Stelle) während einer bestimmten Anzahl von Stunden nichts beobachtet wird, kann die Zeit ohne Änderung des Stichprobenumfangs verlängert werden. An dieser Stelle repräsentiert die genommene Stichprobe einen größeren Anteil einer verarbeiteten Produktmenge. Die Stichproben werden dann über einen längeren Zeitraum überwacht, bevor wieder auf weniger Stichproben reduziert wird oder die zugewiesene Zeit, in der Stichproben zufällig ausgewählt werden, verlängert wird.

4.2.3 Losweise Attribute

Losweise bedeutet, dass die Produkteinheiten im Gegensatz zur einzelnen Vorlage zur Prüfung in einer Gruppe, einer Charge oder einem Los vorgelegt werden. In diesen Fällen wird eine Stichprobe mit einer festgelegten Größe gezogen und mit den Annahmekriterien verglichen. In der Vergangenheit war in den Stichprobenplänen eine bestimmte Menge von Fehlern in der Stichprobe zulässig; in den Plänen mit $c = 0$ sind keine Fehler zugelassen. In den Plänen mit $c = 0$ werden die Attribute entweder als übereinstimmend oder als nicht übereinstimmend bewertet. In Attributplänen werden oft Gut-/Schlechtlehren benutzt.

4.2.4 Losweise Variablen

Ein anderes losweises Bemusterungsverfahren umfasst die Analyse von gemessenen Kennwerten, wobei die Attribute in Abhängigkeit von den Anforderungen variieren. Verglichen mit der Attributprüfung umfasst die Variablenprüfung im Wesentlichen die Überprüfung kleinerer Stichprobengrößen, damit der gleiche Schutz erreicht wird, wie ihn ein Attributplan gewährt. Die Wirtschaftlichkeit dieser kleineren Stichprobengrößen wird jedoch oft durch die erforderlichen Berechnungen und die Notwendigkeit der Durchführung und Aufzeichnung

von Messungen aufgehoben. Außerdem liegt der grundlegende Unterschied zwischen der Attributprüfung und der Variablenprüfung nicht in den relativen Stichprobengrößen, sondern darin, dass die Variablenprüfung auf Messungen basiert, wogegen die Attributprüfung auf Klassifikationen basiert.

Wenn in einem Prüfablauf Daten von Variablen gefordert werden, sollten unbedingt Variablenpläne in Betracht gezogen werden. Die Verwendung von Variablenplänen ist erforderlich, wenn die Verteilung der Variablendaten den Prozess beträchtlich verbessern kann. Es kann auch wichtig sein, einen oberen und unteren Wert festzulegen, so dass der Kunde sich der Änderungen bewusst ist, die erforderlich sein können, um die beiden Grenzen in einer Weise einander näher zu bringen, die die Anforderungen des Kunden (Vorgabe) erfüllt. Durch Aufbewahrung der Aufzeichnungen über die Einhaltung des Vorgabewerts für eine bestimmte Anforderung durch den Hersteller kann mit dem Stichprobenplan anhand der Verteilung der Messwerte innerhalb der oberen und unteren Annahmegrenze ermittelt werden, ab wann der Prozess nicht mehr beherrscht wurde. Mit der losweisen Variablenbemusterung werden in erster Linie Informationen gesammelt, mit denen die Herstellung zulässiger Produkte sichergestellt wird, indem mit der Losprüfung der Abstand von der Vorgabe ermittelt wird.

4.3 Nicht statistische Stichprobenpläne

Es gibt Fälle, in denen null Fehler nach einer Sichtprüfung zugesagt werden können, obwohl die Stichprobengröße logisch nicht anhand eines statistischen Risikos festgelegt werden kann. Derartige Stichprobengrößen sind für die wichtigeren Attribute im Allgemeinen außergewöhnlich klein und deshalb ist die Kenntnis des Prozesses und der Steuerungsfaktoren unentbehrlich. Beim Bohren von Leiterplatten kann die Prüfung des ersten Artikels als Verfahren verwendet werden, um festzustellen, dass die automatischen Werkzeuge, die die Anzahl von Bohrungen in der Platte ausführen, die Anforderungskriterien erfüllen. Es wird keine weitere Prüfung des Produkts durchgeführt. Um jedoch zu sichern, dass sich der Produktionsprozess immer noch unter Kontrolle befindet, kann eine Stichprobennahme bezüglich der Anzahl der Anwendungen eines Bohrers durchgeführt werden, die die Qualität beeinträchtigen kann, die durch den ersten Artikel genehmigt wurde.

Damit bei der Beurteilung solcher Stichprobengrößen in Prüfplänen keine Missverständnisse auftreten, sollten bestimmte Bezeichnungen benutzt werden, um einen Zusammenhang mit statistischen Risiken zu vermeiden. Der Grund für eine derartige Auswahl sollte entweder direkt im Plan oder in den Qualitätslenkungsnormen angegeben werden.

Ein Beispiel dafür kann ein Bemusterungsverlauf sein, bei dem nur die erste und die letzte Einheit eines Loses einer Maßprüfung unterzogen werden. Dies erfolgt auch, wenn zum ersten oder letzten Mal ein Bohrer verwendet wird, er wird in einen Prüfcoupon hineingebohrt. Dadurch wird ermöglicht, dass die ersten und letzten Kennwerte des gebohrten Loches geprüft werden und festgestellt wird, dass alle dazwischen gebohrten Löcher von guter Qualität sind. Wenn es sich um verschiedene Produkte handelt, kann das Verfahren normiert werden, indem der Betrag der Flächeneinheit bewertet wird, der in einer bestimmten Zeit auf dem Fließband bearbeitet wird. In diesem Fall können vielfältige Produkte gemessen und bewertet werden. In Abhängigkeit von den Nichtübereinstimmungen je Flächeneinheit über eine bestimmte Zeitfolge wird dann beurteilt, ob das System beherrscht wird oder nicht.

Die höheren Indexwerte in den Plänen mit $c = 0$ werden auch angewendet, wenn eine günstige Prozesssteuerung nachgewiesen worden ist und nur ein Audit erforderlich ist. Obwohl die statistischen Risiken scheinbar hoch sind, sind sie vom praktischen Standpunkt aus gesehen außerordentlich gering.

4.4 Einordnung von Plänen mit $c = 0$

In der Vergangenheit wurden viele Pläne mit dem Konzept $c \geq 0$ benutzt. Diese Pläne sind auf die annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL) ausgerichtet. Im Wesentlichen bedeutet AQL, dass ein festgelegter prozentualer Anteil eine gute Qualität aufweist. In jedem Stichprobenplan kann eine Annahmekennlinie erzeugt werden, mit der das Risiko der Annahme von Losen mit abweichenden prozentualen Anteilen von Nichtübereinstimmungen oder Fehlern definiert wird. Diese Pläne wurden in den späten 1980er Jahren weniger geschätzt aufgrund des Missverständnisses, dass es üblich war, versandfertige Produkte mit bekannten fehlerhaften Attributen freizugeben.

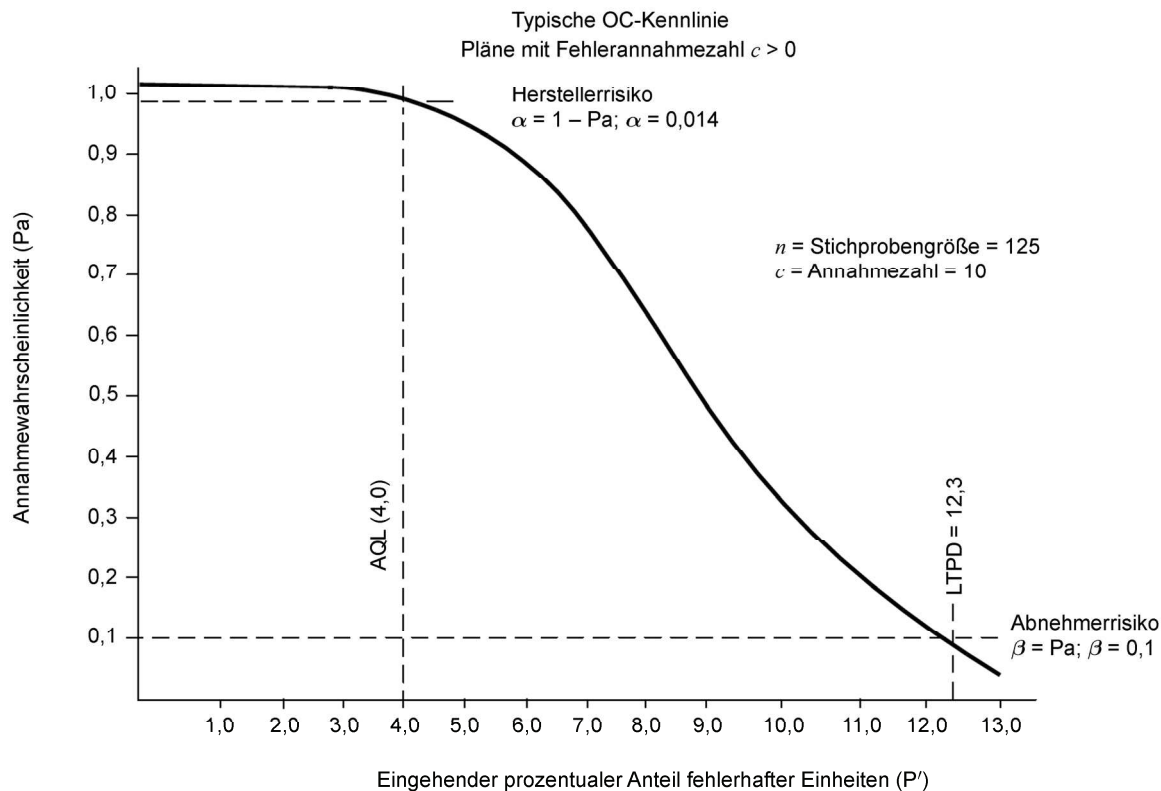
Bei der Anwendung des AQL-Konzepts liegt im Zusammenhang mit dem prozentualen Anteil der AQL eine hohe Annahmewahrscheinlichkeit vor. Gewöhnlich beläuft sich dieser prozentuale Anteil auf eine Annahmewahrscheinlichkeit zwischen 0,90 und 0,98. Das Risiko der Zurückweisung dieses prozentualen Anteils der AQL liegt in einer Größenordnung der Wahrscheinlichkeit von 0,10 bis 0,02. Dieses Zurückweisungsrisiko wird als das „Herstellerrisiko“ bezeichnet.

Die Annahme, die dem AQL-Konzept zugrunde liegt, besteht darin, dass zwischen Hersteller und Abnehmer eine Vereinbarung erzielt wurde. Obwohl der Begriff „Qualität“ durch die Anfangsbuchstaben AQL impliziert ist, bedeutet die Auswahl dieses Verfahrens die schlechteste vertretbare Qualitätslage, da bei der Stichprobengröße nicht übereinstimmende Produkte gefunden werden können und das Produktionslos trotzdem noch an den Kunden geliefert wird, siehe Tabelle 1. Da eine Bemusterung angewandt wird, akzeptiert der Hersteller das Risiko, das Los zurückgewiesen zu bekommen, obwohl der tatsächliche fehlerhafte Prozentsatz im Los gleich oder geringer ist, als in der AQL angegeben.

Es ist ebenfalls wichtig, dass entweder vom Kunden oder von den Anforderungen der Spezifikation bezüglich der Kennwerte der nicht übereinstimmenden Attribute ein klarer Unterschied gemacht wird. Viele Leiterplatten- oder Laminatstandards bestimmen einige Kennwerte als Verfahrensindikator und gestatten es, dass diese geliefert werden, da sie die Funktion des Produktes nicht beeinträchtigen. Der Stichprobenplan gestattet daher eine geringere Anzahl von Prüfungen und verwendet das Auftreten des Verfahrensindikators als etwas, das verbessert werden muss. Andere Attribute werden als Fehler definiert, da sie die Funktion beeinträchtigen und daher die gesamte Fertigung.

Falls keine vorausgehende AQL-Vereinbarung vorliegt und eine Stichprobennahme nur erfolgt, weil eine 100-%-Prüfung nicht durchführbar ist, ist die Folge gewöhnlich eine überschüssige Überprüfung. Auch wenn eine 100-%-Prüfung nicht durchführbar ist, wird der Hersteller darin unterstützt, eine kleine Anzahl von Produkteinheiten anhand weniger kritischen Attributen zu prüfen. Zur Veranschaulichung des Konzepts könnte bei der Anwendung der Pläne mit $c \geq 0$ eine AQL von 1,0 % für kritische Attribute und eine AQL von 4,0 % für Hauptattribute angewendet werden.

Es ist ein statistisch belegter Fakt, dass Pläne mit der Annahmehzahl Null ($c = 0$) eine gleichwertige oder größere statistische Sicherheit bieten als ältere Pläne in Verbindung mit der Annahme fehlerhafter Einheiten ($c \geq 0$). Dieser Umstand kann anhand einer Untersuchung der Annahmekennlinien (OC-Kennlinien, en: operating characteristics curves) nachgewiesen werden, die gewöhnlich mit den Stichprobenplänen vorgelegt werden sollten. Bild 1 zeigt eine typische OC-Kennlinie eines Plans mit $c \geq 0$. Die X-Achse ist die Wahrscheinlichkeitsskala und die Y-Achse ist die Skala der Wahrscheinlichkeit eingehender fehlerhafter Einheiten. Die Kurve wurde durch Wahrscheinlichkeitsberechnungen an einer Stichprobengröße von 125 Einheiten mit einer zulässigen Fehlerzahl von 10 Einheiten erzeugt. Außerdem ist das Herstellerrisiko dargestellt, d. h. das Risiko der Zurückweisung eines guten Loses von Produkten, und das entsprechenden Abnehmerrisiko, d. h. das Risiko der Annahme eines schlechten Loses von Produkten.



ANMERKUNG 1 Die Werte stammen aus der Analyse der Poisson-Verteilung. (α beträgt nach der Poisson-Verteilung 0,013 7 und nach der Binomialverteilung 0,086 8; β beträgt nach der Poisson-Verteilung 0,101 3 und nach der Binomialverteilung 0,086 8.)

ANMERKUNG 2 Für eine typische OC-Kennlinie siehe ISO 2859-1.

Bild 1 – Typische OC-Kennlinie für einen Plan mit $c \geq 0$

Zusätzlich zur AQL und zum Herstellerrisiko gibt es einen Parameter, der als zurückzuweisende Qualitätsgrenzlage (LTPD, en: lot tolerance percent defectives) bezeichnet wird. Diese LTPD wird als schlechte Qualität betrachtet und manchmal als Abnehmerqualitätsrisiko bezeichnet. Bei verschiedenen Stichprobenplänen können die OC-Kennlinien durch denselben AQL-/Herstellerrisikopunkt verlaufen. Für jeden dieser Pläne ist aber bei einer konstanten Annahmewahrscheinlichkeit die LTPD eine andere. Diese Annahmewahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit der LTPD ist gewöhnlich gering, wobei ein Wert von 0,10 allgemein anerkannt ist. Diese Wahrscheinlichkeitsgrenze wird als „Abnehmerrisiko“ bezeichnet.

Der Anwender von Stichprobenplänen muss den Plan auswählen, der einen ausreichenden Schutz gegen die Annahme von Losen mit einem prozentualen Anteil fehlerhafter Einheiten bietet, der nicht viel höher ist als die AQL. Bei einem festgelegten AQL-/Herstellerrisikopunkt gilt, je näher die LTPD an der AQL liegt, desto größer werden die Stichprobengröße und die Annahmezahl. Bild 2 stellt einen Vergleich zwischen der OC-Kennlinie für $c \geq 0$ und einer gleichwertigen OC-Kennlinie für einen Null-Fehler-Plan mit $c = 0$ dar. Dieses Beispiel zeigt, dass die Kennlinie für $c = 0$ bei einer kleinen Stichprobengröße von 18 und einer Annahmezahl von 0 gleichwertig oder besser als der Plan mit $c = 0$ bei einer relativ großen Stichprobengröße von 125 und einer Annahmezahl von 10 ist. Im Plan mit $c = 0$ kann das Herstellerrisiko um einen bestimmten Wert höher sein.

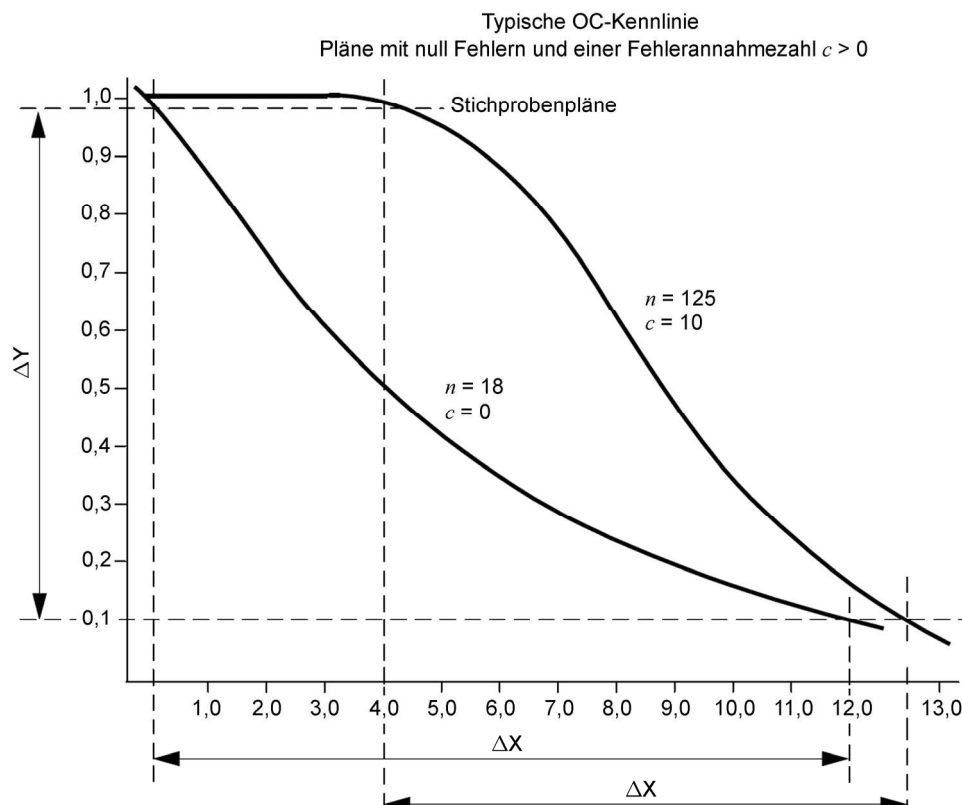


Bild 2 – Vergleich der OC-Kennlinien eines Plans mit $c \geq 0$ und eines Plans mit $c = 0$

Die Industrie tendiert dahin, den Ausstoß zu messen, die Ausbeute zu bestimmen und dann auf der Grundlage dieser Angaben einen Rückschluss auf den zulässigen Grenzwert fehlerhafter Einheiten zu ziehen. Diese Systeme, die gewöhnlich auf der AQL beruhen, verändern die Anreize zur Überprüfung der Gültigkeit von Spezifikationen, zur Untersuchung der Fehlerursachen oder zur Verbesserung der gesamten Produktqualität.

Tabelle 1 zeigt einen Vergleich einer Menge von Plänen mit $c = 0$ mit früheren Plänen mit $c \geq 0$.

Tabelle 1 – Vergleich von Prüfplänen

Plan mit $c \geq 0$	AQL	Stichprobengröße	Annahmezahl
	1,0 %	125	3
	4,0 %	125	10
Plan mit $c = 0$	Verknüpfte AQL	Stichprobengröße	Annahmezahl
	1,0 %	42	0
	4,0 %	18	0

Die Pläne mit $c = 0$ bieten bei einem Wert des „Abnehmerrisikos“ von 0,10 einen gleichwertigen oder besseren LTPD-Schutz. Außerdem werden weniger Überprüfungen an weniger kritischen Kennwerten oder Attributen durchgeführt.

In Tabelle 2 sind alle Kennwerte für $c = 0$ dargestellt. Sie werden unter Verwendung derselben Spalten der Prozentwahrscheinlichkeit mit den AQLs der früheren Pläne mit $c \geq 0$ (AQ-Stufe) „verknüpft“, um die Anzahl der zu nehmenden Stichproben zu bewerten. In den Plänen der AQ-Grenzlage $c \geq 0$ Plänen wird für den Abnehmer ein gleichwertiger Schutz gewährleistet wie mit den älteren Verfahren. Im Entwicklungsverfahren der Pläne ist ein einfacher Übergang von der vergangenen Praxis zu den Plänen mit $c = 0$ vorgesehen. In der Tabelle sind diese verknüpften AQ-Grenzlagen als „Risikomanagement-Indexwerte“ angegeben, weil sie keine AQ-Stufen sind. Sie sind ein Anzeichen für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von nicht übereinstimmenden Produkten im Produktionslos, auch wenn die Stichprobengröße diese Anomalien nicht zeigt.

Tabelle 2 – Risikomanagementfaktoren/Indexwerte (verknüpfte AQL)

	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
Losgröße	Stichprobengröße															
2 bis 8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	3	2	2
9 bis 15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13	8	5	3	2	2
16 bis 25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	13	8	5	3	3	2
26 bis 50	*	*	*	*	*	*	*	*	32	20	13	8	5	5	5	3
51 bis 90	*	*	*	*	*	*	80	50	32	20	13	8	7	6	5	4
91 bis 150	*	*	*	*	*	125	80	50	32	20	13	12	11	7	6	5
151 bis 280	*	*	*	*	200	125	80	50	32	20	20	19	13	10	7	6
281 bis 500	*	*	*	315	200	125	80	50	48	47	29	21	16	11	9	7
501 bis 1 200	*	800	500	315	200	125	80	75	73	47	34	27	19	15	11	8
1 201 bis 3 200	1 250	800	500	315	200	125	120	116	73	53	42	35	23	18	13	9
3 201 bis 10 000	1 250	800	500	315	200	192	189	116	86	68	50	38	29	22	15	9
10 001 bis 35 000	1 250	800	500	315	300	294	189	135	108	77	60	46	35	29	15	9
35 001 bis 150 000	1 250	800	500	490	476	294	218	170	123	96	74	56	40	29	15	9
150 001 bis 500 000	1 250	800	750	715	476	345	270	200	156	119	90	64	40	29	15	9
500 001 und mehr	1 250	1 200	1 112	715	556	435	303	244	189	143	102	64	40	29	15	9
Bemerkungen	a) Das Symbol * gibt an, dass das gesamte Los zu prüfen ist. b) Falls die Losgröße kleiner ist als die Stichprobengröße, sollte das gesamte Los geprüft werden. c) Falls die Stichproben keine Fehler aufweisen, wird das gesamte Los angenommen. Falls die Stichprobe einen oder mehr Fehler aufweist, wird das gesamte Los zurückgewiesen.															

Aufgrund der Annahmezahl von Null kann die Idee der Kombination von Losen unter den Plänen mit $c = 0$ aufgrund der Annahmezahl von Null aufkommen. Abgesehen von Erfahrungen, die gezeigt haben, dass sich tatsächlich beträchtliche Einsparungen ableiten lassen, sollten folgende Fakten berücksichtigt werden:

- Wenn die Qualität sehr schlecht ist, sind Annahmezahlen größer als Null keine große Hilfe;
- zur Zulassung von Annahmezahlen größer als Null im Plan muss eigentlich ein Kontrolleur ermächtigt werden, der Teile aussondert, die unbrauchbar sind;
- die Annahmezahl Null erfordert eine Überprüfung jeder fehlerhaften Einheit durch das Qualitätspersonal, damit eine einwandfreie Einteilung stattfindet;
- falls null Fehler angestrebt werden, sollte offensichtlich sein, dass nicht wissentlich zugelassen wird, dass fehlerhafte Einheiten versandt werden.

Pläne mit $c = 0$ wurden im Wesentlichen mit dem Ziel eines gleichwertigen oder besseren Verbraucherschutzes und Schutzes gegen Durchschlupf entwickelt. Innerhalb einer einzelnen Spalte der in Tabelle 2 aufgeführten Angaben, die den Indexwert darstellen, unterscheiden sich die Annahmekennlinien zwischen den Plänen mit $c = 0$ und $c \geq 0$ tatsächlich für den größten Teil, vor allem bei steigenden Losgrößen. Der Grund für dieses allgemeine Merkmal besteht zusätzlich zur Erfüllung der statistischen Beziehung darin, dass im Allgemeinen bei größeren Losgrößen ein besserer Schutz zu erzielen ist. Tabelle 3 enthält Richtlinien für die Auswahl der Stichprobengröße und stammt aus den Normen, die für Anforderungen an Leiterplatten- und Laminatkennwerte entwickelt wurden. Tabelle A.1 aus Anhang A liefert einen allgemeinen Stichprobenplan aus IEC 62326-4, der verschiedene Produktkennwerte, die Anzahl der Stichproben, die für die Leistungsstufen A, B und C verwendet werden sollten, und den Risikomanagement-Indexwert, der Tabelle 2 zu entnehmen ist.

Tabelle 3 – Leitfaden für die Auswahl der Stichprobengröße

Attribute	Fehler		
	kritisch	wesentlich	geringfügig
Kritisches Attribut	0,1	1,0	2,5
Hauptattribut	1,0	2,5	4,0
Nebenattribut	2,5	4,0	6,5

Die Verwendung von konstanten Stichprobengrößen führt oft zu einer Kombination aus einer überschüssigen und einer ungenügenden Überprüfung. Für einen großen Bereich von Losgrößen sollte jedoch im Allgemeinen zur Entwicklung einer Prüfstrategie eine Bewertung anhand der Attributklassifizierung (kritisches Attribut, Hauptattribut, Nebenattribut) durchgeführt werden. Diese Auflistung von Vergleichswerten sollten den in Tabelle 2 angegebenen Risikomanagement-Indexwert ergeben und die Anwendung von Plänen mit $c = 0$ erlauben, wenn:

- a) erwartet wird, dass hergestellte Teile vollständig den Spezifikationsanforderungen entsprechen;
- b) weniger Prüfaufwand an weniger kritischen Kennwerten gewünscht wird;
- c) eine Stichprobennahme durchgeführt wird, weil die 100%-Prüfung aller Attribute aller Produkteinheiten undurchführbar ist;
- d) nicht zugelassen ist, dass bei Überprüfungen wissentlich fehlerhafte Produkte angenommen werden;
- e) eine Auditierung zur Sicherung der Prozessvalidierung, gegen mögliche Transportschäden, der Zertifizierung von Lieferanten oder der Lagerbestandsprüfung gefordert wird.

5 Klassifizierung von Attributen

5.1 Allgemeines

Attribute werden im Rahmen des Auswahlprozesses der Stichprobenpläne klassifiziert, die dann für die Prüfung einzelner Attribute und/oder Attributgruppen angewendet werden.

5.2 Zuordnung der Klassifizierung

Die Klassifizierung der einzelnen Attribute, die den festgelegten Anforderungen zugeordnet sind, erfolgt nach deren Bedeutung oder Ausmaß. Jeder Fehler bei der Übereinstimmung der endgültigen Bauart, der Passform, der Funktion und der vorgesehenen Anwendung der Produkteinheit wird gewöhnlich als Nichtübereinstimmung mit den Anforderungen angesehen. Attribute werden wie folgt klassifiziert:

- a) kritische Attribute;
- b) Hauptattribute;
- c) Nebenattribute.

Die Klassifizierung der Attribute wird vom Marktsegment oder der vorgesehenen Endanwendung bestimmt. Beispielsweise kann ein Attribut, das im Marktsegment der Flugzeugindustrie als „kritisches Attribut“ betrachtet wird, im Marktsegment der Konsumgüter als „Hauptattribut“ oder sogar als „Nebenattribut“ angesehen werden.

Tabelle 4 zeigt grundlegende „Einsatzumgebungen“ als Hilfsmittel für die Klassifizierung von Attributen.

Tabelle 4 – Ungünstigste Einsatzumgebungen

Anwendungs- kategorie	Temperaturbereiche			t_D Stunden	Zyklen/ Jahr	Typische Anzahl der Betriebsjahre	Näherungs- wert des annehmbaren Ausfallrisikos %
	T_{min} °C	T_{max} °C	ΔT^b °C				
1) Konsumgüter	0	+60	35	12	365	1 bis 3	1
2) Computer	+15	+60	20	2	1 460	5	0,1
3) Telekom- munikation	-40	+85	35	12	365	7 bis 20	0,01
4) Verkehrs- flugzeuge	-55	+95	20	12	365	20	0,001
5) Automobil- industrie, Fahrgast- innenraum	-55	+95	20 & 40 & 60 & 80	12 12 12 12	185 100 60 20	10	0,1
6) Militärtech- nik, Boden- & ^a Wasser- fahrzeuge	-55	+95	40 & 60	12 12	100 265	10	0,1
7) Raumfahrt, erdnahe und geostatio- näre Bahn	-55	+95	3 bis 100	1 12	8 760 365	5 bis 30	0,001
8) Militär- flugzeuge	-55	+95	40 60 80 & 20	2 2 2 1	365 365 365 365	10	0,01
9) Automobil- industrie, Motorraum	-55	+125	60 & 100 & 140	1 1 2	100 300 40	5	0,1
^a & = zusätzlich ^b ΔT gibt den höchsten Temperaturschlag an, umfasst aber nicht die Auswirkungen der Verlustleistung.							

In den vertraglichen Vereinbarungen zwischen Abnehmer und Hersteller ist mitunter die Annahmeprüfung nach einer anerkannten Norm angegeben. IEC 62326-4 ist ein Beispiel für eine Norm, in der Stichprobenpläne mit $c = 0$ angewendet werden. In dieser Norm für Mehrlagenleiterplatten in elektronischen Einrichtungen sind die Leistungsanforderungen in einer Tabelle festgelegt.

In IEC 62326-4, Tabelle 1 wurden die Bemusterungskriterien für jedes in der Norm angegebene Attribut oder für jede in der Norm angegebene Anforderung aufgestellt. Diese werden im Gegensatz zu den alten AQL-Bezeichnungen als Risikomanagementfaktoren (RMF) bezeichnet. Diese neue Bezeichnung wurde deshalb gewählt, um die Empfehlung hervorzuheben, dass bei bestimmten Stichprobengrößen „auf der Basis des gewünschten Risikomanagementfaktors“ die ausgewählte Anzahl ausreichend ist, um bei kritischen Attributen Schutz zu bieten, indem ein geringerer prozentualer Anteil fehlerhafter Teile in der zu bewertenden Stichprobe angewendet wird (siehe Anhang A).

Die Zuordnung der Klassifizierung zu einzelnen Attributen liegt im Verantwortungsbereich des Anwenders/Abnehmers. Anhang A enthält ein Beispiel für die Annahmekriterien für drei Anforderungsstufen an das Produkt.

5.3 Klassifizierung und Anpassung der Kriterien der Stichprobenpläne

Die Auswahl eines Stichprobenplans für ein Attribut sollte gewöhnlich nach der Klassifizierung erfolgen. Dabei sollte jedoch auch die Unbeständigkeit des Herstellungsprozesses und -verfahrens berücksichtigt werden, die die Übereinstimmung mit den Anforderungen für ein bestimmtes Attribut beeinflusst. Wenn als Folge eines bekannten, eingeführten Prozesses beständige Ergebnisse erzielt werden, bei denen innerhalb eines Loses oder einer Charge unter den Teilen nur wenig oder keine Unbeständigkeit festgestellt wird, ist es folgerichtig und Kosten sparend, von der genauen Umsetzung eines vorgegebenen Stichprobenplans abzuweichen. Unter diesen Bedingungen besteht die Möglichkeit der Anwendung eines nicht statistischen Audits durch Auswahl eines Stichprobenplans mit weniger RMFs.

5.4 Prozesssteuerung

Die Anwendung von Stichprobenplänen wird in der Elektronikindustrie am besten durch die Zuordnung einzelner Entscheidungen über die Bemusterung auf der Grundlage des kritischen Einflusses jedes festgelegten Kennwerts umgesetzt. Die unterschiedlichen Produktgruppen, in denen Pläne für die Produkte angewendet werden, sind unter anderen:

a) elektronische Bauelemente	IEC 61193-1;
b) elektromechanische Teile	IEC 61193-1;
c) mechanische Teile	IEC 61193-1;
d) Endprodukte von Leiterplatten (gedruckte Schaltungen, gedruckte Verdrahtung)	IEC 61193-3;
e) bestückte Leiterplatten (gedruckte Schaltungen, gedruckte Verdrahtung)	IEC 61193-2;
f) Hybridschaltungen	IEC 61193-2;
g) elektronische Ein-Chip-Module	IEC 61193-2;
h) elektronische Multi-Chip-Module	IEC 61193-2;
i) elektronische Baugruppen	IEC 61193-4 ¹ ;
j) elektronische Verdrahtungsplatten	IEC 61193-3.

Die Werte des Stichprobenrisikos können auf die Kennwerte der Einheiten einer Produktkategorie angewendet werden, die hinsichtlich der Zuverlässigkeit, der Kundenzufriedenheit oder der Produkthaftung kritisch sind. Für Kennwerte, die für die Funktion gewöhnlich weniger kritisch sind, oder für Attribute, die innerhalb einer bestimmten Produktkategorie als Nebenattribute angegeben sind, kann ein weniger strenger Plan angewendet werden. Darüber hinaus können weniger strenge Pläne auch geeignet sein, wenn die Beständigkeit von Ausrüstung und automatischer Verarbeitung bekannt ist.

¹ In Beratung.

6 Bewertung von Fehlern und Indikatoren für Prozessabweichungen

6.1 Allgemeines

In vielen Normen für das Betriebsverhalten sind typische Fehler aufgeführt, die unzulässig sind und Tätigkeiten wie Nachbearbeitung oder Reparatur erfordern. Der Hersteller ist für die Ermittlung weiterer Risikobereiche und deren Behandlung zuständig. Diese Bereiche sollten auf den Baugruppenzeichnungen dokumentiert werden. Außer den aufgeführten unzulässigen Fehlern werden Unregelmäßigkeiten und Abweichungen innerhalb der „zulässigen“ Grenzwerte als Anzeiger für Prozessabweichungen angesehen und müssen beobachtet werden, wenn sie auftreten. Gewöhnlich ist eine Behandlung der durch die Indikatoren aufgedeckten Prozessabweichungen nicht erforderlich.

6.2 Anforderungen an die Prozesssteuerung und -verbesserung

Mit der Weiterentwicklung der Industrie ist die Überprüfung am Ende des Prozesses für viele Kunden nicht mehr hinnehmbar. Sie verlangen bei der Umsetzung und Bewertung der zur Herstellung elektrischer und elektronischer Baugruppen angewendeten Prozesse den Einsatz von Prozesssteuerungsverfahren. Nach einer Vereinbarung mit dem Anwender darf die Durchführung bestimmter Qualitätskonformitätsprüfungen beim Hersteller/Errichter unterlassen werden. Folglich ist die Attributprüfung kein erstrebenswertes Verfahren, auch nicht mit Prüfplänen mit $c = 0$, da die Praxis besagt, dass die Produktqualität am Ende der Herstellung geprüft wird. Dennoch wird in der Praxis der systematische Weg durch die Prozesssteuerung nach Bild 3 unterstützt.

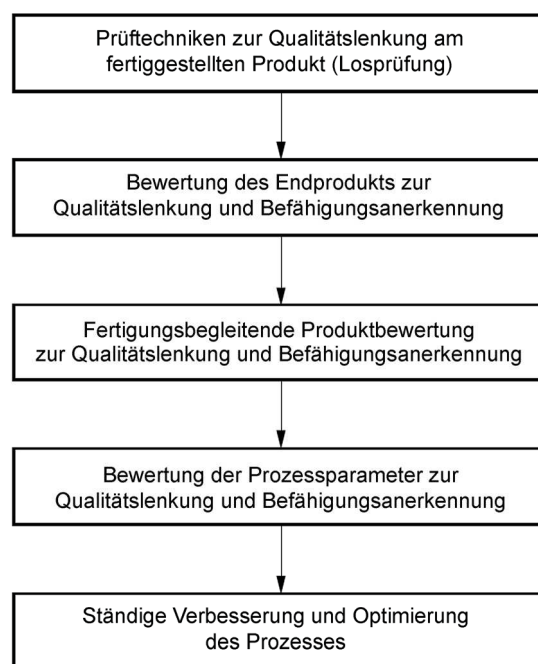


Bild 3 – Systematischer Weg der Umsetzung der Prozesssteuerung

7 Prüfpläne

7.1 Allgemeines

In den folgenden Abschnitten werden Verfahren für die Umsetzung und die Durchführung von Attributprüfungen mit Stichprobenplänen mit $c = 0$ festgelegt.

7.2 Stichprobenpläne auf der Basis der Annahmezahl Null

In bestimmten Bereichen haben Attributprüfungen noch ihre Vorzüge, z. B.:

- Der Hersteller elektronischer Bauelemente kann durch die Bemusterung das Auftreten sogenannter fehlerhafter Lose (was vollkommen falsch ist) steuern und gleichzeitig in einem langfristigen Ablauf wertvolle Informationen über die Fehler in seinem Prozess und seinen Produkten sammeln. Diese Informationen können auch zur Berechnung des bestätigten mittleren Fertigungsergebnisses benutzt werden, falls dies gefordert ist.
- Es gibt immer noch Fehlerbereiche wie bestimmte optische/mechanische Ausfälle bei komplizierten elektromechanischen Produkten, für die AQLs in herkömmlicher Form von Nutzen sein können.
- Für die Qualifikationsprüfung und die periodische Prüfung der Bauelemente ist eine repräsentative Stichprobe auszuwählen, weil nicht alle Bauelemente geprüft werden können.

Für die Attributprüfung mit einer Annahmezahl von Null besteht die Möglichkeit, Annahme-/Zurückweisungstabellen aufzustellen. **Dabei ist von größter Bedeutung, dass unabhängig davon, welche statistischen Werte benutzt werden, die Annahmezahl für Fehler Null sein muss.** Dieser Umstand hat eine große psychologische Bedeutung und schafft Vertrauen zwischen Hersteller und Abnehmer. Dies trifft zu, obwohl zu beachten ist, dass die statistische Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Fehlern bei einer Annahmezahl von Null und einer Annahmezahl über Null bei der Anwendung derselben statistischen Verfahren gleich ist.

Die Attributprüfung kann in der Qualitätssicherung auch dann noch ein brauchbares Hilfsmittel sein, wenn nur die Annahmezahl von null Fehlern angewendet wird.

7.3 Verantwortliche Stellen

Wenn es von der verantwortlichen Stelle festgelegt wird, muss die vorliegende Norm in der Spezifikation, im Vertrag, in den Prüfanweisungen oder in anderen Dokumenten angegeben werden, und die hier dargelegten Bestimmungen müssen befolgt werden. Die „verantwortliche Stelle“ muss in einem der aufgeführten Steuerungsdokumente bezeichnet werden. Es sollte angemerkt werden, dass die verantwortliche Stelle gewöhnlich der Abnehmer sein wird.

7.4 Anwendung

Die im vorliegenden Dokument angegebenen Stichprobenpläne gelten unter anderem für die Prüfung von:

- a) Endprodukten;
- b) Laminatwerkstoffen;
- c) Leiterplattenstrukturen.

Diese Pläne sind in erster Linie für Lose oder Chargen anzuwenden, von denen allgemein bekannt ist, dass sie unter einheitlichen und/oder beständigen Bedingungen durch einen einzigen Erzeuger hergestellt wurden und dass sie vollständig den Spezifikationsanforderungen entsprechen. Die Pläne dürfen auch für die Überprüfung einzelner Lose oder Chargen verwendet werden, aber in diesem Fall kann der Anwender die Hinzuziehung der Annahmekennlinien fordern, um einen Plan zu ermitteln, der den gewünschten Schutz bietet. Diese Pläne sollten im Allgemeinen nur für vollständige Einheiten wie abgehende Produkte (beim Lieferanten) und/oder eingehende Produkte (beim Abnehmer) verwendet werden. Die Stichprobenpläne dürfen jedoch zur Auditierung wie z. B. als Audit des Lagerbestands oder zur Sicherung gegen mögliche Transportschäden benutzt werden oder als Teil des Zertifizierungsverfahrens des Lieferanten.

Während der Herstellungsschritte sollten fertigungsbegleitend die Verfahren der statistischen Prozesssteuerung (SPC) angewendet werden.

7.5 Spezifikation von Prüfplänen

Gewöhnlich werden vom Anwender/Abnehmer anhand der Marktsegmente und der Unbeständigkeitsfaktoren ein RMF und ein damit verknüpfter Stichprobenplan für Attribute in jeder Klassifizierung festgelegt. Außerdem