

DIN ISO 22514-1

ICS 03.120.30

Einsprüche bis 2015-06-06
Ersatz für
E DIN ISO 22514-1:2013-11

Entwurf

**Statistische Methoden im Prozessmanagement –
Fähigkeit und Leistung –
Teil 1: Allgemeine Grundsätze und Begriffe (ISO 22514-1:2014);
Text Deutsch und Englisch**

Statistical methods in process management –
Capability and performance –
Part 1: General principles and concepts (ISO 22514-1:2014);
Text in German and English

Méthodes statistiques dans la gestion de processus –
Aptitude et performance –
Partie 1: Principes et concepts généraux (ISO 22514-1:2014);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-02-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nqsz@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 59 Seiten

DIN-Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
3.1 Grundlegende Begriffe	7
3.2 Leistung, Maße und Kenngrößen.....	14
3.3 Fähigkeit, Maße und Kenngrößen	17
4 Symbole und Abkürzungen	20
5 Voraussetzungen für die Anwendung	21
5.1 Gesichtspunkte zur Festlegung von Spezifikationen	21
5.2 Verteilung und Stichprobenumfang.....	21
5.3 Bei den Untersuchungen verwendete Materialien	22
5.4 Besondere Gegebenheiten	22
6 Erfassung von Daten	22
6.1 Rückverfolgbarkeit von Daten	22
6.2 Messunsicherheit.....	22
6.3 Datenaufzeichnung	23
6.4 Ausreißer	23
7 Leistung, Fähigkeit und Prozessanalyse	23
7.1 Sechs unterschiedliche Arten von Leistung und Fähigkeit	23
7.2 Grundsätzliche Betrachtungen	23
7.3 Maschinenleistung.....	26
7.4 Prozessleistung und Prozessfähigkeit.....	26
7.5 Lageleistung.....	26
7.6 Messprozessfähigkeit	28
7.7 Leistungs- und Fähigkeitskenngrößen.....	28
8 Ergebnisse der Anwendung	29
9 Nutzen der Anwendung.....	29
10 Grenzen der Anwendung	30
Literaturhinweise	31

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument ISO 22514-1:2014 ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die zugrunde liegende Internationale Norm ISO 22514-1:2014 wurde vom Internationalen Technischen Komitee ISO/TC 69 „Application of statistical methods“, Unterkomitee SC 4 „Application of statistical methods and process management“ erarbeitet, dessen Sekretariat von ANSI (Vereinigte Staaten von Amerika) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit in dem oben genannten Gremium sowie für die Erstellung des vorliegenden DIN-Norm-Entwurfes ist der Arbeitsausschuss NA 147-00-02 AA „Angewandte Statistik“ im DIN-Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) zuständig.

Die Internationale Norm ISO 22514, *Statistische Methoden im Prozessmanagement — Fähigkeit und Leistung*, besteht aus folgenden Teilen:

- Teil 1: *Allgemeine Grundsätze und Methoden*
- Teil 2: *Prozessleistungs- und Prozessfähigkeitskenngrößen von zeitabhängigen Prozessmodellen*
- Teil 3: *Maschinenfähigkeitsuntersuchungen für Messwerte von diskreten Teilen*
- Teil 4: *Prozessfähigkeitsschätzer und Prozessleistungsmaße (veröffentlicht als ISO/TR)*
- Teil 6: *Prozessfähigkeitskennwerte für mehrdimensional normalverteilte Merkmale*
- Teil 7: *Fähigkeit von Messprozessen*
- Teil 8: *Maschinenfähigkeit eines mehrstufigen Produktionsprozesses*

Ein weiterer Teil der Norm zu Prozessfähigkeitskennwerten für attributive Merkmale ist in Planung.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3534-1	siehe	DIN ISO 3534-1
ISO 3534-2	siehe	DIN ISO 3534-2
ISO 9000	siehe	DIN EN ISO 9000
ISO 14253-2	siehe	DIN EN ISO 14253-2

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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*

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe*

DIN EN ISO 14253-2, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen — Teil 2: Anleitung zur Schätzung der Unsicherheit bei GPS-Messungen, bei der Kalibrierung von Messgeräten und bei der Produktprüfung*

Statistische Methoden im Prozessmanagement — Fähigkeit und Leistung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe

Einleitung

Diese allgemeine Einführung in die Thematik „Fähigkeit“ behandelt die Themen „Fähigkeit“ und „Leistung“ auf allgemeine Art und Weise. Um beide Begriffe ganz zu verstehen, kann es hilfreich sein, ISO 22514-2, ISO 22514-3 und ISO/TR 22514-4 heranzuziehen. Die genannten Dokumente ergänzen diese einführende Erläuterung um speziellere Anwendungen der Methoden.

Ein Prozess kann entweder diskret oder kontinuierlich sein. Ein diskreter Prozess erzeugt eine Folge unterscheidbarer Einheiten, und ein kontinuierlicher Prozess erzeugt ein zusammenhängendes Produkt (beispielsweise eine Papierbahn).

Der Zweck eines Prozesses ist, ein Produkt herzustellen oder eine Dienstleistung zu erbringen, die einen Satz vorher festgelegter Spezifikationen erfüllen. Die Spezifikationen für einen betrachteten Prozess sind für ein oder mehrere Merkmale des Produktes oder der Dienstleistung festgelegt. Allerdings wird im Hinblick auf Prozessleistung oder -fähigkeit jeweils immer nur ein Merkmal untersucht. Das Merkmal kann entweder messbar, zählbar oder eine Eigenschaft sein. Der Prozess bildet also entweder einen diskreten oder einen kontinuierlichen stochastischen Prozess. Der diskrete Prozess kann entweder ein Prozess reeller Zahlen sein, ein Prozess natürlicher Zahlen oder ein Prozess, der beschreibt, welches Ereignis aus einem Satz von Ereignissen für die einzelnen Einheiten eingetreten ist. Beispielsweise könnte der Satz von Ereignissen für die einzelnen Einheiten {Farbe annehmbar; Farbe nicht annehmbar} sein.

Im Allgemeinen wird ein diskreter stochastischer Prozess mit $\{X_i\}$ bezeichnet, wobei X_i das Prozessergebnis für das Element i bezeichnet. Falls das Merkmal eine Eigenschaft X_i ist, ist dieses eine Ausprägung, die jedem der Ereignisse in dem Satz von Ereignissen zugewiesen wird, die zum Beschreiben des Prozesses verwendet werden. Bei einem diskreten Prozess ist der Index i üblicherweise die Nummer der Einheit in der erzeugten Folge von Einheiten. Dennoch kann es gelegentlich zweckmäßiger sein, die Zeit ab einem festgelegten Zeitpunkt als Index zu verwenden. Wenn der Prozess kontinuierlich ist, gibt es für den Index eine Anzahl von Möglichkeiten, die von der Art des Produktes abhängen. Wenn das Produkt beispielsweise eine Papierbahn ist, könnte der Index der Abstand von einem Anfangspunkt sein, oder es könnte die Zeit ab einem festgelegten Zeitpunkt sein.

Es sollte beachtet werden, dass es in einem stochastischen Prozess üblicherweise eine serielle Korrelation gibt.

Ein stochastischer Prozess ist entweder stationär oder nicht-stationär. Die exakte Definition für einen stationären stochastischen Prozess wird hier nicht gegeben. Auf jeden Fall existiert bei einem stationären Prozess eine Verteilung für X_i , die unabhängig von i ist.

Stochastische Prozesse, die den Spezifikationen genügt, sind entweder stationäre Prozesse oder wohldefinierte nicht-stationäre Prozesse (z. B. Beispiel periodische Prozesse).

Um einen Prozess zu beurteilen, wird eine Leistungsstudie durchgeführt. Eine Leistungsstudie sollte, genau genommen, als theoretische Studie aller Elemente des Prozesses beginnen, bevor der Prozess technisch realisiert wird. Wenn die Parameter in den verschiedenen Stadien des Prozesses untersucht und angepasst worden sind, wird der Prozess implementiert (dies könnte auch nur als Versuchsprozess geschehen).

Auf der Basis von Stichprobenergebnissen aus dem eingeführten Prozess beginnt der numerische Teil der Leistungsstudie. Eine Anzahl von Fragen, die den Prozess betreffen, wird über jeden vernünftigen Zweifel erhaben, korrekt beantwortet werden. Die wichtigste Frage, die beantwortet werden muss, ist, ob es sich bei

dem Prozess um einen stationären Prozess handelt, der über eine angemessene Zeitspanne stabil bzw. vorhersagbar ist. Danach ist es wichtig, die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Prozesses zu bestimmen sowie Schätzwerte mit einer hinreichend geringen Varianz für die Werte der Verteilungsparameter zu erhalten. Das nächste Stadium der Leistungsstudie besteht darin, auf der Basis dieser Informationen die Eigenschaften der untersuchten Merkmale graphisch darzustellen und zu entscheiden, ob diese annehmbar sind. Falls die Eigenschaften nicht angenommen werden können, werden die Werte der Parameter des Prozesses selbst geändert, um einen Prozess mit annehmbaren Eigenschaften zu erhalten.

Gegeben sei ein wohldefinierter und eingeführter Prozess, der aufgrund der Ergebnisse einer Leistungsstudie angenommen worden ist. Die nächste Stufe in der Prozessanalyse wäre dann sicherzustellen, dass sich die Werte der Parameter des Prozesses und somit des stochastischen Prozesses nicht bzw. nur in einer vorhersagbaren Art und Weise ändern. Dazu wird eine geeignete Fähigkeitsstudie festgelegt.

Diese Studien von Leistungs- und Fähigkeitsindizes werden heute mehr und mehr dazu verwendet, Fertigungseinrichtungen, einen Prozess oder selbst Messmittel, bezogen auf Spezifikationskriterien zu bewerten. Je nach Situation werden unterschiedliche Arten von Studien verwendet.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 22514 beschreibt die wesentlichen Grundsätze hinsichtlich Fähigkeit und Leistung von Fertigungsprozessen. Das Dokument ist vorgesehen, eine Anleitung für Situationen bereit zu stellen, in denen eine Fähigkeitsstudie verlangt oder notwendig ist, um festzustellen, ob das Ergebnis eines Fertigungsprozesses oder eines Fertigungsmittels (einer Bearbeitungsmaschine) entsprechenden Kriterien zufolge annehmbar ist. Solche Situationen sind in der Qualitätslenkung häufig anzutreffen, wenn der Zweck der Untersuchung Teil einer Art von Fertigungsfreigabe ist. Diese Untersuchungen können auch durchgeführt werden, wenn eine unterscheidende Beurteilung im Hinblick auf ein Fertigungsergebnis oder als Teil eines Problemlösungsversuchs notwendig ist. Die Methoden sind sehr vielseitig und haben sich in vielen Situationen bewährt.

Dieser Teil von ISO 22514 kann angewendet werden von:

- Organisationen, die Vertrauen gewinnen wollen, dass ihre Anforderungen an die Produktmerkmale erfüllt werden;
- Organisationen, die Vertrauen in ihre Zulieferer gewinnen wollen, dass ihre Produktspezifikationen erfüllt sind und erfüllt werden;
- internen und externen Auditoren, die die Organisation im Hinblick auf Konformität mit den Produkthanforderungen auditieren;

internen Mitarbeitern der Organisation, die sich mit der Analyse und Beurteilung der gegebenen Fertigungssituation befassen, um Bereiche für Prozessverbesserung aufzuzeigen.

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 1101, *Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Tolerances of form, orientation, location and run-out*

ISO 22514-7, *Statistical methods in process management — Capability and performance — Part 7: Capability of measurement processes*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Grundlegende Begriffe

3.1.1

Anforderung

(en: requirement)

Erfordernis oder Erwartung, das oder die festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist

[QUELLE: ISO 9000:2005, 3.1.2]

3.1.2

Prozess

(en: process)

Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Tätigkeiten, der Eingaben in Ergebnisse umwandelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eingaben für einen Prozess sind üblicherweise Ergebnisse anderer Prozesse.

Anmerkung 2 zum Begriff: Prozesse in einer Organisation werden üblicherweise geplant und unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt, um Mehrwert zu schaffen.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.1.1, modifiziert]

3.1.3

System

(en: system)

Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Elementen

[QUELLE: ISO 9000:2005, 3.2.1]

3.1.4

Produkt

(en: product)

Ergebnis eines Prozesses

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt vier übergeordnete Produktkategorien:

- Dienstleistungen (z. B. Transport),
- Software (z. B. Rechnerprogramm),
- Hardware (z. B. mechanisches Motorteil), und
- verfahrenstechnische Produkte (z. B. Schmiermittel).

Viele Produkte bestehen aus Elementen, die zu verschiedenen übergeordneten Produktkategorien gehören. Die Bezeichnung des Produktes richtet sich nach dem dominierenden Element.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Mathematik wird der Begriff „Produkt“ nur für das Ergebnis einer Multiplikation benutzt.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 1.2.32]

3.1.5

Merkmal

(en: characteristic)

kennzeichnende Eigenschaft (einer Einheit)

[QUELLE: ISO 9000:2005, 3.5.1, modifiziert]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Einheit“ ist in ISO 3534-2:2006, 1.2.11, festgelegt.

3.1.6

Qualität

(en: quality)

Grad, in dem ein Satz zufälliger **Merkmale** (3.1.5) eines **Produktes** (3.1.4) **Anforderungen** (3.1.1) von Kunden oder anderen interessierten Parteien erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: In ISO 9000:2005, 3.1.1, ist Qualität definiert ohne Angabe, wer die Anforderungen festlegt.

3.1.7

Produktmerkmal

(en: product characteristic)

inhärentes **Merkmal** (3.1.5) eines **Produktes** (3.1.4)

Anmerkung 1 zum Begriff: Produktmerkmale können entweder quantitativ oder qualitativ sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Produktmerkmal kann mehrdimensional sein.

3.1.8

Prozessmerkmal

(en: process characteristic)

inhärentes **Merkmal** (3.1.5) eines **Prozesses** (3.1.2)

Anmerkung 1 zum Begriff: Prozessmerkmale können entweder quantitativ oder qualitativ sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Prozessmerkmal kann mehrdimensional sein.

3.1.9

Qualitätsmerkmal

(en: quality characteristic)

inhärentes **Merkmal** (3.1.5) eines **Produktes** (3.1.4), eines **Prozesses** (3.1.2) oder **Systems** (3.1.3), bezogen auf eine **Anforderung** (3.1.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Qualitätsmerkmale können entweder quantitativ oder qualitativ sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Qualitätsmerkmal kann mehrdimensional sein.

Anmerkung 3 zum Begriff: Oft gibt es eine starke Korrelation zwischen einem Prozessmerkmal und einem von dem Prozess realisierten Produktmerkmal. Prinzipiell unterscheiden sich jedoch die individuelle Anforderung an das Prozessmerkmal und die individuelle Anforderung an das Produktmerkmal. Jede dieser beiden individuellen Anforderungen ist der Teil der Qualitätsanforderung an den Prozess bzw. der Teil der Qualitätsanforderung an das Produkt.

3.1.10

Spezifikation

(en: specification)

Dokument, das **Anforderungen** (3.1.1) festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Spezifikation kann sich beziehen auf Tätigkeiten (z. B. Verfahrensdokument, Prozessspezifikation und Testspezifikation) oder auf **Produkte** (3.1.4) (z. B. Produktspezifikation, Leistungsspezifikation und Zeichnung).

[QUELLE: ISO 9000:2005, 3.7.3]

3.1.11

Grenzwert

(en: specification limit)

für ein **Merkmal** (3.1.5) festgelegter begrenzender Wert

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 3.1.3]

Anmerkung 1 zum Begriff: Gelegentlich werden Grenzwerte auch „Toleranzgrenzen“ genannt.

3.1.12

Höchstwert

(en: upper specification limit)

U

Grenzwert (3.1.11), der den oberen begrenzenden Wert angibt, den ein Qualitätsmerkmal annehmen kann und noch als fehlerfrei angesehen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das bevorzugte Formelzeichen für den Höchstwert ist *U*.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 3.1.5, modifiziert]

3.1.13**Mindestwert**

(en: lower specification limit)

L

Grenzwert (3.1.11), der den unteren begrenzenden Wert angibt, den ein Qualitätsmerkmal annehmen kann und noch als fehlerfrei angesehen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das bevorzugte Formelzeichen für den Mindestwert ist *L*.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 3.1.5, modifiziert]

3.1.14**Spezifikationsintervall**

(en: specification interval)

Toleranzintervall

(en: tolerance interval)

Toleranzzone

(en: tolerance zone)

Bereich zwischen den **Grenzwerten** (3.1.11) Höchstwert und Mindestwert

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff unterscheidet sich deutlich von dem des statistischen Toleranzintervalls, bei dem es sich um ein Intervall mit stochastischen Grenzen handelt.

3.1.15**Sollwert**

(en: target value)

Nennwert*T*

bevorzugter Wert oder Referenzwert eines **Merkmals** (3.1.5), der in einer **Spezifikation** (3.1.10) angegeben ist

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 3.1.2]

3.1.16**Nennwert**

(en: nominal value)

in einer Spezifikation festgelegter Referenzwert eines **Merkmals** (3.1.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: In ISO 3534-2 werden die Benennungen Nennwert und Sollwert synonym verwendet, wobei Sollwert als Vorzugsbenennung angegeben ist. Es ist aber notwendig, zwischen dem Referenzwert in einer Spezifikation und einem in der Fertigung angestrebten Sollwert zu unterscheiden.

3.1.17**tatsächlicher Wert**

(en: actual value)

Wert einer Größe eines **Merkmals** (3.1.5)

3.1.18**Streuung**

(en: variation)

Unterschied zwischen Werten eines **Merkmals** (3.1.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Streuung wird häufig ausgedrückt als Varianz oder Standardabweichung.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.2.1]

3.1.19**zufällige Streuungsursache**

<Prozessstreuung>

(en: random cause, common cause, chance cause <process variation>)

Ursache für die **Streuung** (3.1.18), die einem **Prozess** (3.1.2) ständig innewohnt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für einen Prozess, bei dem nur zufällige Streuungsursachen vorliegen, ist die Streuung innerhalb statistisch festgelegter Grenzen vorhersagbar.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Abschwächung dieser Ursachen ergibt eine Prozessverbesserung. Das Ausmaß des Nachweises, der Abschwächung und der Beseitigung (von inhärenten Streuungsursachen) ist Gegenstand einer Kosten-Nutzen-Analyse hinsichtlich technischer Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.2.5]

3.1.20

beherrschtes Produktmerkmal^{N1)}

(en: product characteristic in control)

Produktmerkmals-(3.1.7)parameter der Verteilung der Merkmalswerte, die sich praktisch nicht oder nur in bekannter Art und Weise oder innerhalb bekannter Grenzen ändern

3.1.21

stabiler Prozess

<konstanter Mittelwert>

(en: stable process, process in a state of statistical control <constant mean>)

Prozess (3.1.2), der nur **zufälligen Streuungsursachen** (3.1.19) unterliegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine stabile Fertigung ist eine Fertigung mit stabilen Prozessen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein stabiler Prozess verhält sich im Allgemeinen so, als wenn die aus dem Prozess gezogenen Stichproben zu jeder Zeit einfache Zufallsstichproben aus derselben Grundgesamtheit sind.

Anmerkung 3 zum Begriff: Dieser Zustand bedeutet nicht, dass die Zufallsstreuung klein oder groß ist, oder innerhalb oder außerhalb einer Spezifikation liegt, sondern dass die Streuung mittels statistischer Methoden vorhersagbar ist.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.2.7, modifiziert]

3.1.22

Verteilung eines Produktmerkmals

(en: distribution of a product characteristic)

Information zum wahrscheinlichen Verhalten eines **Produktmerkmals** (3.1.7)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verteilung enthält die numerische Information über das Produktmerkmal, mit Ausnahme der Reihenfolge, in der die Einheiten gefertigt worden sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Verteilung eines Produktmerkmals existiert, egal, ob das Produktmerkmal aufgezeichnet wird oder nicht, und sie hängt von technischen Gegebenheiten ab, wie Lieferlosen, Werkzeugen, Bearbeitern, usw.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wenn Informationen über die Verteilung eines Produktmerkmals erwünscht sind, müssen Daten erfasst werden. Die Verteilung, die dabei beobachtet wird, hängt außer von den technischen Gegebenheiten (siehe Anmerkung 2) von den folgenden Gegebenheiten der Datenerfassung ab:

- der Messung;
- dem Zeitintervall, in dem die Probenahme stattfindet;
- der Häufigkeit der Probenahme.

N1) Nationale Fußnote: ISO 21747:2006, 3.1.1.6, verwendete die englischen Benennungen „stable process“ und „process in a state of statistical control“ synonym, die DIN ISO 21747 mit „stabiler Prozess“ und „beherrschter Prozess“ übersetzte. Davon abweichend bezeichnet ISO 22514-1:2014, 3.1.21, nur das Verhalten nach ISO 21747:2006, 3.1.1.6, Anmerkung 1 bis 3 als „stable process“ und „process in a state of statistical control“, das DIN 22514-2 mit stabiler Prozess übersetzt. Das Verhalten nach ISO 21747:2006, 3.1.1.6, Anmerkung 4, bezeichnet ISO 22514-1:2014, 3.1.20, hingegen als „product characteristic in control“, das mit „beherrschtes Produktmerkmal“ übersetzt wird. Dieser Bedeutungswandel ist in DIN ISO 3534-2:2013-12, 2.2.7, noch nicht berücksichtigt.

Die technischen Gegebenheiten (siehe Anmerkung 2) und die Gegebenheiten der Datenerfassung müssen immer festgelegt sein.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Verteilung des Produktmerkmals kann so dargestellt werden, wie Verteilungen und Daten aus Verteilungen üblicherweise dargestellt werden. Häufig wird das Histogramm für Daten aus einer Verteilung verwendet, wohingegen die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion häufig für ein Modell der Verteilung des Produktmerkmals verwendet wird.

Anmerkung 5 zum Begriff: In den folgenden Abschnitten wird die Verteilung des Produktmerkmals unter unterschiedlichen, aber wohldefinierten Bedingungen betrachtet werden, wie etwa Leistung und Fähigkeit, wobei Leistung die am wenigsten einschränkende ist.

3.1.23

Verteilungsfamilie

(en: class of distributions)

spezielle Familie von **Verteilungen** (3.1.22), bei denen jedes Mitglied der Familie dieselben allgemeinen Attribute hat, durch die die Familie vollständig bestimmt ist

BEISPIEL 1 Die Familie von Normalverteilungen, in denen die unbekannten Parameter der Mittelwert und die Standardabweichung sind. Oft wird die Familie der Normalverteilungen einfach als die Normalverteilung bezeichnet.

BEISPIEL 2 Dreiparametrische vielförmige Weibull-Verteilung mit den Parametern Lage, Form und Skala.

BEISPIEL 3 Die eingipfeligen kontinuierlichen Verteilungen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verteilungsfamilie kann oft vollständig durch die Werte von geeigneten Parametern angegeben werden.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.5.2, modifiziert]

3.1.24

Verteilungsmodell des Produktmerkmals

(en: distribution model of the product characteristic)

festgelegte **Verteilung** (3.1.22) oder **Verteilungsfamilie** (3.1.23)

BEISPIEL 1 Ein Modell für die Verteilung eines Produktmerkmals, wie der Durchmesser einer Schraube, kann die Normalverteilung sein mit dem Mittelwert 15 mm und der Standardabweichung 0,05 mm. In diesem Fall ist das Modell eine vollständig festgelegte Verteilung.

BEISPIEL 2 Ein Modell für dieselbe Situation wie in BEISPIEL 1 kann die Familie der Normalverteilungen sein, ohne Angabe einer besonderen Verteilung. In diesem Fall ist das Modell die Familie aller Normalverteilungen.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.5.3]

3.1.25

Bezugsgrenzen des Produktmerkmals

(en: reference limits of the product characteristic)

$X_{0,135\%}$, $X_{99,865\%}$

Quantile der **Verteilung des Produktmerkmals** (3.1.22)

BEISPIEL Wenn das Produktmerkmal mit Mittelwert μ und Standardabweichung σ normal verteilt ist, dann sind die Bezugsgrenzen $\mu \pm 3\sigma$, sofern die herkömmlichen Quantile 0,135 % und 99,865 % verwendet werden.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verteilungsbedingungen des Produktmerkmals müssen spezifiziert sein, vgl. Anmerkungen 2 und 3 von 3.1.22.

Anmerkung 2 zum Begriff: Traditionellerweise werden die Quantile 0,135 % und 99,865 % verwendet.

3.1.26**Bezugsbereich eines Produktmerkmals**

(en: reference interval of a product characteristic)

Bereich, der vom 99,865 %-Quantil, $X_{99,865 \%}$, und vom 0,135 %-Quantil, $X_{0,135 \%}$, der Verteilung begrenzt ist

BEISPIEL 1 In einer Normalverteilung mit Mittelwert μ und Standardabweichung σ weist der Bezugsbereich, der den herkömmlichen Quantilen 0,135 % und 99,865 % entspricht, die Grenzen $\mu \pm 3\sigma$ und eine Länge von 6σ auf.

BEISPIEL 2 Bei einer Nicht-Normalverteilung kann der Bezugsbereich mit Hilfe eines geeigneten Wahrscheinlichkeitsnetzes (z. B. des log-normalen Wahrscheinlichkeitsnetzes) oder aus Exzess (Kurtosis) und Schiefe der Stichprobe nach den in ISO/TR 22514-4 beschriebenen Methoden geschätzt werden.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Bereich kann durch die $X_{99,865 \%}$ - und $X_{0,135 \%}$ -Quantile dargestellt werden. Die Länge des Bereichs entspricht $X_{99,865 \%} - X_{0,135 \%}$.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Begriff wird nur als eine willkürliche, jedoch standardisierte Grundlage zum Definieren des Prozessleistungsindex (siehe 3.2.3) und des Prozessfähigkeitsindex (siehe 3.3.6) verwendet und manchmal fälschlicherweise auch als „natürlicher“ Bereich bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei einer Normalverteilung kann die Länge des Bezugsbereiches als sechsfache Standardabweichung 6σ , oder $6s$ angegeben werden, wenn σ aus einer Stichprobe geschätzt wird.

Anmerkung 4 zum Begriff: Bei einer Nicht-Normalverteilung kann die Länge des Bezugsbereiches mit Hilfe geeigneter Software oder mit einem geeigneten Wahrscheinlichkeitsnetz (z. B. des log-normalen Wahrscheinlichkeitsnetzes) oder aus Exzess (Kurtosis) und Schiefe der Stichprobe nach den in ISO/TR 22514-4 beschriebenen Methoden geschätzt werden.

Anmerkung 5 zum Begriff: Ein Quantil oder Fraktile bezeichnet eine Aufteilung einer Verteilung in gleiche Einheiten oder Fraktionen, z. B. Perzentile.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.5.7, modifiziert]

3.1.27**oberer Anteil bezüglich des Produktmerkmals nichtkonformer Einheiten**

(en: upper fraction nonconforming of the product characteristic)

 p_U Anteil der **Verteilung des Produktmerkmals** (3.1.22), der größer ist als der **Höchstwert** U (3.1.12)

BEISPIEL Bei einer Normalverteilung mit dem Mittelwert μ und der Standardabweichung σ ist

$$p_U = 1 - \Phi\left(\frac{U - \mu}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{\mu - U}{\sigma}\right)$$

Dabei ist Φ die Verteilungsfunktion der standardisierten Normalverteilung.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.5.4, modifiziert]

3.1.28**unterer Anteil bezüglich des Produktmerkmals nichtkonformer Einheiten**

(en: lower fraction nonconforming of the product characteristic)

 p_L Anteil der **Verteilung des Produktmerkmals** (3.1.22), der kleiner ist als der **Mindestwert** L (3.1.13)

BEISPIEL Bei einer Normalverteilung mit dem Mittelwert μ und der Standardabweichung σ ist

$$p_L = \Phi\left(\frac{L - \mu}{\sigma}\right)$$

Dabei ist Φ die Verteilungsfunktion der standardisierten Normalverteilung.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.5.5, modifiziert]

3.1.29**Gesamtanteil bezüglich des Produktmerkmals nichtkonformer Einheiten**

(en: fraction nonconforming of the product characteristic)

 p_t Summe aus **oberem Anteil bezüglich des Produktmerkmals nichtkonformer Einheiten** (3.1.27) und **unterem Anteil bezüglich des Produktmerkmals nichtkonformer Einheiten** (3.1.28)

$$p_t = p_L + p_U$$

BEISPIEL Bei einer Normalverteilung mit dem Mittelwert μ und der Standardabweichung σ ist

$$p_t = \Phi\left(\frac{\mu - U}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{L - \mu}{\sigma}\right)$$

Dabei ist Φ die Verteilungsfunktion der standardisierten Normalverteilung.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.5.6, modifiziert]

3.2 Leistung, Maße und Kenngrößen

ANMERKUNG Die Begriffe Fähigkeit und Leistung haben einen großen Bedeutungswandel erfahren. Die wesentlichste Veränderung war, philosophisch zu trennen zwischen dem, was in diesem Teil von ISO 22514 „Fähigkeitsbedingungen“ genannt wird, und zwischen „Leistungsbedingungen“, wobei der wesentliche Unterschied der ist, ob statistische Stabilität erreicht worden ist (Fähigkeit) oder nicht (Leistung). Das führt natürlich zu zwei Sätzen von Kennzahlen, die in den jeweiligen Abschnitten gefunden werden können. Es hat sich als notwendig erwiesen, zwischen diesen beiden Sätzen klar zu unterscheiden, weil in der Industrie beobachtet worden ist, dass sich Unternehmen hinsichtlich ihrer wahren Fähigkeitsposition aufgrund ungeeigneter Kennzahlen, die berechnet und veröffentlicht wurden, getäuscht haben.

3.2.1**Leistungsbedingungen**

(en: performance conditions)

äußere Umstände, unter denen der Prozess beurteilt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die äußeren Umstände müssen sorgfältigst angegeben werden. Dies umfasst das Folgende:

- technische Gegebenheiten (Lieferlose, Bearbeiter, Werkzeuge, usw.);
- Messprozess (Auflösung, Richtigkeit, Wiederholpräzision, Vergleichspräzision, usw.);
- Datenerfassung (Dauer, Häufigkeit).

Anmerkung 2 zum Begriff: Leistungsbedingungen sind die am wenigsten einschränkenden, die zugelassen sind.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Prozess braucht in der untersuchten Zeitspanne nicht stabil zu sein.

3.2.2**Leistungsmaß**

(en: performance measure)

statistische Messgröße des Ergebnisses für ein **Merkmal** (3.1.5) aus einem Prozess, von dem nicht gezeigt worden sein muss, dass dies ein **stabiler Prozess** (3.1.21) istBEISPIEL 1 Die Varianz (ISO 3534-1:2006, 2.36) der **Verteilung eines Produktmerkmals** (3.1.22) unter **Leistungsbedingungen** (3.2.1).

BEISPIEL 2 Der Erwartungswert (ISO 3534-1:2006, 2.35) der Verteilung des Produktmerkmals unter Leistungsbedingungen.

BEISPIEL 3 Der **Bezugsbereich** (3.1.26) der Verteilung des Produktmerkmals unter Leistungsbedingungen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Ergebnis ist eine Verteilung, deren **Familie** (3.1.23) bestimmt und deren Parameterwerte geschätzt werden müssen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei der Verwendung dieses Maßes sollte Vorsicht walten, da es aufgrund spezieller Einflüsse einen Anteil von Streuverhalten enthalten kann, dessen Größe nicht vorhersagbar ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Ein Maß, das eine oder mehrere Eigenschaften der Verteilung des Produktmerkmals unter Leistungsbedingungen beschreibt.

3.2.3

Leistungsindex

(en: performance index)

P_p, P_m

Kenngroße, die das **Leistungsmaß** (3.2.2) in Bezug auf festgelegte Spezifikationen angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Prozessleistungsindex P_p wird häufig als Verhältnis des festgelegten **Toleranzintervalls** (3.1.14) zu der Länge des **Bezugsbereiches** (3.1.26) angegeben, nämlich als

$$P_p = \frac{U - L}{X_{99,865\%} - X_{0,135\%}}$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einer Normalverteilung ist die Länge des Bezugsbereiches gleich $6S_t$, wobei der Deskriptor S_t die auf zufälligen Streuungsursachen beruhende Streuung zusammen mit allen anderen speziellen Ursachen, die vorliegen können, berücksichtigt. Die Größe S_t wird hier anstelle von σ_t verwendet, da die Standardabweichung eine beschreibende statistische Maßzahl ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei einer Nicht-Normalverteilung kann die Länge des Bezugsintervalls beispielsweise nach der in ISO/TR 22514-4 beschriebenen Methode geschätzt werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Für die Maschinenleistung ist die Kenngroße P_m , P_p ist die Kenngroße für die Prozessleistung, und die Ausdrücke für die Formel in Anmerkung 1 sind die gleichen.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.6.2, modifiziert]

3.2.4

oberer Leistungsindex

(en: upper performance index)

P_{pkU}, P_{mkU}

Kenngroße, die das **Leistungsmaß** (3.2.2) in Bezug auf den **Höchstwert** U (3.1.12) angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: P_{pkU} ist die Differenz zwischen dem 50%-Quantil der Verteilung, $X_{50\%}$, und dem Höchstwert U , dividiert durch die Differenz zwischen und dem 50%-Quantil $X_{50\%}$ der Verteilung und der oberen **Bezugsgrenze** (3.1.25).

$$P_{pkU} = \frac{U - X_{50\%}}{X_{99,865\%} - X_{50\%}}$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Bisweilen wird der obere Leistungsindex folgendermaßen definiert:

$$P_{pkU} = \frac{U - X_{50\%}}{3 S_t}$$

Dabei ist $X_{50\%}$ ein Lagemaß, wie der Mittelwert oder der Median, und S_t die Standardabweichung.

Anmerkung 3 zum Begriff: Gelegentlich und vornehmlich, wenn das Produktmerkmal qualitativ ist, wird der obere Leistungsindex wie folgt definiert:

$$P_{pkU} = \frac{z_{1-p_U}}{3}$$

Dabei ist p_U der **obere Anteil bezüglich des Produktmerkmals nichtkonformer Einheiten** (3.1.27) unter **Leistungsbedingungen** (3.2.1), und z_{1-p_U} das $(1 - p_U)$ -Quantil der Standardnormalverteilung.

Anmerkung 4 zum Begriff: Für die Maschinenleistung ist die Kennzahl P_{mkU} ; P_{pkU} ist die Kennzahl für die Prozessleistung, und die Ausdrücke für die Formel in Anmerkung 1 sind die gleichen.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.6.4, modifiziert]

3.2.5

unterer Leistungsindex

(en: lower performance index)

P_{pkL} , P_{pL} , P_{mkL}

Kenngroße, die das **Leistungsmaß** (3.2.2) in Bezug auf den **Mindestwert** L (3.1.13) angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: P_{pkL} ist die Differenz zwischen dem 50%-Quantil der Verteilung, $X_{50\%}$, und dem Mindestwert L , dividiert durch die Differenz zwischen dem 50%-Quantil der Verteilung, $X_{50\%}$, und der **unteren Bezugsgrenze** (3.1.25):

$$P_{pkL} = \frac{X_{50\%} - L}{X_{50\%} - X_{0,135\%}}$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Bisweilen wird der untere Leistungsindex folgendermaßen definiert:

$$P_{pkL} = \frac{X_{50\%} - L}{3 S_t}$$

Dabei ist $X_{50\%}$ ein Lagemaß, wie der Mittelwert oder der Median, und S_t die aus einer Stichprobe vom Umfang n geschätzte Standardabweichung. Aber nur bei Normalverteilung gleicht diese Kenngroße der in Anmerkung 1 genannten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Gelegentlich, und vornehmlich, wenn das Produktmerkmal qualitativ ist, wird der untere Leistungsindex wie folgt definiert:

$$P_{pkL} = \frac{z_{1-p_L}}{3}$$

Dabei ist p_L der **untere Anteil bezüglich des Produktmerkmals nichtkonformer Einheiten** (3.1.28) unter **Leistungsbedingungen** (3.2.1), und z_{1-p_L} ist das $(1 - p_L)$ -Quantil der Standardnormalverteilung.

Anmerkung 4 zum Begriff: Nach ISO/TR 22514-4 ist das Symbol für das α -Fraktil der Standardnormalverteilung z_α

Anmerkung 5 zum Begriff: Für die Maschinenleistung ist die Kennzahl P_{mkL} ; P_{pkL} ist die Kennzahl für die Prozessleistung, und die Ausdrücke für die Formel in Anmerkung 2 sind die gleichen.

[QUELLE: ISO 3534-2, 2.6.3, modifiziert]

3.2.6**kleinster Leistungsindex**

(en: minimum performance index)

 P_{pk}, P_{mk}

$P_{pk} = \min\{P_{pkL}, P_{pkU}\}$, worin P_{pkL} und P_{pkU} der **untere Leistungsindex** (3.2.5) bzw. der **obere Leistungsindex** (3.2.4) sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Manchmal wird dieser Index auch als „kritischer Leistungsindex“ bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Mitunter ist eine Spezifikation gegeben, die nur einen Grenzwert enthält, beispielsweise einen Höchstwert (oder einen Mindestwert). Unter diesen Umständen ist es nur möglich, einen Index P_{pk} zu berechnen, der auf dem oberen (oder unteren) Fähigkeitsindex basiert.

Anmerkung 3 zum Begriff: Es gibt auch Situationen, in denen Grenzwerte gegeben sind und sich der Zielwert von der Toleranzmitte unterscheidet und dieser Zielwert der bevorzugte (oder beste) Wert ist. Unter diesen Umständen ist es nur sinnvoll, den oberen und den unteren Prozessleistungsindex zu berechnen, aber nicht den kleineren von beiden anzugeben. An den oberen und den unteren Index können dann unterschiedliche Anforderungen gestellt sein.

[QUELLE: ISO 3534-2, 2.6.5, modifiziert]

3.2.7**Lageleistung**

(en: position performance)

statistischer Schätzwert der zweidimensionalen Verteilung der unter festgelegten **Leistungsbedingungen** (3.2.1) festgelegten Lage des **Produktmerkmals** (3.1.7)

Anmerkung 1 zum Begriff: Von dem Prozess muss nicht gezeigt worden sein, dass dieser bezüglich des Merkmals stabil ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Lageleistung wird in denjenigen Fällen verwendet, in denen die Spezifikation als Positions-Toleranz gemäß ISO 1101 gegeben ist. Diese Tolerierungsmethode wird beispielsweise für die Lage einer Achse in einer Bohrung verwendet.

3.3 Fähigkeit, Maße und Kenngrößen**3.3.1****Fähigkeitsbedingungen**

(en: capability conditions)

äußere Umstände, unter denen der Prozess beurteilt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die äußeren Umstände müssen genau festgelegt werden. Dies umfasst das Folgende:

- die angewendeten Methoden zur Darlegung, dass der Prozess stabil ist;
- technische Gegebenheiten (Lieferlose, Bearbeiter, Werkzeuge, usw.);
- den Messprozess (Auflösung, Richtigkeit, Wiederholpräzision, Vergleichpräzision, usw.);
- die Datenerfassung (Dauer, Häufigkeit).

Anmerkung 2 zum Begriff: Unter den Fähigkeits- und Leistungsbedingungen sind die Fähigkeitsbedingungen die am meisten einschränkenden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Prozess muss dokumentiert werden, um stabil zu sein.

3.3.2**Fähigkeit**

(en: capability)

Eignung einer Organisation, eines Systems oder eines Prozesses zum Realisieren eines Produkts, das die Anforderungen an dieses Produkt erfüllen wird

[QUELLE: ISO 9000:2005, 3.1.5]

3.3.3**Prozessfähigkeitsschätzwert**

(en: process capability estimate)

statistischer Schätzwert für das Ergebnis eines **Merkmals** (3.1.5) aus einem **Prozess** (3.1.2), für den dargelegt worden ist, dass dieser ein **stabiler Prozess** (3.1.21) ist und der die Fähigkeit des Prozesses beschreibt, ein Merkmal so zu realisieren, dass die an dieses gestellten Anforderungen erfüllt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Ergebnis ist eine **Verteilung** (3.1.22), deren **Verteilungsfamilie** (3.1.23) bestimmt werden muss und deren Parameter geschätzt werden müssen.

3.3.4**Fähigkeitsverteilung**

(en: capability distribution)

Verteilung des Produktmerkmals (3.1.22) unter **Fähigkeitsbedingungen** (3.3.1)

3.3.5**Fähigkeitsmaß**

(en: capability measure)

Größe, die eine oder mehrere Eigenschaften der **Verteilung des Produktmerkmals** (3.1.22) unter **Fähigkeitsbedingungen** (3.3.1) beschreibt

BEISPIEL 1 Die Varianz (ISO 3534-1, 2.36) der Verteilung des Produktmerkmals unter Fähigkeitsbedingungen.

BEISPIEL 2 Der Erwartungswert (ISO 3534-1, 2.35) der Verteilung des Produktmerkmals unter Fähigkeitsbedingungen.

BEISPIEL 3 Der **Bezugsbereich** (3.1.26) der Verteilung des Produktmerkmals unter Fähigkeitsbedingungen.

3.3.6**Prozessfähigkeitsindex**

(en: process capability index)

 C_p

Größe, die die **Fähigkeit** (3.3.2) in Bezug auf gegebene Spezifikationen angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Prozessfähigkeitsindex wird häufig angegeben als Verhältnis der Länge des **Spezifikationsintervalls** (3.1.14) zur Länge des **Bezugsbereichs** (3.1.26) für einen **stabilen Prozess** (3.1.21)^{N2)}, nämlich als

$$C_p = \frac{U - L}{X_{99,865 \%} - X_{0,135 \%}}$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einer Normalverteilung ist die Länge des Bezugsbereiches gleich 6σ .

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei einer Nicht-Normalverteilung kann die Länge des Bezugsbereiches nach der in ISO/TR 22514-4 beschriebenen Methode geschätzt werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Für diesen Index wird häufig die Benennung „potenzieller Prozessfähigkeitsindex“ verwendet.

[QUELLE: ISO 3534-2:2006, 2.7.2, modifiziert]

N2) Nationale Fußnote: Der im englischen Text angegebene Verweis ist unzutreffend und ist im deutschen Text redaktionell berichtigt worden.