

DIN ISO 22514-2

ICS 03.120.30

Entwurf

Einsprüche bis 2018-08-01
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 22514-2:2015-06

**Statistische Verfahren im Prozessmanagement –
Fähigkeit und Leistung –
Teil 2: Prozessleistungs- und Prozessfähigkeitskenngrößen von
zeitabhängigen Prozessmodellen (ISO 22514-2:2017);
Text Deutsch und Englisch**

Statistical methods in process management –

Capability and performance –

Part 2: Process capability and performance of time-dependent process models
(ISO 22514-2:2017);

Text in German and English

Méthodes statistiques dans la gestion de processus –

Aptitude et performance –

Partie 2: Aptitude de processus et performance des modèles de processus dépendants du
temps (ISO 22514-2:2017);

Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-06-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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, 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 53 Seiten

DIN-Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Formelzeichen und Abkürzungen	7
3.1 Formelzeichen	7
3.2 Abkürzungen	9
4 Prozessanalyse	9
5 Zeitabhängige Verteilungsmodelle	9
6 Prozessfähigkeits- und Prozessleistungskenngrößen.....	20
6.1 Verfahren zur Bestimmung von Leistungs- und Fähigkeitskenngrößen — Überblick.....	20
6.1.1 Allgemeines	20
6.1.2 Berechnung der Prozesslage	21
6.1.3 Berechnung der Prozessstreuung	22
6.1.4 Berechnung von $X_{0,135\%}$ und $X_{99,865\%}$	23
6.2 Einseitige Grenzwerte.....	24
6.3 Verwendung von anderen Berechnungsverfahren.....	26
7 Berichterstattung über Leistungs- und Fähigkeitskenngrößen.....	26
Literaturhinweise.....	27

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (ISO 22514-2:2017) 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 ist der Arbeitsausschuss NA 147-00-02 AA „Angewandte Statistik“ im DIN-Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) zuständig.

Die Internationale Norm ISO 22514, *Statistical methods in process management — Capability and performance*, besteht aus folgenden Teilen:

- *Part 1: General principles and concepts*
- *Part 2: Process capability and performance of time-dependent process models*
- *Part 3: Machine performance studies for measured data on discrete parts*
- *Part 4: Process capability estimates and performance measures (veröffentlicht als ISO/TR)*
- *Part 6: Process capability statistics for characteristics following a multivariate normal distribution*
- *Part 7: Capability of measurement processes*
- *Part 8: Machine performance of a multi-state production process*

Ein weiterer Teil 5 der Norm zu Prozessfähigkeitskennwerten für attributive Merkmale ist in Planung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3534-1	siehe DIN ISO 3534-1
ISO 3534-2	siehe DIN ISO 3534-2
ISO 5479	siehe DIN ISO 5479
ISO 9000	siehe DIN EN ISO 9000
ISO 22514-1	siehe DIN ISO 22514-1

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 22514-2:2015-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Symbole und Indizes in C_{pk_L} , C_{pk_U} , P_{pk_L} und P_{pk_U} wurden verbessert;
- b) in Tabelle 2, Zeile "Ort", Spalte "C", der Buchstabe "s" wurde durch "s/r" ersetzt;
- c) in Tabelle 2, Zeile "Ort", Spalte "D", wurde der Großbuchstabe "S" durch "s/r" ersetzt;
- d) in Tabelle 3, Zeile "Standortmethodenetikett", Zeilen "3" und "4" - in den Gleichungen (13) und (14) wurde die Verwendung von Indizes verbessert und ist jetzt genauer;
- e) redaktionelle Anpassungen wurden vorgenommen, um der neuesten Ausgabe der ISO/IEC-Richtlinien, Teil 2, 2016, nachzukommen.

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 ISO 5479, *Statistische Auswertung von Daten — Tests auf Abweichung von der Normalverteilung*

DIN ISO 22514-1, *Statistische Methoden im Prozessmanagement — Fähigkeit und Leistung — Teil 1: Allgemeine Grundsätze und Begriffe*

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

Vorwort

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

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

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

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

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

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 49, *Applications of statistical methods*, Unterkomitee SC 4, *Applications of statistical methods in process management*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die korrigierte Fassung der ersten Ausgabe (ISO 22514-2:2013), die eine minor revision darstellt.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Die Symbole und Indizes in C_{pk_L} , C_{pk_U} , P_{pk_L} und P_{pk_U} wurden verbessert;
- in Tabelle 2, Zeile „Ort“, Spalte „C“, der Buchstabe „s“ wurde durch „s/r“ ersetzt;
- in Tabelle 2, Zeile „Ort“, Spalte „D“, wurde der Großbuchstabe „S“ durch „s/r“ ersetzt;
- in Tabelle 3, Zeile „Standortmethodenetikett“, Zeilen „3“ und „4“ - in den Gleichungen (13) und (14) wurde die Verwendung von Indizes verbessert und ist jetzt genauer;
- redaktionelle Anpassungen wurden vorgenommen, um der neuesten Ausgabe der ISO/IEC-Richtlinien, Teil 2, 2016, nachzukommen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 22514, veröffentlicht unter dem allgemeinen Titel *Statistical methods in process management — Capability and performance*, ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Über die Qualitätsfähigkeit und die Leistung von Prozessen sind von internationalen, regionalen und nationalen Normungsgremien sowie auch von der Industrie viele Normen veröffentlicht worden. Alle von ihnen gehen davon aus, dass der betrachtete Prozess stabil ist, mit stationären, normalverteilten Prozessen. Eine umfassende Analyse von Herstellungsprozessen zeigt jedoch, dass, über die Zeit gesehen, Prozesse sehr selten in solch einem Zustand verbleiben.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsache bietet dieses Dokument einen Rahmen zur Schätzung der Qualitätsfähigkeit und der Leistung von industriellen Prozessen für eine Reihe von Standardrahmenbedingungen. Diese Rahmenbedingungen sind nach der Stabilität von Mittelwert und Varianz gegliedert, ob diese also konstant sind, sich systematisch oder zufällig ändern. Auf diese Weise können die Qualitätsfähigkeit und die Leistung für sehr unterschiedlich geformte Verteilungen über der Zeit bewertet werden.

In anderen Teilen von ISO 22514 können ausführlichere Angaben zur Berechnung von Kenngrößen gefunden werden. Es sollte beachtet werden, dass dort, wo die in diesem Dokument genannten Fähigkeitskenngrößen berechnet werden, diese nur Punktschätzungen ihrer wahren Werte darstellen. Es wird daher empfohlen, nach Möglichkeit die Vertrauensbereiche der Kenngrößen zu berechnen und zu berichten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung von Kenngrößen zur Schätzung der Qualitätsfähigkeit und der Leistung von Produkt- und Prozessmerkmalen. Die Prozessergebnisse dieser Qualitätsmerkmale sind nach acht möglichen Verteilungstypen gegliedert. Für jede dieser Verteilungen werden Berechnungsgleichungen für die statistischen Maßzahlen angegeben.

Die in diesem Dokument beschriebenen statistischen Verfahren beziehen sich nur auf kontinuierliche Qualitätsmerkmale. Sie sind auf Prozesse in allen industriellen und wirtschaftlichen Sektoren anwendbar.

ANMERKUNG Dieses Verfahren wird in der Regel bei Vorliegen einer großen Anzahl aufeinander folgender Prozessergebnisse verwendet, aber es kann auch für kleine Serien (eine kleine Anzahl von Prozessergebnissen) verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 5479, *Statistical interpretation of data — Tests for departure from the normal distribution*

3 Begriffe, Formelzeichen und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 3534-2 und ISO 22514-1 sowie die folgenden unten aufgeführten Formelzeichen und Abkürzungen.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Formelzeichen

C_p	Prozessfähigkeitsindex
C_{pk}	kleinster Prozessfähigkeitsindex
C_{pk_L}	unterer Prozessfähigkeitsindex
C_{pk_U}	oberer Prozessfähigkeitsindex
c_4	Konstante, die auf dem Untergruppenumfang ^{N1)} n beruht

N1) Nationale Fußnote: Der gesamte Datensatz besteht aus k Stichproben des Umfangs n . Um zwischen dem gesamten Datensatz (Umfang $k \cdot n$) und den Stichproben des Umfangs n zu unterscheiden, bezeichnet in der englischen Ausgabe ISO 22514-2 „sample“ den gesamten Datensatz und „subgroup“ die untergeordneten Stichproben. Daher werden die Benennungen „sample“ mit „Stichprobe“ und „subgroup“ mit „Untergruppe“ übersetzt, obwohl auch die Untergruppen Stichproben sind.

Δ	Prozessstreibreite ^{N2)}
Δ_L	Differenz zwischen X_{mid} und $X_{0,135\%}$ von der Verteilung der Produktmerkmale
Δ_U	Differenz zwischen $X_{99,865\%}$ und X_{mid} von der Verteilung der Produktmerkmale
d_2	Konstante, die auf dem Untergruppenumfang n beruht
k	Anzahl von Untergruppen des gleichen Umfangs n
μ	Mittelwert des Prozesses
L	untere Spezifikationsgrenze (en. lower specification limit)
$M_{l,d}$	Berechnungsverfahren, Typ l zur Lagebestimmung und Typ d zur Streuungsbestimmung
n	Stichprobenumfang ^{N3)}
p_L	unterer Anteil nichtkonformer Einheiten ^{N4)}
p_t	Gesamtanteil nichtkonformer Einheiten
p_U	oberer Anteil nichtkonformer Einheiten
P_p	potenzieller Prozessleistungsindex
P_{pk}	kleinster potenzieller Prozessleistungsindex
P_{pk_L}	unterer potenzieller Prozessleistungsindex
P_{pk_U}	oberer potenzieller Prozessleistungsindex
R_i	Spannweite der i -ten Untergruppe (en: range)
s	beobachteter Wert der Standardabweichung
σ	Standardabweichung der Grundgesamtheit
S	Standardabweichung, Kenngröße aus einer Stichprobe
s_i	beobachtete Standardabweichung der i -ten Untergruppe ^{N5)}

N2) Nationale Fußnote: In der deutschen Sprache ist Streuung eine qualitative Eigenschaft; Δ ist eine quantitative Beschreibung der Streuung. Deshalb wird ‚dispersion‘ im qualitativen Sinne mit ‚Streuung‘ übersetzt, im quantitativen mit ‚Streibreite‘.

N3) Nationale Fußnote: In ISO 22514-2 wird das Formelzeichen N benutzt. Hinzu kommt, dass n mal als ‚sample size‘ und mal als ‚number of values‘ bezeichnet wird. Beide Begriffe werden in DIN ISO 22514-2 einheitlich mit ‚Stichprobenumfang‘ übersetzt. Bei Arbeit mit den Formeln ist darauf zu achten, ob der Einzel-Stichprobenumfang n oder ein zusammengesetzter Umfang aus $k \cdot n$ Einheiten gemeint ist.

N4) Nationale Fußnote: p_L , p_t , p_U werden im Dokument nicht verwendet.

N5) Nationale Fußnote: Nach ISO 3534-1 (Begriff 1.16, 1.17) ist die beobachtete/realisierte Standardabweichung mit s zu bezeichnen und die Standardabweichung als Zufallsvariable mit S .

s_t	gesamte Stichprobenstandardabweichung, gekennzeichnet durch den Index „t“ (en: total)
U	obere Spezifikationsgrenze (en. upper specification limit)
$X_{0,135 \%}$	0,135-%-Verteilungsquantil
$X_{99,865 \%}$	99,865-%-Verteilungsquantil
$X_{50 \%}$	50-%-Verteilungsquantil
X_{mid}	Mittelpunkt ^{N6)} der Verteilung

3.2 Abkürzungen

ANOVA	Varianzanalyse (en: anlysis of variance)
SPC	statistische Prozesslenkung (en: statistical process control)

4 Prozessanalyse

Zielsetzung der Prozessanalyse ist, Kenntnis über einen Prozess zu erhalten. Diese Kenntnis ist notwendig, um den Prozess wirksam und wirtschaftlich beherrschen zu können, damit die durch den Prozess realisierten Produkte die Qualitätsanforderung erfüllen. Dieses Dokument geht davon aus, dass eine Prozessanalyse durchgeführt wurde und anschließend Prozessverbesserungen eingeführt worden sind.

Das Verhalten eines betrachteten Merkmals kann durch die Verteilung beschrieben werden, deren Lage-, Streuungs- und Formparameter im Allgemeinen zeitabhängige Funktionen sind. Verschiedenartige Modelle solcher Ergebnisverteilungen, deren Parameter zeitabhängige Funktionen sind, werden in den Abschnitten 6 und 7 behandelt. Um zu erkennen, ob ein zeitabhängiges Verteilungsmodell geeignet ist, werden statistische Verfahren verwendet [z. B. Schätzen der Werte der Parameter, Varianzanalyse (ANOVA)], einschließlich grafischer Verfahren (z. B. Wahrscheinlichkeitsnetze, Regelkarten).

Die Werte der betrachteten Merkmale werden üblicherweise anhand von während des Prozessablaufs entnommenen Stichproben bestimmt. Stichprobenumfang und Häufigkeit sollten abhängig von Prozess- und Produktart so gewählt werden, dass alle wichtigen Änderungen rechtzeitig entdeckt werden können. Die Stichproben sollten für das betrachtete Merkmal repräsentativ sein. Zur Bewertung der Stabilität des Prozesses sollte eine Regelkarte verwendet werden. Informationen zur Verwendung von Regelkarten gibt ISO 7870-2.

5 Zeitabhängige Verteilungsmodelle

Die momentane Verteilung beschreibt das Verhalten des untersuchten Merkmals während einer kurzen Zeitspanne. Üblicherweise ist dies das Zeitintervall, in dem die Stichprobe (z. B. die „Untergruppe“) dem Prozess entnommen werden kann. Wenn der Prozess kontinuierlich über der Zeit für ein längeres Zeitintervall beobachtet wird, dann wird die resultierende Verteilung Prozessergebnisverteilung genannt; diese wird durch ein zugehöriges zeitabhängiges Verteilungsmodell beschrieben, dass

— die momentane Verteilung des untersuchten Merkmals, und

N6) Nationale Fußnote: Die wörtliche Übersetzung des Begriffs „midpoint“ kann missverstanden werden. X_{mid} bezeichnet als Überbegriff den Lageparameter, das heißt den Mittelwert μ (Erwartungswert) oder den Median ζ (Zentralwert, 0,5-Verteilungsquantil) der Grundgesamtheit der Merkmalswerte des Prozesses.

— die Änderungen der Werte ihres Lage-, Streuungs- und Formparameters während des Zeitintervalls der Prozessbeobachtung

berücksichtigt.

In der Praxis kann die resultierende Verteilung durch den gesamten Datensatz dargestellt werden, wenn z. B. SPC eingesetzt wird, durch alle Untergruppen, die während des Intervalls der Prozessbeobachtung gewonnen werden.

Zeitabhängige Verteilungsmodelle können in vier Gruppen eingeteilt werden, je nachdem, ob die Werte des Lage- und des Streuungsparameters konstant sind oder sich ändern (siehe Tabelle 1).

- a) Ein Prozess, dessen Lage und Streuung konstant sind, gehört zum zeitabhängigen Verteilungsmodell A. Nur in diesem Fall gleichen all die Mittelwerte und die Varianzen der momentanen Verteilungen einander sowie der resultierenden Verteilung.
- b) Wenn die Streuung eines Prozesses sich mit der Zeit ändert, aber die Lage unverändert bleibt, gehört der Prozess zum zeitabhängigen Verteilungsmodell B.
- c) Wenn die Streuung konstant ist, die Lage sich aber ändert, liegt das zeitabhängige Verteilungsmodell C vor.
- d) Anderenfalls liegt das zeitabhängige Verteilungsmodell D vor.

Tabelle 1 — Klassifizierung der zeitabhängigen Verteilungsmodelle

Prozess- standard- abweichung s(t)	Prozessmittelwert $\mu(t)$							
	konstant			nicht konstant				
konstant		A			C			
		A1	A2		C1	C2	C3	C4
	Kurzzeitverteilung	normal- verteilt	nicht normal- verteilt – eingipflig	Lage	zufällig	zufällig	systematisch (z. B. Trend)	systematisch und zufällig (z. B. losweise)
				Kurzzeit- verteilung	normal- verteilt	normal- verteilt	normal- verteilt	normal- verteilt
				resul- tierende Verteilung	normal- verteilt	nicht normal- verteilt – eingipflig	beliebige Form	beliebige Form (z. B. multimodal)
nicht konstant	resultierende Verteilung	B		resul- tierende Verteilung	D			
		beliebige Form – eingipflig			beliebige Form			

Wenn sich die Momente ändern, können die Modelle noch danach unterteilt werden, ob die Änderungen zufällig, systematisch oder beides sind.

ANMERKUNG Verteilungsmodell A2 ist in der Literatur zur Zeitreihenanalyse bekannt als *stationär* und das Verteilungsmodell A1 als *stationär zweiter Ordnung*.

Tabelle 2 fasst die grundlegenden Eigenschaften der einzelnen zeitabhängigen Verteilungsmodelle zusammen; ihre grafischen Darstellungen finden sich in den Bildern 1 bis 8. Bei den zeitabhängigen Verteilungsmodellen A und C gibt es Teilklassen, die entsprechend ihrer praktischen Bedeutung eingeführt wurden. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Form der resultierenden Verteilung und in dem Grund dafür, dass sich der Prozess in einem nicht stabilen Zustand befindet.

Tabelle 2 — Wichtige Eigenschaften der zeitabhängigen Verteilungsmodelle

Merkmal	zeitabhängige Verteilungsmodelle ^a							
	A1	A2	B	C1	C2	C3	C4	D
Lage	c	c	c	r	r	s	s	s
Streuung	c	c	s/r	c	c	c	c	s/r
momentane Verteilung	nd	1m	nd	nd	nd	as	as	as
resultierende Verteilung	nd	1m	1m	nd	1m	as	as	as
siehe Bild	1	2	3	4	5	6	7	8
Lage/Streuung: c der Wert des Parameters ändert sich nicht (en: constant); r der Wert des Parameters ändert sich nur zufällig (en: randomly); s der Wert des Parameters ändert sich nur systematisch (en: systematically) Momentane/resultierende Verteilung: nd normalverteilt (en: normally distributed); 1m nicht normalverteilt, eingipflig (en: one mode); as beliebige Form (en: any shape).								
^a Die Wahl des Modells ergibt sich aus der Prozessanalyse.								

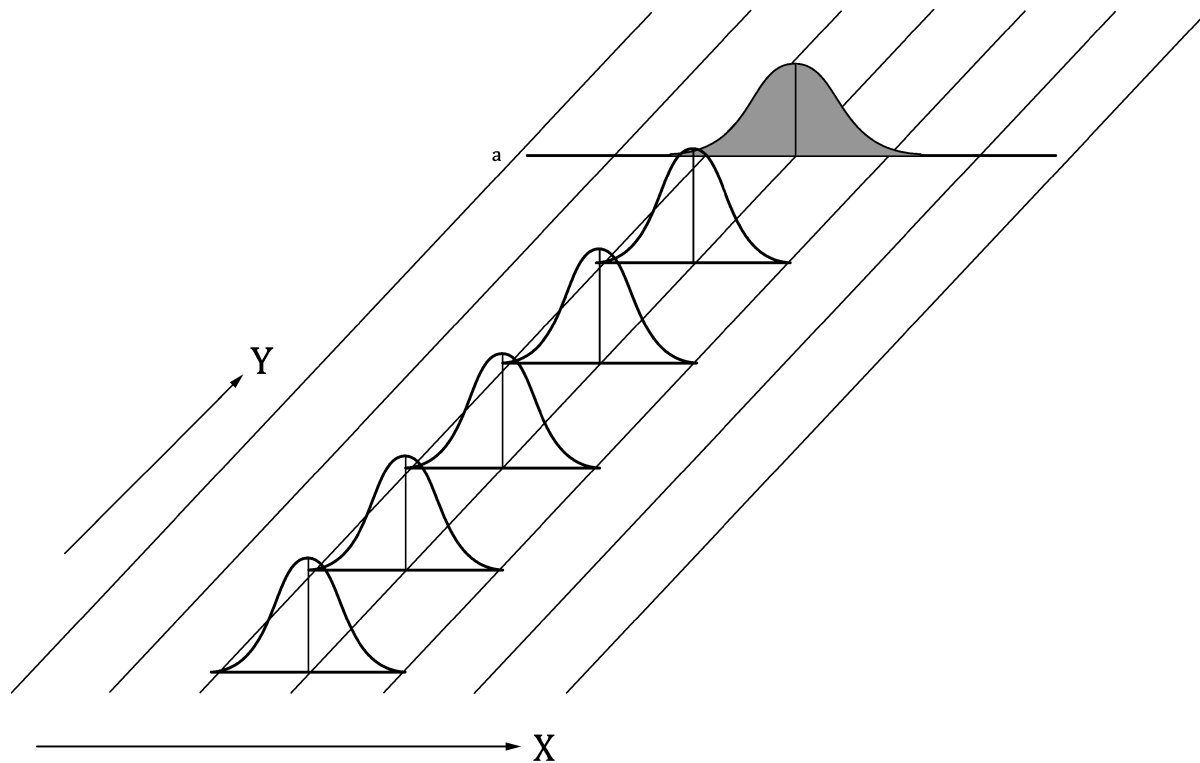
Für jedes zeitabhängige Verteilungsmodell werden mehrere momentane Verteilungen als Funktion der Zeit gezeigt; die zugehörige Ergebnisverteilung wird ebenfalls gezeigt. Diese Verteilungen sind nicht maßstabsgerecht gezeichnet.

Die Wahl von Modellen und deren Verifizierung erfordern umfangreiche Datenanalyse. Dies wird normalerweise den Einsatz von Statistik-Software erfordern.

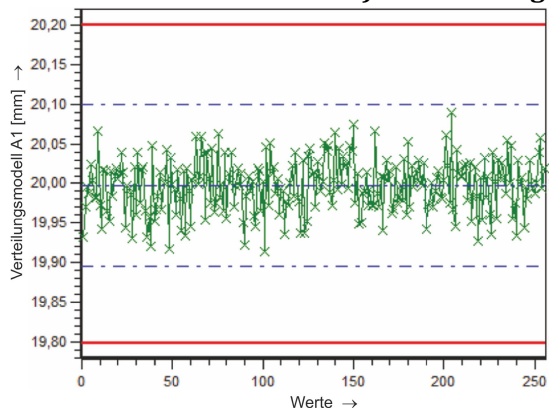
Das zeitabhängige Verteilungsmodell A1 (siehe Bild 1) hat die folgenden Eigenschaften (z. B. die gemessene Länge einer Einheit aus einem stabilen Prozess):

- Lage: konstant;
- Streuung: konstant;
- momentane Verteilung: normalverteilt;
- resultierende Verteilung: normalverteilt.

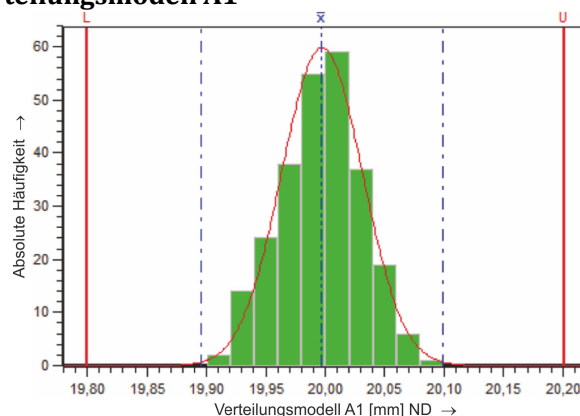
Der Prozess ist stabil.



a) Zeitabhängiges Verteilungsmodell A1



b) Beispiel eines Werteverlaufs im Verteilungsmodell A1



c) Beispiel eines Histogramms im Verteilungsmodell A1

Legende

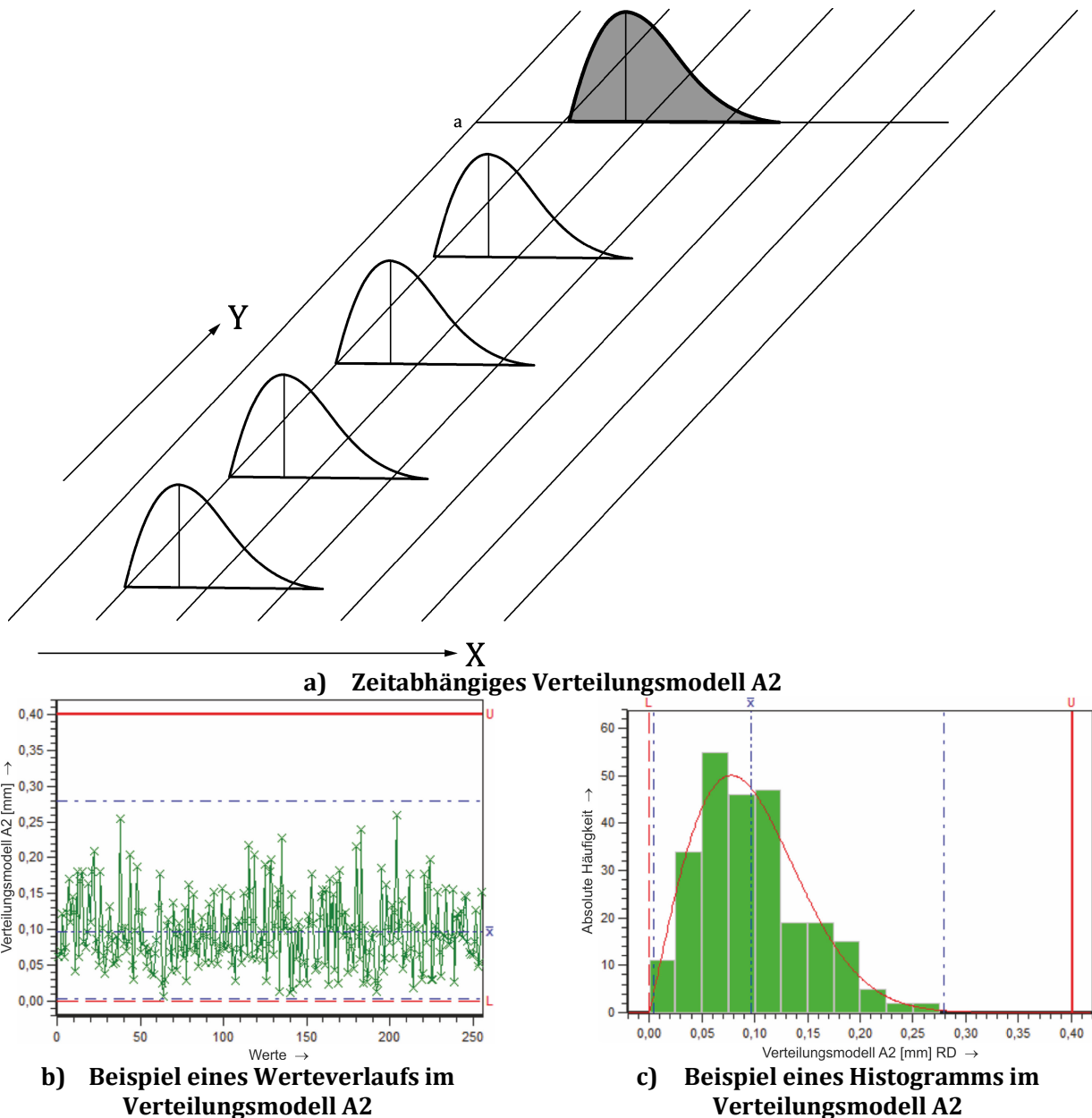
- X Merkmalswert
- Y Zeit
- a resultierende Verteilung

Bild 1 — Grafische Darstellung des zeitabhängigen Verteilungsmodells A1

Das zeitabhängige Verteilungsmodell A2 (siehe Bild 2) hat die folgenden Eigenschaften (z. B. die Oberflächenrauheit einer Einheit als ein Beispiel für ein physikalisch begrenztes Merkmal):

- Lage: konstant;
- Streuung: konstant;
- momentane Verteilung: nicht normalverteilt, eingipflig;
- resultierende Verteilung: nicht normalverteilt, eingipflig.

Der Prozess ist stabil.



Legende

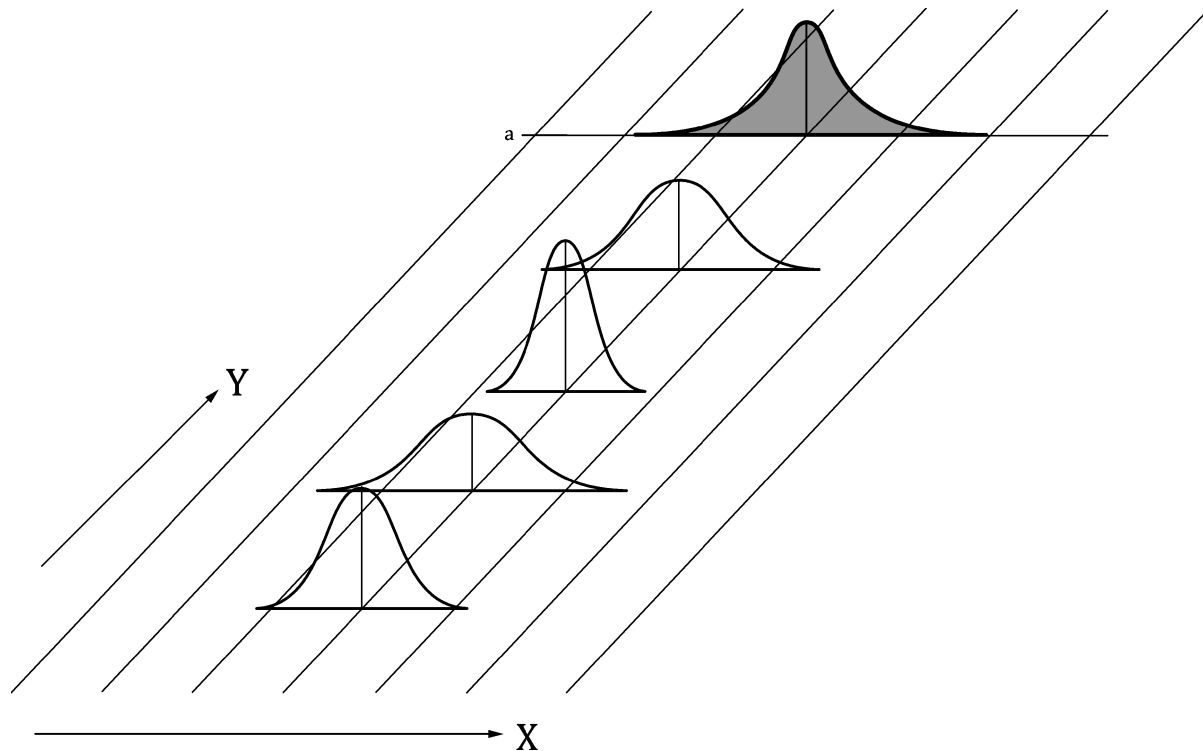
- X Merkmalswert
- Y Zeit
- a resultierende Verteilung

Bild 2 — Grafische Darstellung des zeitabhängigen Verteilungsmodells A2

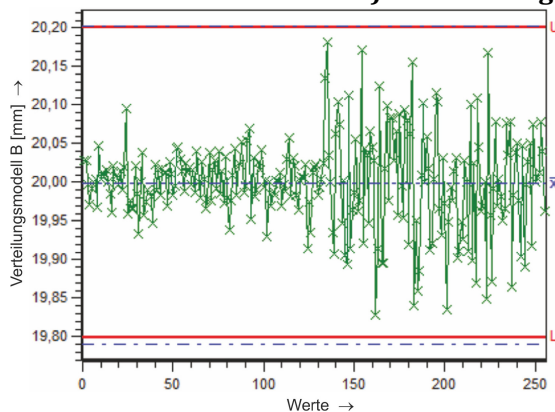
Das zeitabhängige Verteilungsmodell B (siehe Bild 3) hat die folgenden Eigenschaften (z.B. unterschiedlicher Verschleiß der Spindeln eines Mehrspindelautomaten mit gleicher Zentrierung):

- Lage: konstant;
- Streuung: systematische oder zufällige Änderungen;
- momentane Verteilung: normalverteilt;
- resultierende Verteilung: nicht normalverteilt, eingipflig.

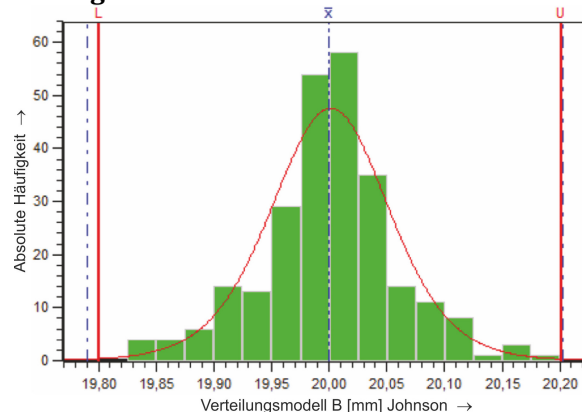
Der Prozess ist nicht stabil.



a) Zeitabhängiges Verteilungsmodell B



b) Beispiel eines Werteverlaufs im Verteilungsmodell B



c) Beispiel eines Histogramms im Verteilungsmodell B

Legende

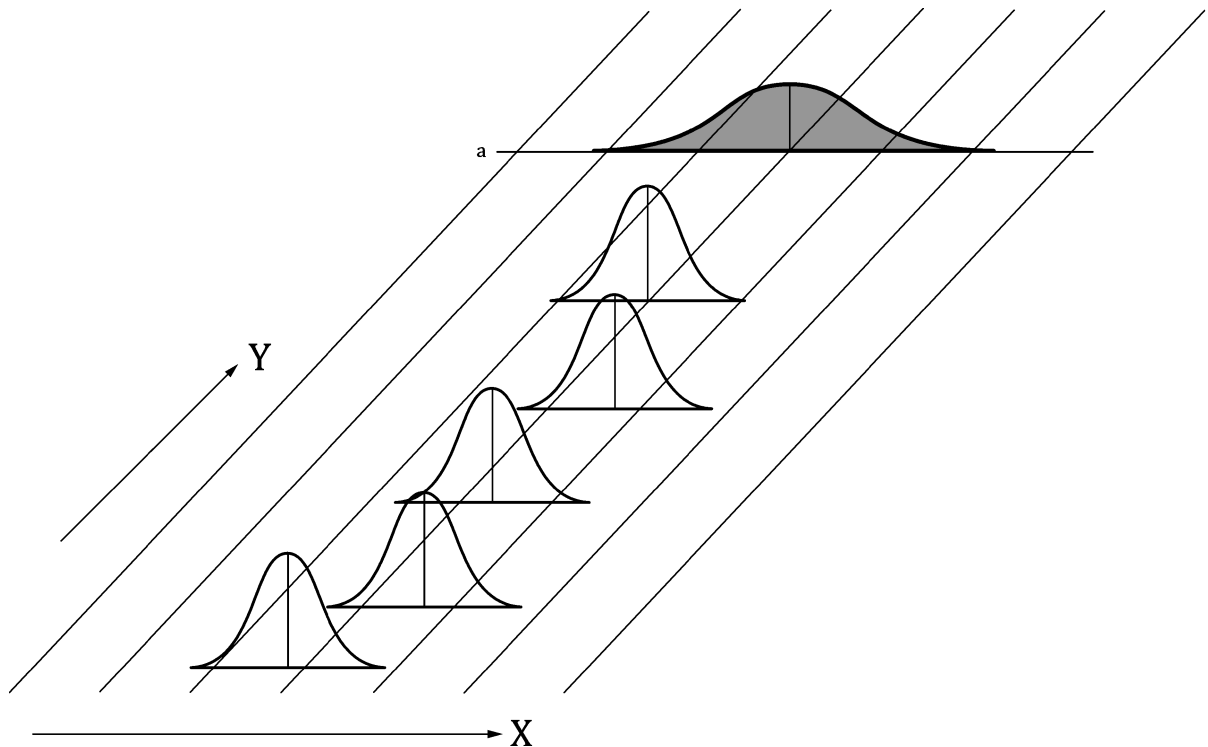
- X Merkmalswert
- Y Zeit
- a resultierende Verteilung

Bild 3 — Grafische Darstellung des zeitabhängigen Verteilungsmodells B

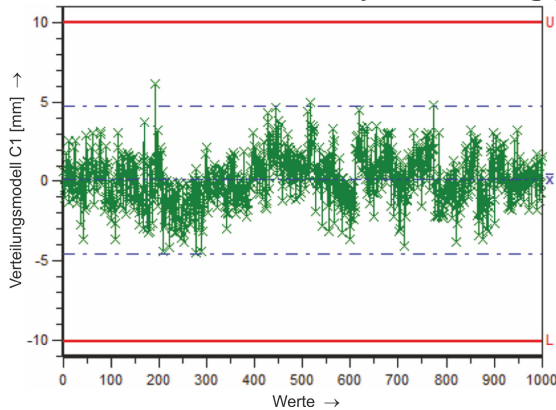
Das zeitabhängige Verteilungsmodell C1 (siehe Bild 4) hat die folgenden Eigenschaften (z. B. unterschiedliche Zentrierung von Werkstückträgern):

- Lage: zufällig (normalverteilt);
- Streuung: konstant;
- momentane Verteilung: normalverteilt;
- resultierende Verteilung: normalverteilt.

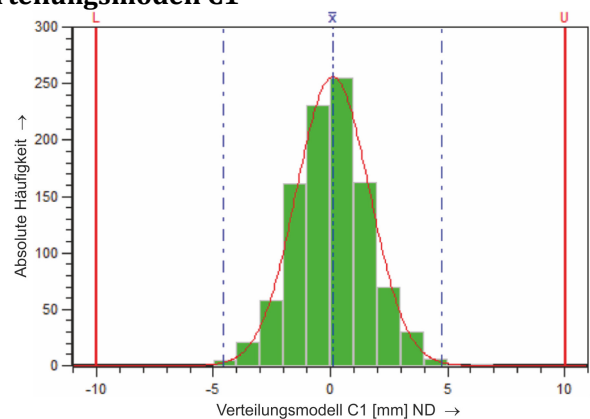
Der Prozess ist nicht stabil.



a) Zeitabhängiges Verteilungsmodell C1



b) Beispiel eines Werteverlaufs im Verteilungsmodell C1



c) Beispiel eines Histogramms im Verteilungsmodell C1

Legende

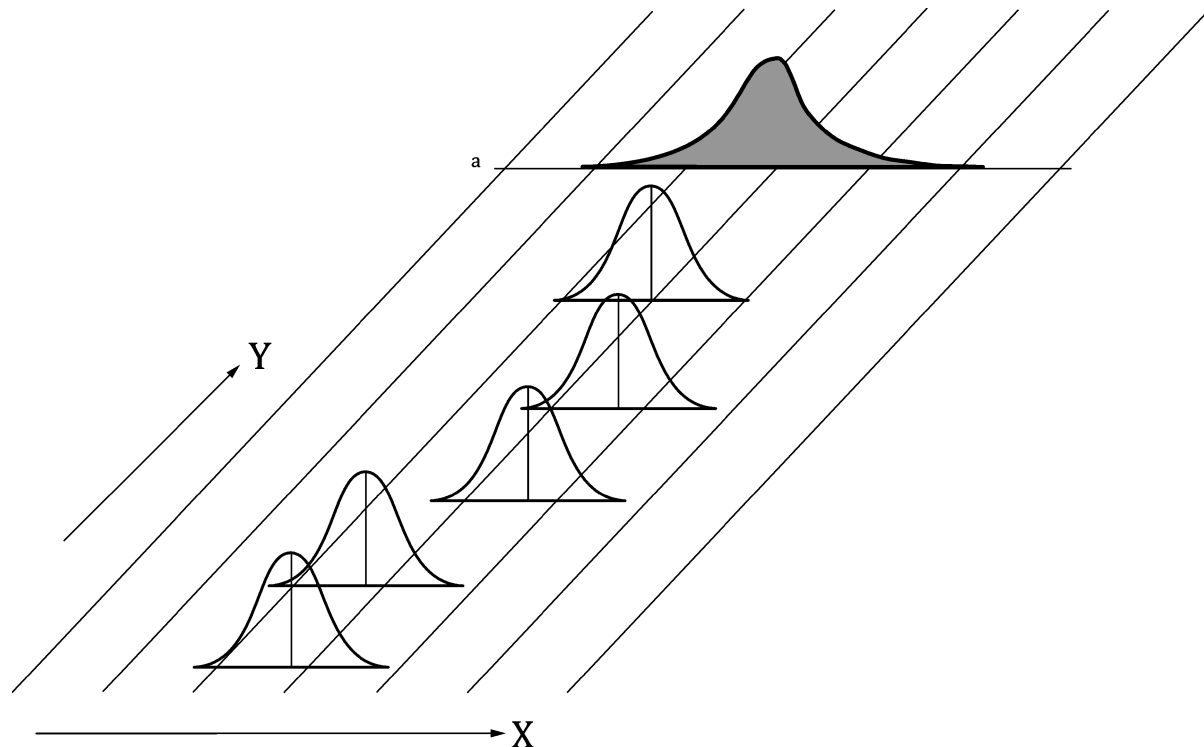
- X Merkmalswert
- Y Zeit
- a resultierende Verteilung

Bild 4 — Grafische Darstellung des zeitabhängigen Verteilungsmodells C1

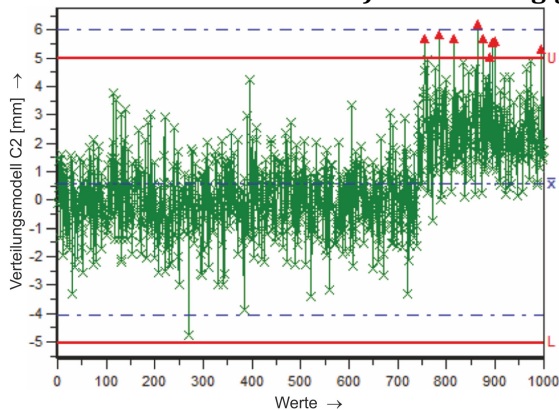
Das zeitabhängige Verteilungsmodell C2 (siehe Bild 5) hat die folgenden Eigenschaften (z. B. eingespannte Werkzeuge):

- Lage: zufällig (nicht normalverteilt, eingipflig);
- Streuung: konstant;
- momentane Verteilung: normalverteilt;
- resultierende Verteilung: nicht normalverteilt, eingipflig.

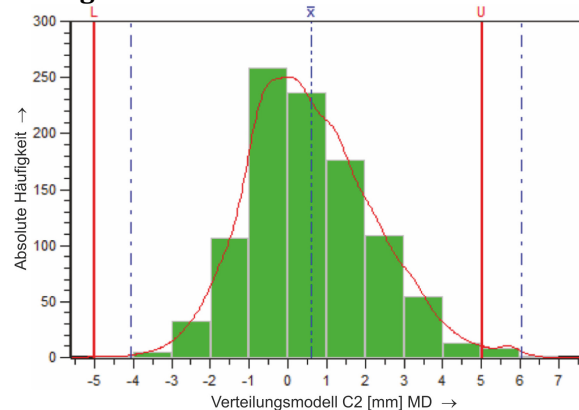
Der Prozess ist nicht stabil.



a) Zeitabhängiges Verteilungsmodell C2



b) Beispiel eines Werteverlaufs im Verteilungsmodell C2



c) Beispiel eines Histogramms im Verteilungsmodell C2

Legende

- X Merkmalswert
- Y Zeit
- a resultierende Verteilung

Bild 5 — Grafische Darstellung des zeitabhängigen Verteilungsmodells C2