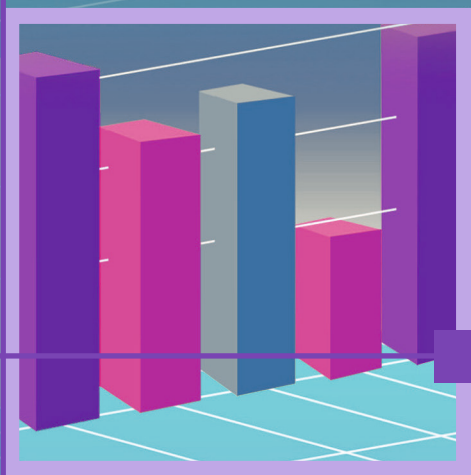


Stephan Conrad  
Edgar Dietrich

# Abnahme von Fertigungs- einrichtungen



4., aktualisierte Auflage

HANSER




Stephan Conrad  
Edgar Dietrich

# **Abnahme von Maschinen und Fertigungs- einrichtungen**

4., aktualisierte Auflage

HANSER





Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

#### Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2020 Carl Hanser Verlag München  
[www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)

Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg  
Herstellung: Björn Gallinge  
Umschlagkonzept: Marc Müller-Bremer, [www.rebranding.de](http://www.rebranding.de), München  
Umschlagrealisation: Max Kostopoulos  
Satz: Q-DAS® GmbH  
Druck und Bindung: Kösel, Krugzell  
Printed in Germany

ISBN 978-3-446-45874-1  
E-Book-ISBN 978-3-446-45995-3

---

## Vorwort zur 4. Auflage

In der 4., aktualisierten Auflage werden die Methoden basierend auf der mittlerweile erschienenen Normenreihe ISO 22514 beschrieben. Der Fokus liegt verstärkt auf der Abnahme im Sinne einer Maschinenfähigkeit nach ISO 22514-3, zeigt aber auch Übergänge zur vorläufigen Prozessfähigkeit nach ISO 22514-2. Besondere Anwendungsfälle für mehrdimensionale und multivariate Prozesse nach ISO 22514-6 sowie Bearbeitungszentren nach ISO 22514-8 sind berücksichtigt. Die Bezeichnungen und Kriterien sind den neuen Normen angepasst worden.

Der Autor stehen für Anmerkungen, Anregungen und Fragen zu diesem Pocket Guide gerne zur Verfügung und ist unter der Email-Adresse [teq.weinheim.mi@hexagon.com](mailto:teq.weinheim.mi@hexagon.com) zu erreichen.

Weinheim, September 2019

Stephan Conrad

---

## Vorwort zur 1. Auflage

In den letzten Jahren ist es immer mehr zum Standard geworden, den Eignungsnachweis oder die Qualifikation der im Fertigungsbereich verwendeten Maschinen- und Fertigungseinrichtungen mittels statistischer Verfahren zu beurteilen. Hierfür gibt es nicht nur Forderungen in Normen, sondern auch Richtlinien von VDA bzw. AIAG sowie Firmenstandards. Insbesondere die Firmenstandards sind Vertragsbestandteil bei der Neubeschaffung solcher Einrichtungen.

Mit dem vorliegenden Pocket Guide möchten die Autoren dem Leser eine Hilfestellung in Form einer klaren Vorgehensweise bei der Abnahme von Maschinen und Fertigungseinrichtungen geben. Das Buch besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil ist die Vorgehensweise beschrieben, ohne näher auf die statistischen Verfahren und Hintergründe einzugehen. Der mit statistischen Verfahren vertraute Leser kann sofort mit Teil 1 beginnen. Falls für Sie die Anwendung statistischer Methoden neu ist, empfehlen wir zunächst Teil 2 durchzuarbeiten.

Birkenau, März 2000

Edgar Dietrich  
Alfred Schulze

---

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 4. Auflage .....	3
Vorwort zur 1. Auflage .....	4
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>8</b>
<b>2 Durchführung des Abnahmeverfahrens beim Lieferanten .....</b>	<b>12</b>
2.1 Voraussetzungen und Ablauf .....	14
2.2 Fertigungseinrichtung vorbereiten .....	20
2.3 Vorqualifikation der Einrichtung .....	32
2.4 Bewertungsmethode.....	36
2.5 Qualitäts-Annahmekriterien .....	40
2.6 Verkürzte Abnahme mit verringerter Stückzahl...44	
2.7 Dokumentation der Ergebnisse .....	46
2.8 Ergebnisse für mehrere Merkmale .....	50
<b>3 Endabnahme am Aufstellungsort .....</b>	<b>54</b>
3.1 Allgemeines .....	54
<b>4 Fähigkeitskenngrößen nach ISO 22514 Teil 2 und 3.....</b>	<b>58</b>
4.1 Verteilungsmodelle .....	60
4.2 Verteilungszeitmodelle .....	74

---

4.3	Berechnungsmethoden nach ISO 22514-2 und 3 .....	92
4.4	Automatisierte Auswertemethode zur Bestimmung des Maschinenleistungsindex.....	98
4.5	Erweiterte Auswertekonfiguration zur Ermittlung der Verteilungszeitmodelle .....	100
<b>5</b>	<b>Einseitig begrenzte Merkmale.....</b>	<b>102</b>
5.1	Einseitig begrenzte Merkmale ohne zweite Spezifikationsgrenze .....	102
5.2	Einseitig begrenzte Merkmale mit zweiter „natürlicher“ Grenze .....	104
<b>6</b>	<b>Mehrdimensionale Fähigkeitsindizes .....</b>	<b>108</b>
6.1	Positionstoleranzen .....	108
6.2	Auswuchtmaschinen .....	114
<b>7</b>	<b>Abnahme von Parallelbearbeitungszentren....</b>	<b>116</b>
7.1	Abnahme der ersten Maschine .....	116
7.2	Abnahme der folgenden Maschinen.....	116
<b>8</b>	<b>Besondere Vorgehensweisen .....</b>	<b>118</b>
8.1	Allgemeiner Hinweis .....	118
8.2	Oberflächenrauheit.....	118
8.3	Werkzeugverschleiß.....	120
8.4	Form- oder werkzeuggebundene Maße.....	122

---

8.5	Härte.....	122
<b>9</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>125</b>

---



# 1 Einleitung

Zum besseren Verständnis der hier beschriebenen Vorgehensweise sollen kurz die Hintergründe für die Anwendung der statistischen Verfahren erläutern werden.

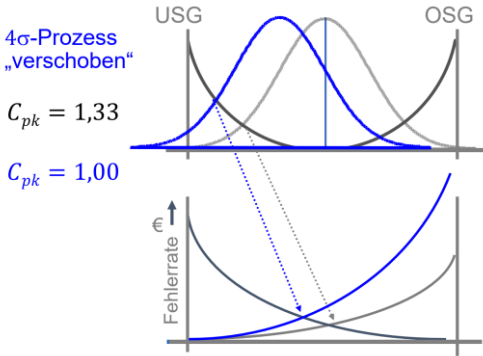
Die Abnahme von Maschinen und Fertigungseinrichtungen erfolgt mit Fähigkeitsuntersuchungen und Fähigkeitsindizes. Vielfach werden durch vereinfachende Darstellungen Fähigkeitsindizes als simple Verklausulierung von Überschreitungsanteilen missverstanden.

Die eigentliche Grundlage hierfür ist jedoch die von Taguchi Gen'ichi publizierte Verlustfunktion. Diese Theorie besagt, dass jede Abweichung von einem vorgegebenen Sollwert einen Verlust für das Unternehmen, die Organisation bzw. die Gesellschaft darstellt. Die Höhe dieses Verlustes ist von der jeweiligen Aufgabenstellung abhängig und wird durch die jeweilige Verlustfunktion beschrieben.

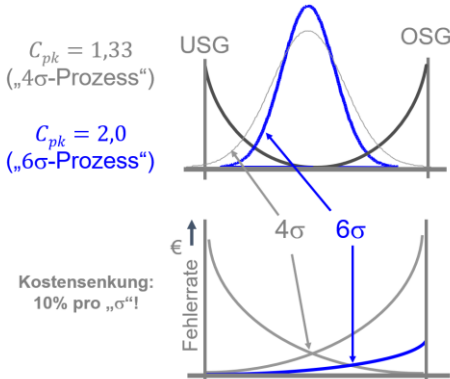
Die Fehlleistungskosten hängen von der mittleren Abweichung der Werte vom Sollwert und von der Streuung der Werte ab. Daher muss das Ziel einer jeden Fertigung sein, die Abweichungen vom Sollwert so gering wie möglich zu halten und die Streuung zu minimieren.

Fähigkeitsindizes beschreiben genau diese Eigenschaften eines Prozesses, in unserem Fall der  $C_m/P_m/P_p$  die Streuung und der  $C_{mk}/P_{mk}/P_{pk}$  die Abweichung vom Sollwert. Um eine Fertigungseinrichtung bei Neukauf bzw. bei deren Änderung beurteilen zu können, sind die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Abnahmeprozeduren erforderlich.

---



a) Abweichung vom Sollwert



b) Unterschiedliche Streuung

Abbildung 1-1: Fehlerrate in Abhängigkeit der Verlustfunktion

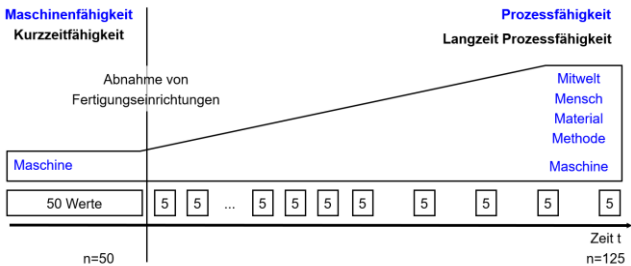
Die Vorgehensweise zur Maschinenfähigkeit ist eine indirekte Abnahme, d. h. es werden üblicherweise keine Maschineneigenschaften bewertet. Stattdessen werden von dieser Fertigungseinrichtung erzeugt Merkmale an Produktionsteilen tatsächlich gefertigt und die Qualität dieser Produktionsteile bewertet. Entsprechen die Produktionsteile den Anforderungen, dann gilt die Maschine als „fähig“ oder „geeignet“ für diese Fertigungsprozesse (Merkmale).

Das bedeutet wiederum, dass für die Frage der Durchführung einer Maschinenfähigkeiten nicht die Maschine im Vordergrund steht, sondern die auf dieser Maschine zukünftig produzierten Teile. Daraus folgt letztlich, dass für jeden Teiletyp und jedes gefertigte Merkmal ein Fähigkeitsindex nachzuweisen ist. Üblicherweise werden die Merkmale herangezogen, die auf Basis von FMEAs in einem Produktionslenkungsplan als kritisch markiert sind.

Wird die Fertigungseinrichtung für ein größeres Teileportfolio eingesetzt, sind typische Bauteile und Merkmale zu identifizieren und zu verwenden, die eine repräsentative Abnahme für das gesamte Portfolio ermöglichen.

Der Begriff „Maschinen“-fähigkeit ist also nicht auf die Maschine als physikalisch/technische Einheit zurückzuführen, sondern rührt daher, dass man im Rahmen der Abnahme einer Fertigungseinrichtung vier der fünf „M“ (Methode, Material, Mensch, Mitwelt) konstant hält und einzig Einflüsse der Maschine bewertet.

Im Grenzfall geht die Maschinenfähigkeit über in eine (vorläufige) Prozessfähigkeit, wobei die Grenzen fließend und die Abnahmebedingungen zu dokumentieren sind.



## Übliche Bezeichnungen von Leistungs- und Fähigkeitsindizes sowie typische Literaturquellen

- $P_m/P_{mk}$  Maschinenleistung (ISO 22514-3)
- $C_m/C_{mk}$  Maschinenfähigkeit (VDA Bd 4)
- $P_p/P_{pk}$  vorläufige Prozessfähigkeit (VDA Bd 4)
- $P_p/P_{pk}$  Prozessleistung (ISO 22514-2, VDA Bd 4)
- $P_p/P_{pk}$  overall process capability (AIAG PPAP/SPC)
- $C_p/C_{pk}$  Prozessfähigkeit (ISO 22514-2, VDA Bd 4)
- $C_p/C_{pk}$  within process capability (AIAG PPAP/SPC)

Abbildung 1-2: Fähigkeitsindizes – Einflussgrößen und Bezeichnungen

## 2 Durchführung des Abnahmeverfahrens beim Lieferanten

Damit die Durchführung des Abnahmeverfahrens so effizient wie möglich erfolgen kann, sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- ▶ Sind alle relevanten Unternehmensbereiche im Abnahmeteam vertreten?
  - ▶ Ist das Personal mit statistischen Methoden ausreichend vertrautes und geübt?
  - ▶ Ist die verwendete Software in Bezug auf die firmenspezifischen Auswertemethoden oder relevanten Normen validiert?
  - ▶ Verfügt das mit statistischen Aufgaben betraute Personal über ausreichendes Training und Wissen zur effizienten Anwendung der Software?
  - ▶ Hat der Lieferant die anderen betroffenen Lieferanten und Unterauftragnehmer davon unterrichtet, dass ihre Anwesenheit bei der Abnahme erforderlich ist?
-