Services & Operations Management

Prof. Dr. Helmut Dietl

Modulübersicht

1. Operations Strategie
2. Process Analytics
3. **Qualitätsmanagement: SPC**
4. Plattformmanagement
5. Sportmanagement

Lernziele

Nach diesem Modul sollten Sie,

- Kontrollgrenzen berechnen können
- wissen, ob ein Prozess unter Kontrolle ist
- in der Lage sein, einen Prozess unter Kontrolle zu bringen
- Performancegrenzen berechnen können
- die Methode der SPC in Echtzeit anwenden können
- die Kostenwirkungen von Entscheidungen im Qualitätsmanagement kennen

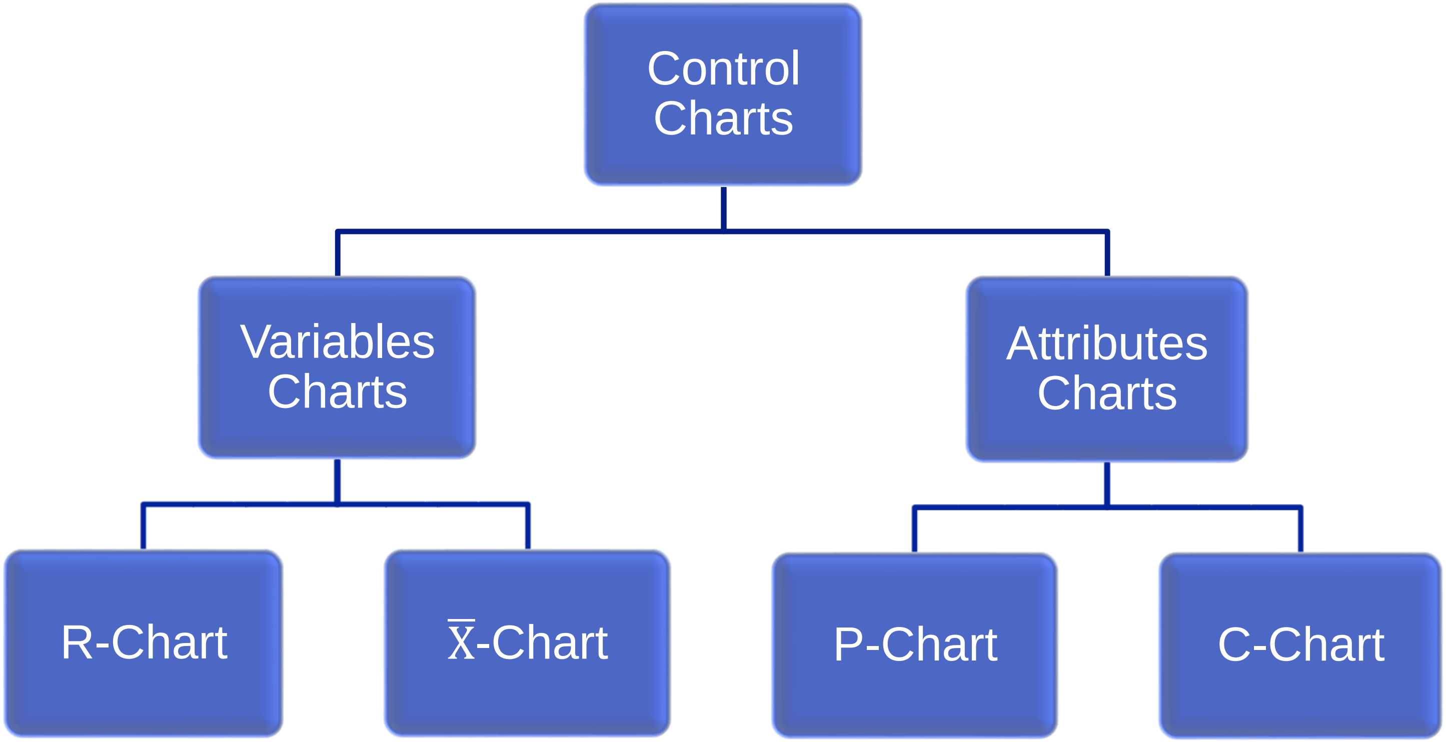
Prozesskontrolle (1/2)

- **Grundidee:** Steuere den Prozess, der die Qualität erzeugt
- SPC (Statistische Prozesskontrolle)
- Steuerung und Kontrolle der Qualitätsdimensionen (nicht nur „guter“ vs. „schlechter“ Output)
  - Wie verändern sich die Daten im Zeitablauf?
  - Falls ein Produkt/Service fehlerhaft ist, wie weit liegen die Werte außerhalb der AQL (acceptable quality level)?

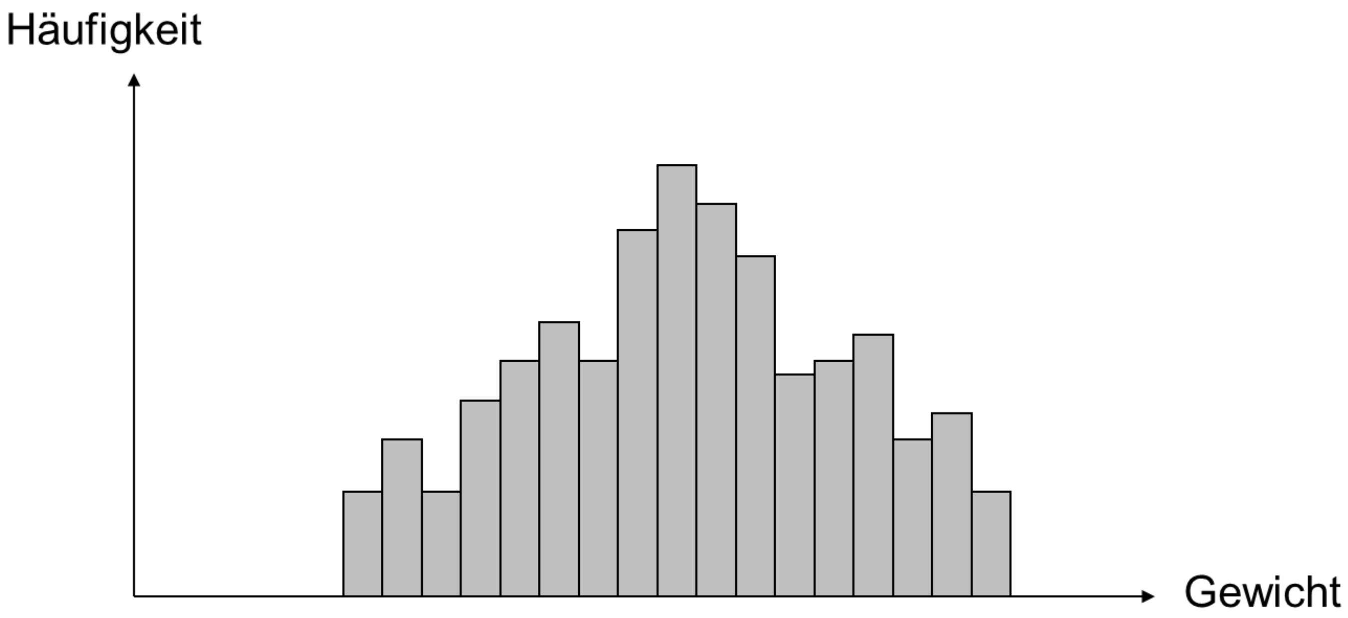
Prozesskontrolle (2/2)

- Identifikation der Ursachen der Prozessschwankungen
  - Zufällige Schwankungen (sind prozessimanent, Vermeidung erfordert Veränderung des Prozessdesigns)
  - Identifizierbare Gründe (z.B. menschliches Versagen)
- Ermittlung der Prozessfähigkeiten
  - Welches Qualitätsniveau kann der Produktionsprozess verlässlich erreichen?
- Institutionalisierung formaler Methoden zur kontinuierlichen Diagnose und Beseitigung von Prozessmängeln

Control Charts im Überblick

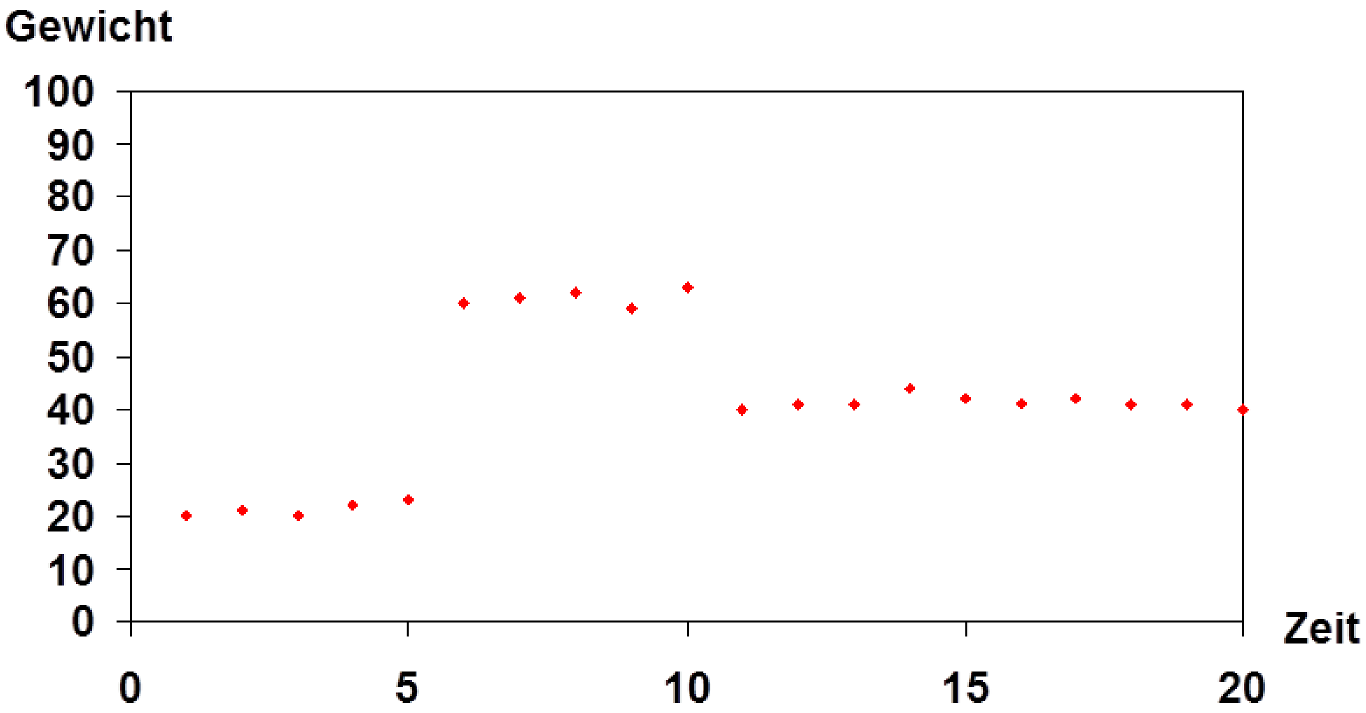


Beispiel: Gewichtskontrolle



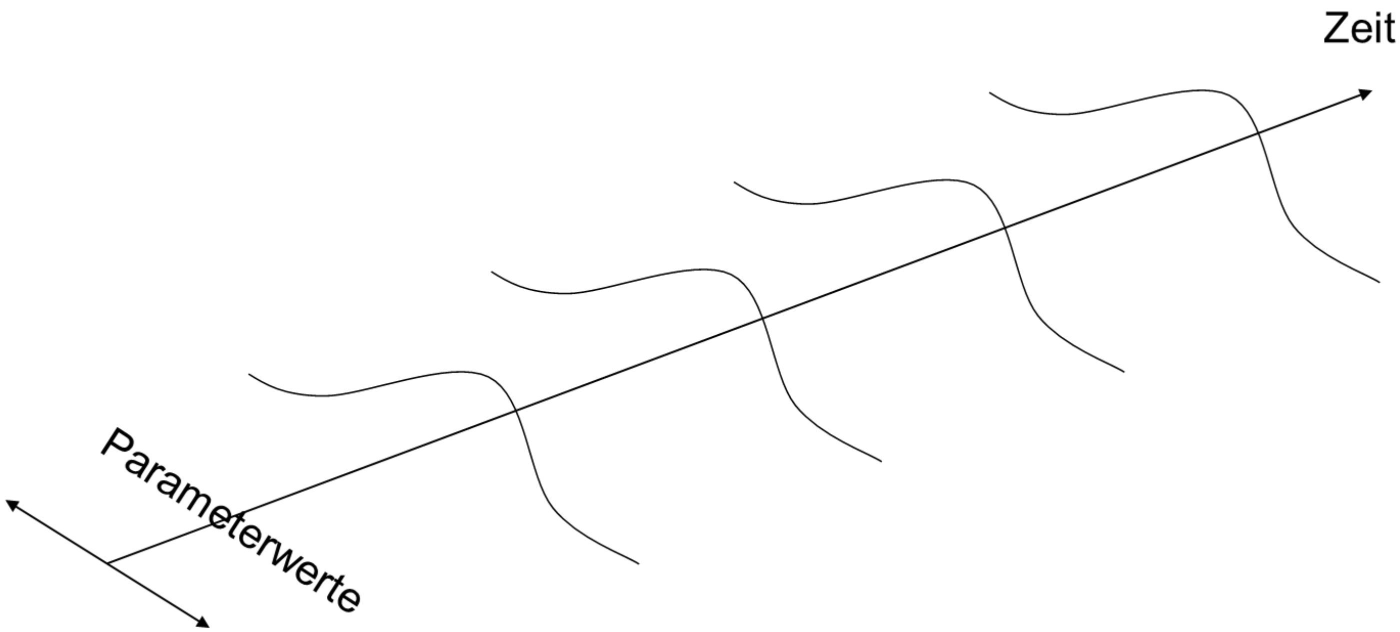
Problem: Histogramme können die Qualitätsabweichungen nicht im Zeitablauf darstellen

Beispiel: Gewichtskontrolle



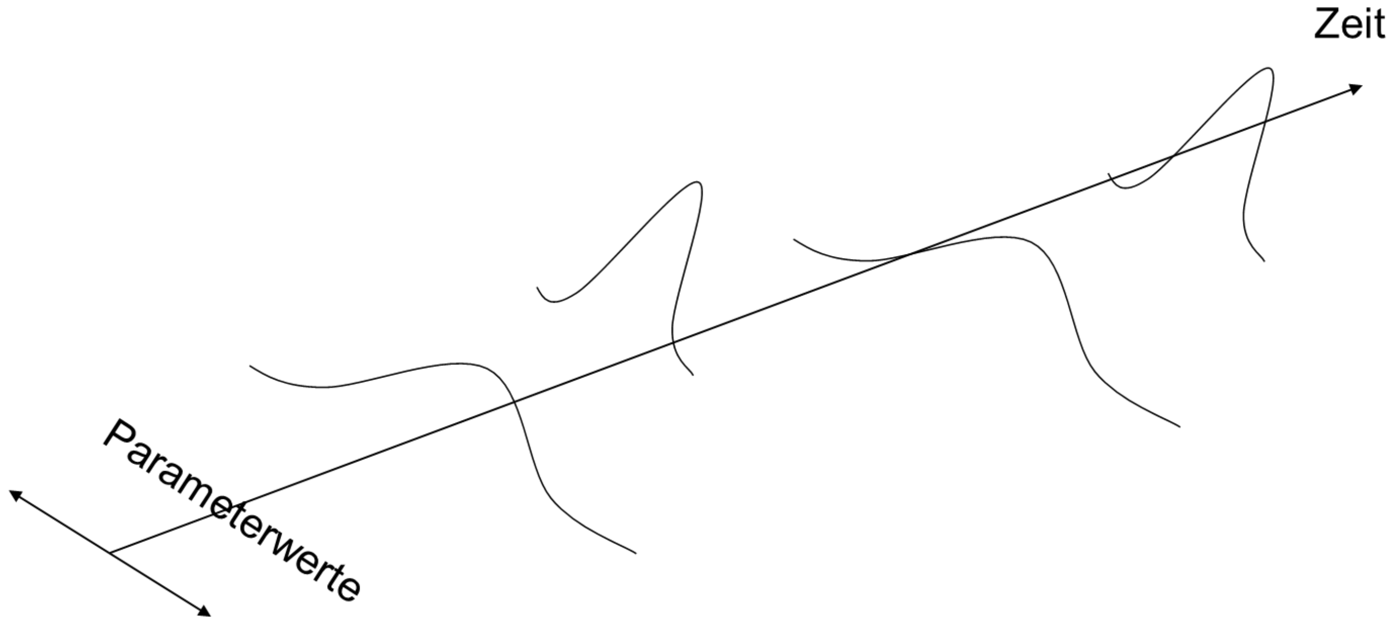
Das Konzept statistischer Kontrolle

Dieser Prozess ist unter statistische Kontrolle, da die Parameter-verteilung im Zeitablauf **konstant** bleibt.



Das Konzept statistischer Kontrolle

Dieser Prozess ist ***nicht*** unter statistische Kontrolle, da die Parameterverteilung im Zeitablauf **nicht konstant** bleibt.



Control Charts: Aufgaben

Control Charts sollen aufzeigen, ob sich ein Prozess unter statistischer Kontrolle befindet

und

die Ursachen eventueller Abweichungen identifizieren

und

den laufenden Produktionsprozess überwachen

Datensammlung für Control Charts

Clusterbildung

- **Ziele:**
  - Minimiere Qualitätsabweichungen innerhalb der Cluster
  - Maximiere Qualitätsabweichungen zwischen den Clustern
- **Gruppierungskriterien:**
  - Konstante Umweltbedingungen innerhalb eines Clusters
  - Konstante Materialien
  - Konstantes Personal (z.B. eine Schicht)

Prinzip: *Wenn Qualitätsabweichungen spezielle Ursachen haben, sind die Cluster hiervon unterschiedlich betroffen*

Control Chart: Symbole

μ = Mittelwert

σ = Standardabweichung

$\overline{X}$ = Mittelwert einer Stichprobe

$\overline{\overline{X}}$ = Mittelwert aller Stichproben

R = Spannweite (range) einer Stichprobe

$\overline{R}$ = Mittelwert der Spannweite aller Stichproben

Control Charts

$\bar{X}$ – Chart

Zeigt, ob ein Prozess hinsichtlich seiner Mittelwerte unter Kontrolle ist

- Kontrollgrenzen bei bekannten Parametern: $\bar{\bar{X}} \pm 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
- Kontrollgrenzen bei unbekannten Parametern: $\bar{\bar{X}} \pm A_2\bar{R}$

R – Chart

Zeigt, ob die Prozessschwankungen unter Kontrolle sind

- Obergrenze: $D_4\bar{R}$
- Untergrenze: $D_3\bar{R}$

n	A_2	D_3	D_4
2	1.88	0	3.27
3	1.02	0	2.57
4	0.73	0	2.28
5	0.58	0	2.11
6	0.48	0	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78

Quelle: Grant E.L. (1988): Statistical Quality Control, 6. Aufl.

n	A_2	D_3	D_4
11	0.29	0.26	1.74
12	0.27	0.28	1.72
13	0.25	0.31	1.69
14	0.24	0.33	1.67
15	0.22	0.35	1.65
16	0.21	0.36	1.64
17	0.20	0.38	1.62
18	0.19	0.39	1.61
19	0.19	0.40	1.60
20	0.18	0.41	1.59

Beispiel 1

- Schraubendurchmesser, Standardabweichung = 0.09 cm
- Tabelle enthält Daten der letzten 5 Stichproben (Stichprobenumfang = 4)
- Ist der Prozess unter Kontrolle?

Stichprobe	1	2	3	4	Stichproben-mittel	Stichproben-spannweite
1	0.51	0.63	0.39	0.35	0.47	0.28
2	0.50	0.56	0.42	0.64	0.53	0.22
3	0.68	0.49	0.53	0.62	0.58	0.19
4	0.45	0.33	0.47	0.55	0.45	0.22
5	0.70	0.58	0.64	0.68	0.65	0.12

Beispiel 1

$\bar{\mathbf{X}}$ – Chart

- $\bar{\bar{X}} = \frac{0.47+0.53+0.58+0.45+0.65}{5} = 0.536$
- UCL (Obergrenze) = $0.536 + 3 * \left(\frac{0,09}{\sqrt{4}}\right) = 0.536 + 0.135 = 0.671$
- LCL (Untergrenze) = $0.536 - 0.135 = 0.401$

→ Prozess ist hinsichtlich der Mittelwerte unter Kontrolle

Beispiel 1

R – Chart

- $\overline{\mathrm{R}} = \frac{0.28+0.22+0.19+0.22+0.12}{5} = 0.206$
- UCL (Obergrenze) = $2.28 * 0.206 = 0.47$
- LCL (Untergrenze) = $0 * 0.206 = 0$

→ Prozess ist hinsichtlich der Spannweite unter Kontrolle

Beispiel 2

- Reifenabrieb in mm, Standardabweichung ist nicht bekannt
- 20 Stichproben à 10 Reifen (siehe Tabelle)
- Ist der Prozess unter Kontrolle?

Sample	Average	Range	Sample	Average	Range
1	95.72	1.0	11	95.80	0.6
2	95.24	0.9	12	95.22	0.2
3	95.18	0.8	13	95.56	1.3
4	95.44	0.4	14	95.22	0.5
5	95.46	0.5	15	95.04	0.8
6	95.32	1.1	16	95.72	1.1
7	95.40	0.9	17	94.82	0.6
8	95.44	0.3	18	95.46	0.5
9	95.08	0.2	19	95.60	0.4
10	95.50	0.6	20	95.74	0.6

Beispiel 2

- $\overline{\overline{\mathrm{X}}} = 95.398$
- $\overline{\mathrm{R}} = 0.665$
- UCL ($\overline{\mathrm{X}}$ – Chart) = $95.398 + 0.31 * 0.665 = 95.60$
- LCL ($\overline{\mathrm{X}}$ – Chart) = $95.398 - 0.31 * 0.665 = 95.19$
- UCL (R – Chart) = $1.78 * 0.665 = 1.18$
- LCL (R – Chart) = $0.22 * 0.665 = 0.15$

Beispiel 2

Sample	Average	Range	Sample	Average	Range
1	95.72	1.0	11	95.80	0.6
2	95.24	0.9	12	95.22	0.2
3	95.18	0.8	13	95.56	1.3
4	95.44	0.4	14	95.22	0.5
5	95.46	0.5	15	95.04	0.8
6	95.32	1.1	16	95.72	1.1
7	95.40	0.9	17	94.82	0.6
8	95.44	0.3	18	95.46	0.5
9	95.08	0.2	19	95.60	0.4
10	95.50	0.6	20	95.74	0.6

→ Prozess ist hinsichtlich der Mittelwerte nicht unter Kontrolle

Beispiel 2

Sample	Average	Range	Sample	Average	Range
1	95.72	1.0	11	95.80	0.6
2	95.24	0.9	12	95.22	0.2
3	95.18	0.8	13	95.56	1.3
4	95.44	0.4	14	95.22	0.5
5	95.46	0.5	15	95.04	0.8
6	95.32	1.1	16	95.72	1.1
7	95.40	0.9	17	94.82	0.6
8	95.44	0.3	18	95.46	0.5
9	95.08	0.2	19	95.60	0.4
10	95.50	0.6	20	95.74	0.6

→ Prozess ist hinsichtlich der Spannweite nicht unter Kontrolle

Performancegrenzen

Kontrollgrenzen

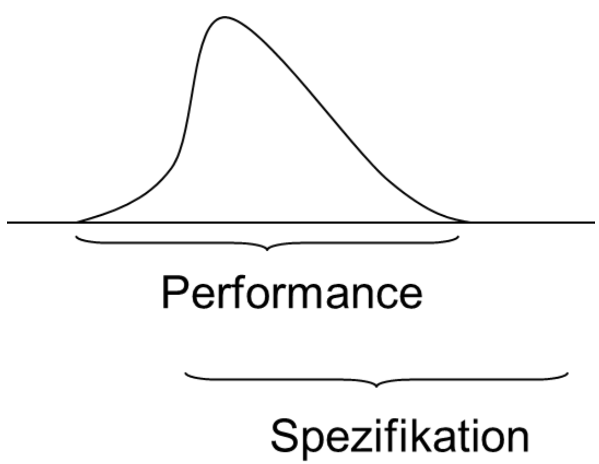
- dienen dazu, allgemeine und spezielle Abweichungsursachen zu identifizieren
- basieren auf tatsächlichen Prozessdaten
- werden clusterweise berechnet

Performancegrenzen

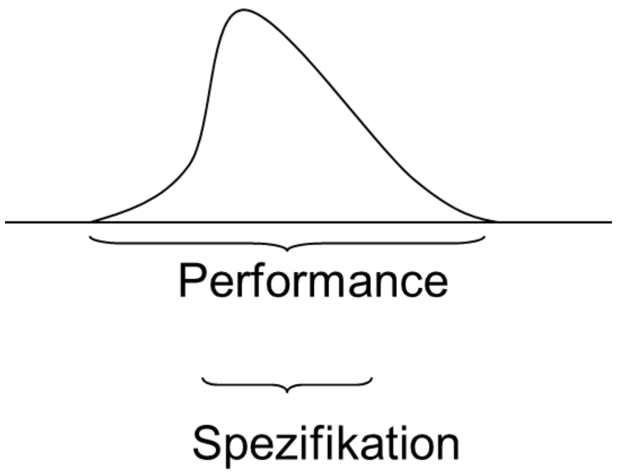
- werden für Prozesse, die unter Kontrolle sind, ermittelt, um die zukünftige Performance vorherzusagen
- Performancegrenzen machen wenig Sinn, wenn der Prozess nicht unter Kontrolle ist

Spezifikationsgrenzen vs. Performancegrenzen

Unerwünschte Situation:

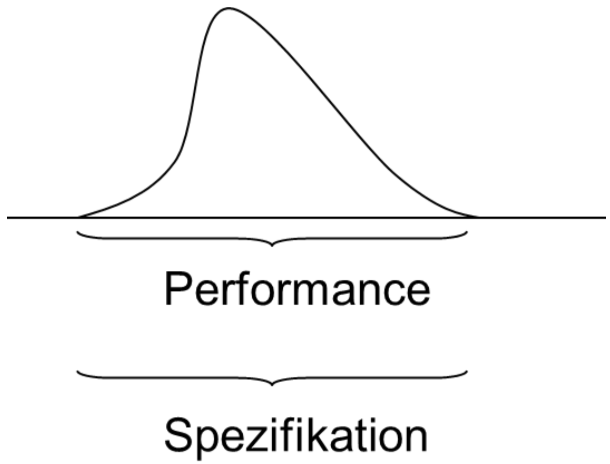


Äußerst unerwünschte Situation:

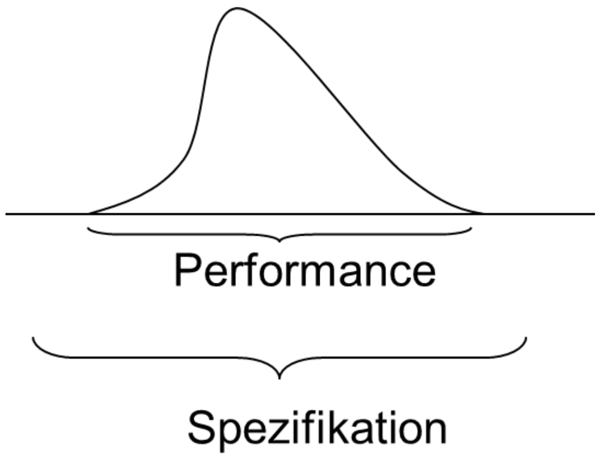


Spezifikationsgrenzen vs. Performancegrenzen

Verwundbare Situation:



Äußerst erstrebenswerte Situation:



Process Capability Index (Fähigkeitsindex)

$$C_P = \frac{Zulässige\ Spannweite}{Tatsächliche\ Spannweite}$$

bzw.

$$C_P = \frac{Obere\ Spezifikationsgrenze - untere\ Spezifikationsgrenze}{6 * \sigma}$$

Prozess ist fähig (capable), falls $C_P \geq 1$

Manche Unternehmen setzten $C_P = 1.33$

Motorola in den 80er Jahren: $C_P = 2$

Sonderfall: Process Capability Index für asymmetrische Prozesse

$$C_{pk} = \min\left[\frac{USL-\mu}{3\sigma}; \frac{\mu-LSL}{3\sigma}\right]$$

C_{pk}	Capability Index für asymmetrische Prozesse
USL	obere Spezifikationsgrenze
LSL	untere Spezifikationsgrenze
μ	Mittelwert des Prozesses (Mitte zwischen *UCL* und *LCL*)
σ	Standardabweichung des Prozesses

Prozessfähigkeit (Process Capability)

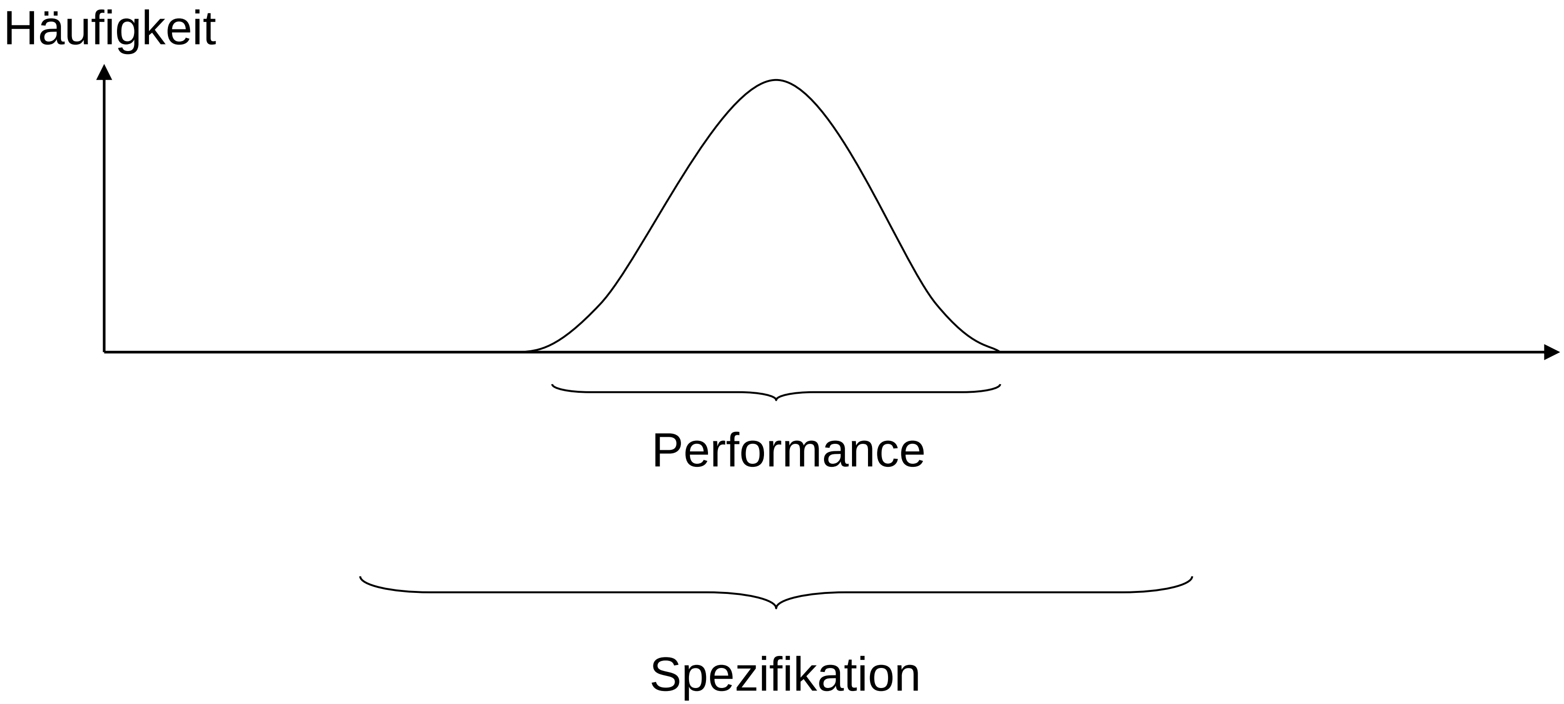
Spezifikationsgrenzen

- Beschreiben wünschenswerte Toleranzbereiche
- Verkörpern die Qualitätsansprüche der Kunden

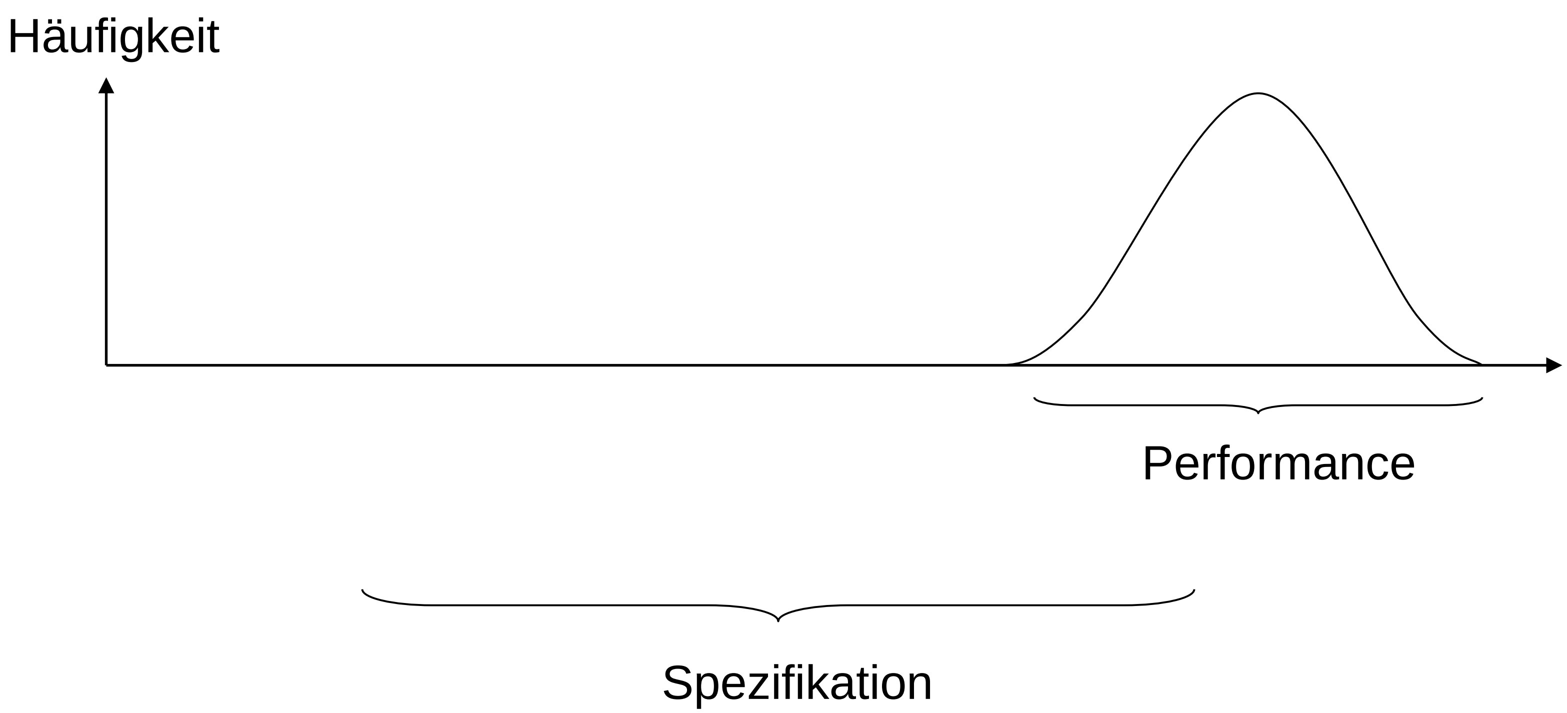
Prozessfähigkeiten

- Können nur für Prozesse, die unter Kontrolle sind, bestimmt werden. Bei Vorliegen unkontrollierter Spezialeinflüsse können die Prozessfähigkeiten nicht verlässlich prognostiziert werden
- Ein Prozess, der unter Kontrolle ist, besitzt die Fähigkeit, innerhalb der Performancegrenzen zu bleiben
- Aber: Auch ein Prozess, der unter Kontrolle ist, produziert unter Umständen fehlerhafte Produkte (d.h. außerhalb der Spezifikationsgrenzen)

Idealzustand: C_P>1



Schlecht, aber lösbar: C_P>1



Universität Zürich[UZH]

Institut für Betriebswirtschaftslehre

Nicht lösbar: C_P<<1