OPERATIONS MANAGEMENT

- Qualitätsmanagement -

Lernziele

Nach dieser Veranstaltung sollen Sie wissen,

- was man unter Qualitätsmanagement versteht
- welche Ziele das Qualitätsmanagement verfolgt
- was man unter Prozesskontrolle versteht
- welche Methoden der Prozesskontrolle existieren, bzw. wie und wann man diese anwendet

Qualität: Konsument vs. Produzent

- **Konsument**
  - Erfüllung der Erwartungen
  - Gebrauchsfähigkeit
  - Zweckdienlichkeit
  - Erfüllung der Produktanforderungen
- **Produzent:**
  - Einhaltung der Produktspezifikationen

Qualität entsteht durch:

- Übersetzung von Kundenbedürfnissen in Produkteigenschaften (z.B. vom Markt gewünschter Benzinverbrauch)
- Übersetzung der Produkteigenschaften in Produktspezifikationen (z.B. Gewicht, Windwiderstand)
- Entwicklung eines Produktionssystems, das diese Produktspezifikationen zu vertretbaren Kosten realisiert

Warum ist Qualität wichtig?

Interne Kosten

- Fehlerbehebung
- Lagerkosten
- Kapazitätskonsum
- Produktionsunterbrechung

Externe Kosten

- Reputationsverlust
  (beschädigter Markenname)
- Haftungskosten
  (Produzentenhaftung, Gerichtskosten, Strafen etc.)
- Garantiekosten
- Preisnachlässe

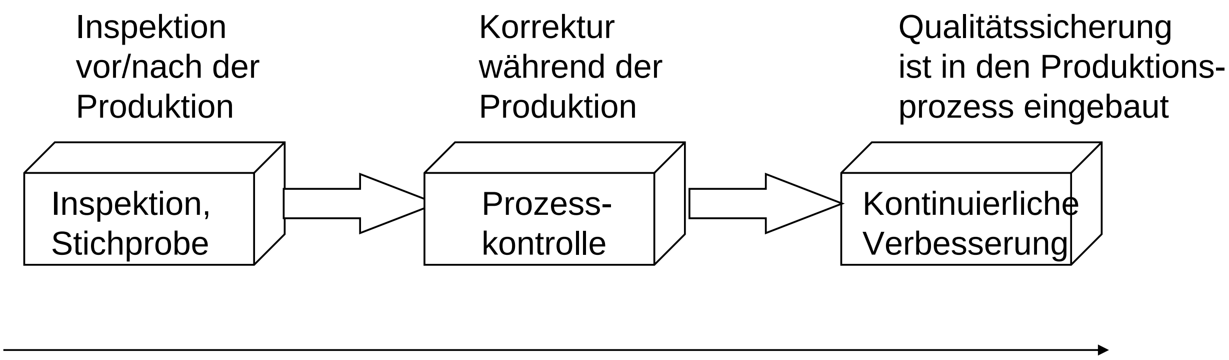
Präventions- und Aufdeckungskosten

- Kontrollkosten
- Inspektionskosten
- Fehlerdiagnose

Marktvorteile

- Kostenreduktion für Kunden
- Ausnutzung der Risikoaversion der Kunden (z.B. Disneyland)
- Markenloyalität/Franchise

Qualitätssicherung

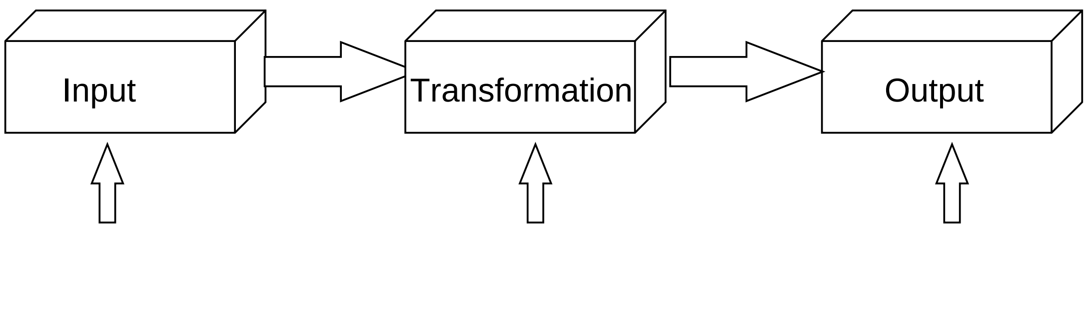


Qualitätsmanagement: Ziele

- Hohe Qualität verkaufter Produkte/Services
- Aufdecken und Lösen von Qualitätsproblemen
- Kostenminimierung

Wie erreichen wir diese Ziele?

Inspektion vs. Prozesskontrolle



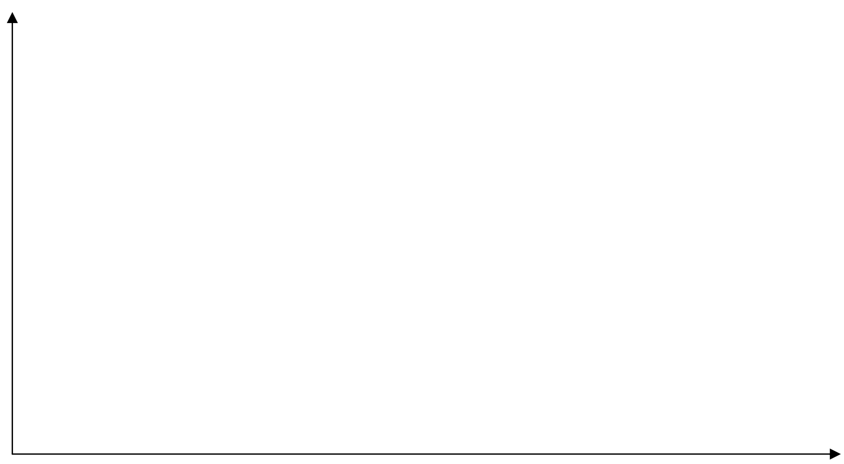
Möglichkeit 1: Inspektion

- Grundidee: Selektiere schlechte Qualität aus, *bevor* sie den Kunden erreicht

- Inspektion kann sehr teuer sein
  – Inspektionskosten
    - Direkt: Inspektionspersonal, Geräte
    - Indirekt: Ausschuss, Kapazitätsverlust
  – Ungeeignet in Branchen mit
    - Geringen Gewinnmargen
    - Integraler Produktarchitektur
    - Hohen Opportunitätskosten der Produktionskapazität

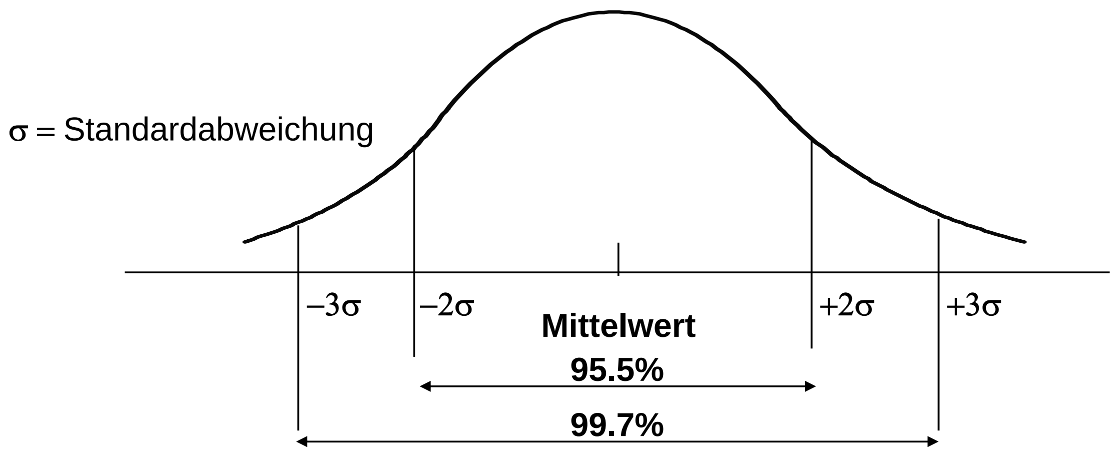
Stichprobentheorie

Mit zunehmendem Stichprobenprobenumfang nähert sich die Verteilung der Stichprobe unabhängig von der Verteilung der Grundgesamtheit der Normalverteilung an.



Verteilungsannahmen

Normalverteilung



Stichprobeninspektion: Warum?

- In den meisten Fällen ist eine 100%ige Inspektion zu teuer (große Produktionsvolumen)
- Oft ist eine 100%ige Inspektion unmöglich (z.B. wenn durch die Inspektion das Produkt/der Service verbraucht oder zerstört wird (z.B. Vorkosten in Restaurants, Bombentest)
- Häufig ist Inspektion durch den Produzenten günstiger als durch den Kunden (Größenvorteile durch Inspektionsfixkosten)

Stichprobenterminologie

	Grundgesamtheit wird angenommen	Grundgesamtheit wird zurückgewiesen
Grundgesamt-heit ist “gut”		
Grundgesamt-heit ist “schlecht“”		

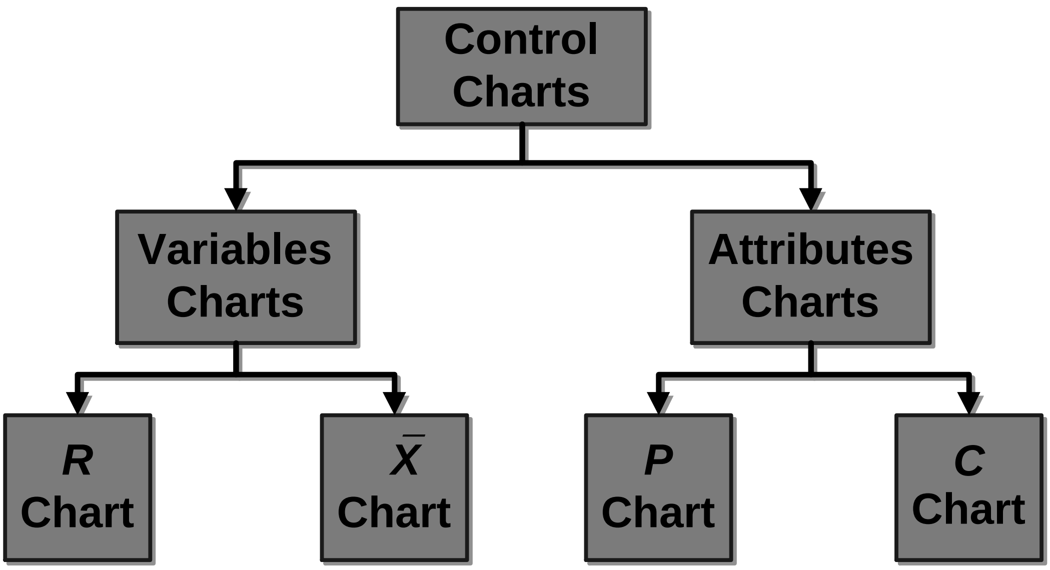
Möglichkeit 2: Prozesskontrolle

- 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 Daten außerhalb der AQL (acceptable quality level)?

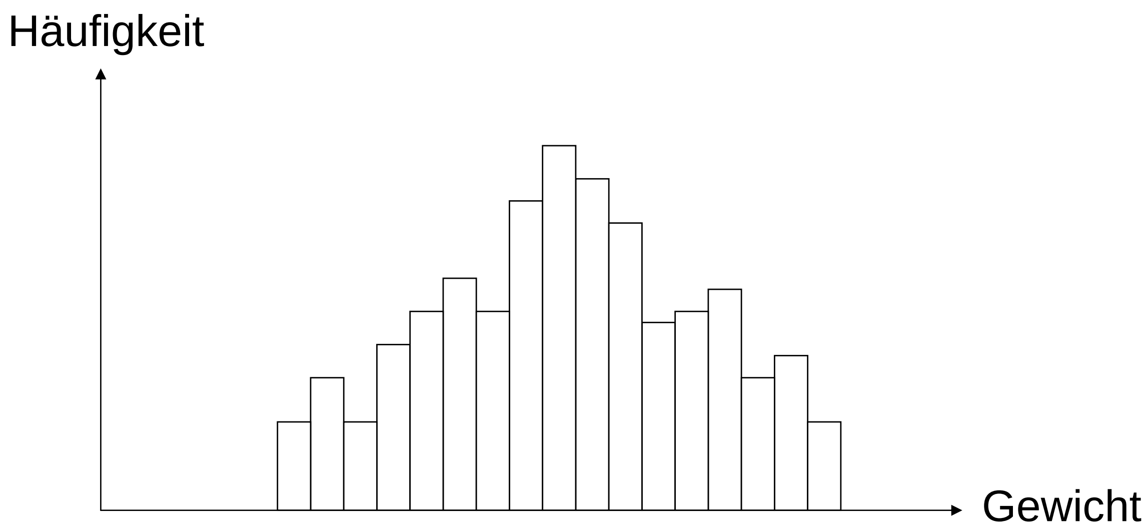
Möglichkeit 2: Prozesskontrolle

- 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

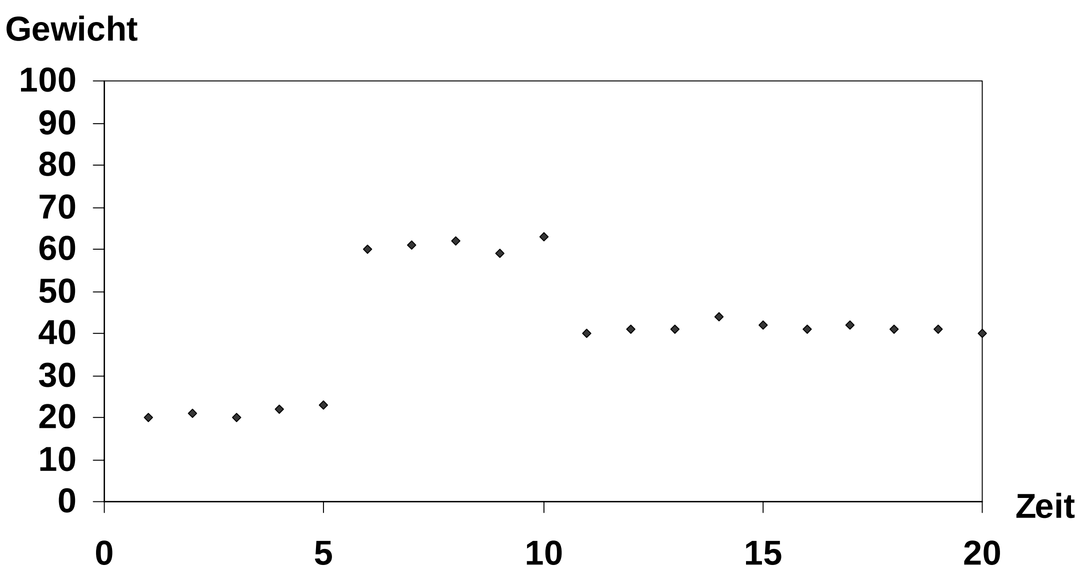


Beispiel: Gewichtskontrolle



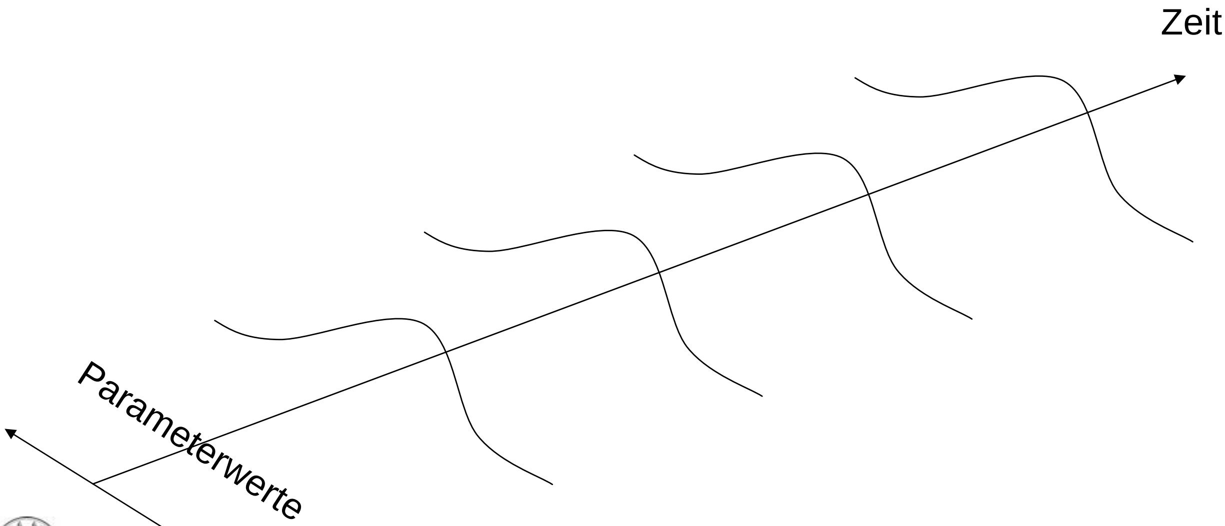
Problem: *Histogramme können die Qualitätsabweichungen nicht im Zeitablauf darstellen*

Beispiel: Gewichtskontrolle



Das Konzept statistischer Kontrolle

Dieser Prozess ist unter statistische Kontrolle, da die Parameterverteilung 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

$\overline{X}$ - Chart

zeigt, ob ein Prozess hinsichtlich seiner Mittelwerte unter Kontrolle ist

- Kontrollgrenzen bei bekannten Parametern:

$$\overline{\overline{x}} \pm 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

- Kontrollgrenzen bei unbekannten Parametern:

$$\overline{\overline{x}} \pm A_2\overline{R}$$

R - Chart

zeigt, ob die Prozessschwankungen unter Kontrolle sind

- **Obergrenze: $D_4\overline{R}$**
- **Untergrenze: $D_3\overline{R}$**

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

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

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	Stich-proben-mittel	Stich-proben-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

$\overline{X}$ - Chart

$$\overline{\overline{X}} = (0{,}47 + 0{,}53 + 0{,}58 + 0{,}45 + 0{,}65)/5 = 0{,}536$$

$$UCL(Obergrenze) = 0{,}536 + 3(0{,}09/\sqrt{4}) = 0{,}536 + 0{,}135 = 0{,}671$$

$$LCL(Untergrenze) = 0{,}536 - 0{,}135 = 0{,}401$$

=> Prozess ist hinsichtlich der Mittelwerte unter Kontrolle

Beispiel 1

R - Chart

$$\overline{R} = (0{,}28 + 0{,}22 + 0{,}19 + 0{,}22 + 0{,}12)/5 = 0{,}206$$
$$UCL\,(Obergrenze\,) = 0x0{,}206 = 0$$
$$LCL\,(Untergrenz\,e) = 2{,}28x0{,}206 = 0{,}47$$

=> 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

$$\begin{aligned}
&\overline{\overline{X}} = \\
&\overline{R} = \\
&UCL(Obergrenze) = \\
&LCL(Untergrenze) =
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\overline{R} = \\
&UCL = \\
&LCL =
\end{aligned}$$

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

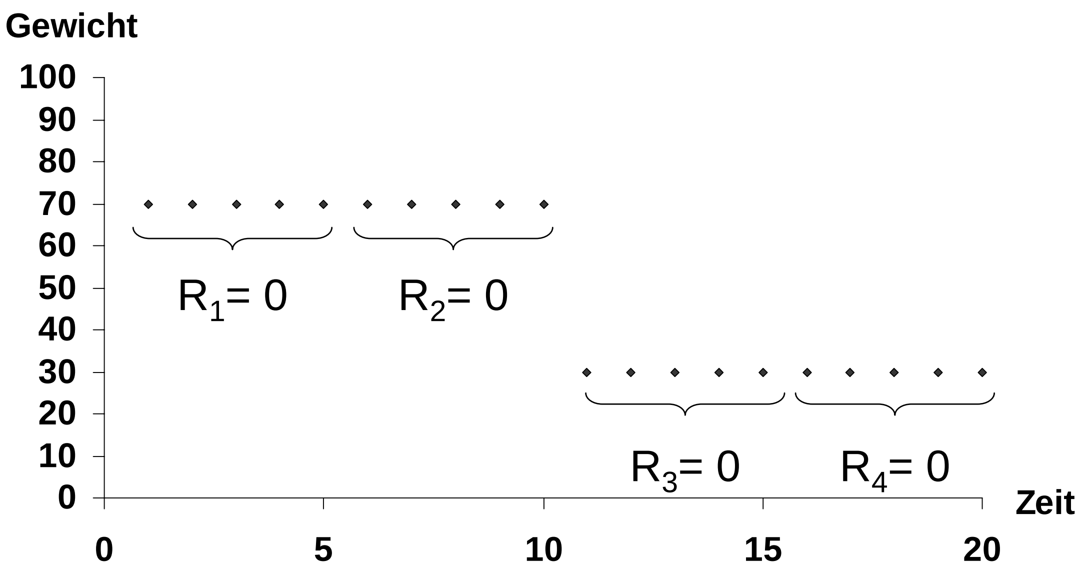
=>

Beispiel 2

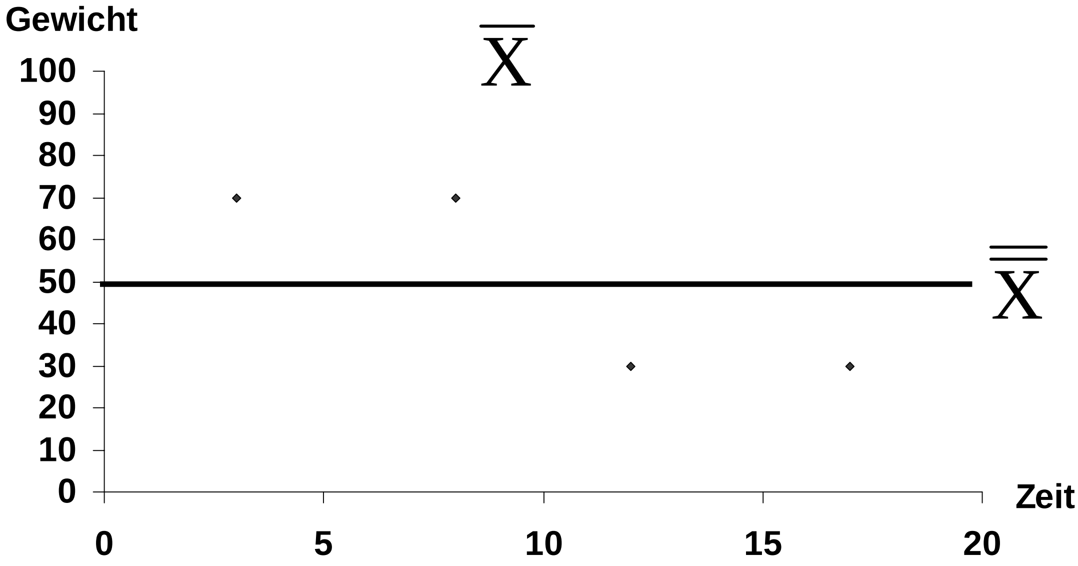
Sample	Average	Range	Sample	Average	Range
1	95.72	1.0	11	95.80	0.6
2	95.24	0.9	12	95.22	0.2
3	95.18	0.8	13	95.56	1.3
4	95.44	0.4	14	95.22	0.5
5	95.46	0.5	15	95.04	0.8
6	95.32	1.1	16	95.72	1.1
7	95.40	0.9	17	94.82	0.6
8	95.44	0.3	18	95.46	0.5
9	95.08	0.2	19	95.60	0.4
10	95.50	0.6	20	95.74	0.6

=>

Warum Control Charts funktionieren



Warum Control Charts funktionieren



=> Prozess besteht den Test nicht! (Beachte: $\overline{R} = 0$)

Kontrollgrenzen und Performancegrenzen

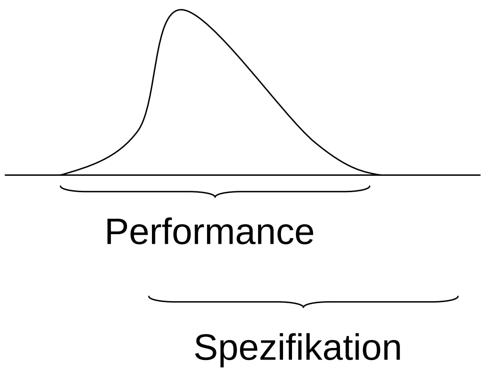
- *Kontrollgrenzen*
  - dienen dazu, allgemeine und spezielle Abweichungsursachen zu identifizieren
  - basieren auf tatsächlichen Prozessdaten
  - werden clusterweise berechnet
- *Performancegrenzen*
  - werden für Prozesse, die unter Kontrolle sind, ermittelt, um die zukünftige Performance vorherzusagen
  - Performancegrenzen machen wenig Sinn, wenn der Prozess nicht unter Kontrolle ist

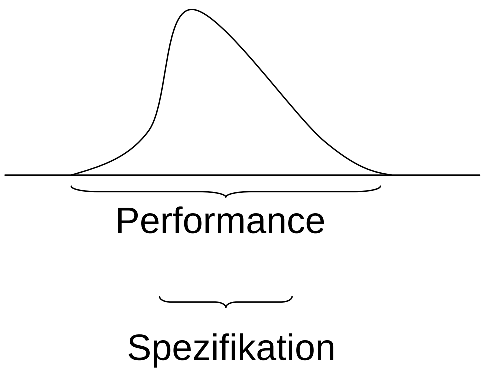
Prozessfähigkeit (Process Capability)

- *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)

Spezifikationsgrenzen vs. Performancegrenzen

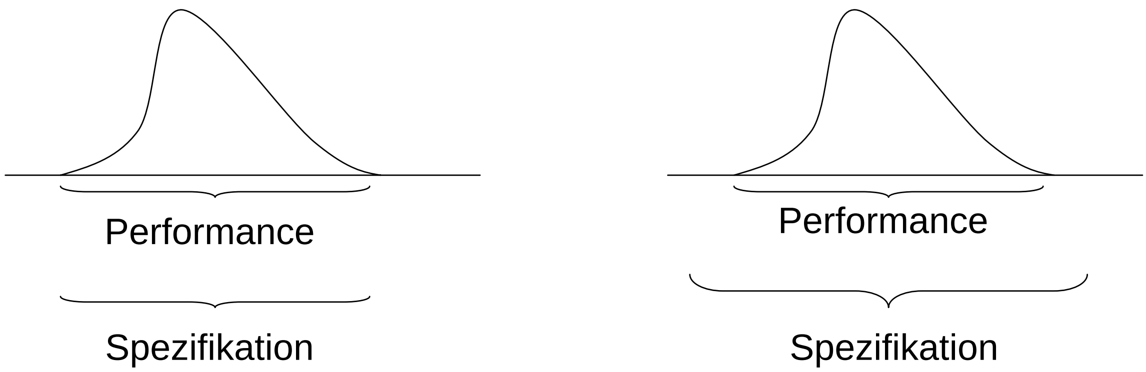
Unerwünschte Situation: **Äußerst unerwünschte Situation:**





Spezifikationsgrenzen vs. Performancegrenzen

Verwundbare Situation: Äußerst erstrebenswerte Situation:



Process Capability Index (Fähigkeitsindex)

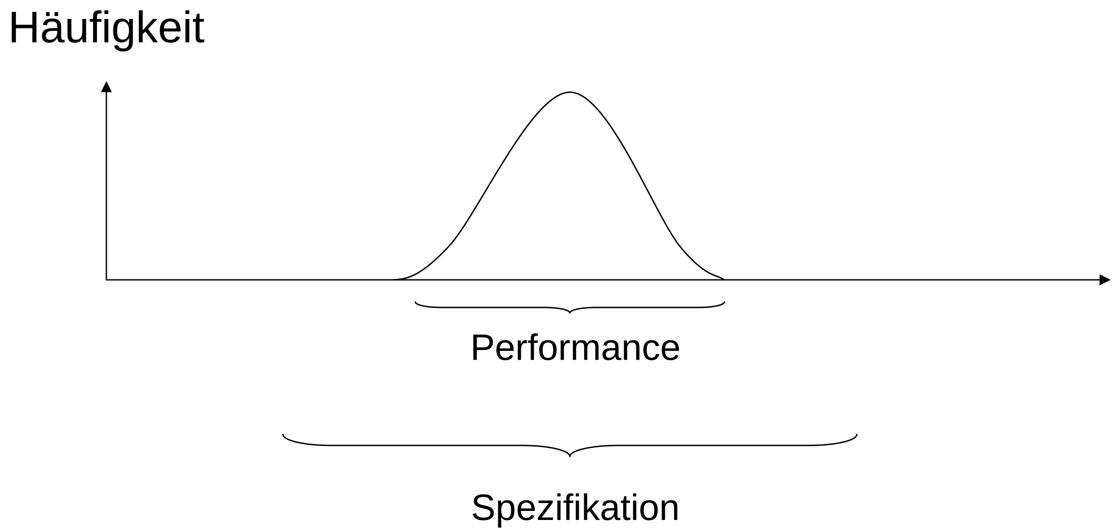
$$C_P = \frac{\text{Zulässige Spannweite}}{\text{Tatsächliche Spannweite}}$$

bzw.

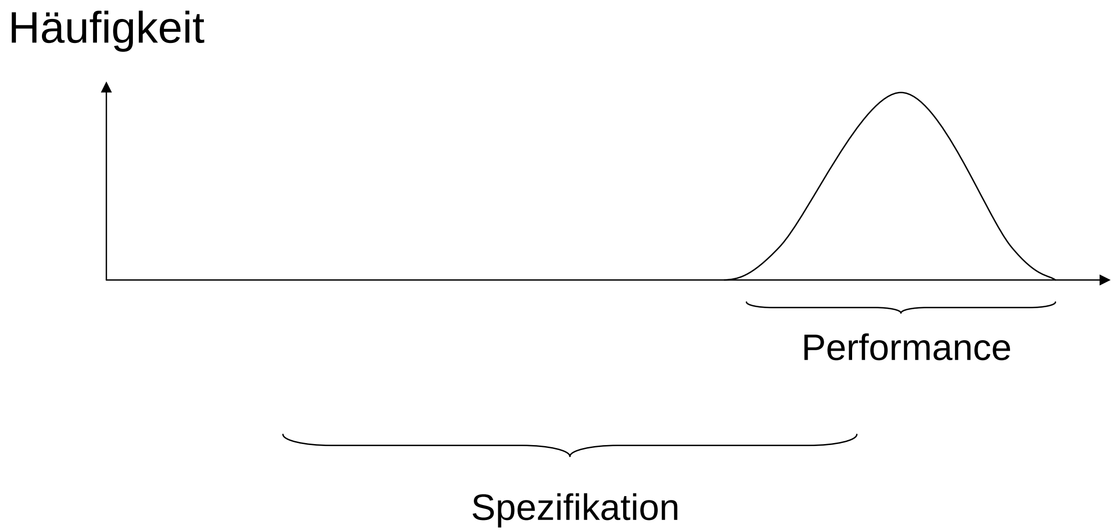
$$C_P = \frac{\text{Obere Spezifikationsgrenze – untere Spezifikationsgrenze}}{6\sigma}$$

Prozess ist capable, falls $C_P \geq 1$
Manche Unternehmen setzten $C_P = 1.33$
Motorola in den 80er Jahren: $C_P = 2$

Idealzustand: C_P>1



Schlecht, aber lösbar: C_P>1



Nicht lösbar: C_P<<1