

Formelblatt zu Kennwerten

1. Mittelwert

m = Mittelwert einer Gesamtheit von Werten
x-quer = Mittelwert einer Stichprobe

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{4}$$

2. Medianwert x-tilde:

Der Median bei ungerader Anzahl von Werten der Wert in der Mitte der Rangfolge. Bei einer geraden Anzahl von Werten wird der Median durch den Mittelwert der Werte in der Mitte der Rangfolge gebildet.

Beispiel: Meßwerte: 4, 7, 3, 5, 9 Median = 5

Beispiel: Meßwerte: 4, 7, 3, 5 Median = 4,5

3. Spanne (eng. Range) R:

Beispiel: Meßwert: 3, 5, 2, 6

Spanne R = 4

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

4. Standardabweichung

σ = Standardabweichung einer Gesamtheit von Werten

s = Standardabweichung einer Stichprobe (σ_{n-1})

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert. Sie hat die Einheit der Einzelwerte.

Beispiel: Meßwerte: 4, 6, 5, 9

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}$$

i	x_i	μ	$(\mu - x_i)$	$(\mu - x_i)^2$
1	4	6	2	4
2	6	6	0	0
3	5	6	-1	1
4	9	6	-3	9

$$s = \sqrt{\frac{14}{4-1}}$$

Summe = 14

Streuungbereich links und rechts vom Mittelwert	Anzahl der Werte, die in diesem Streubereich liegen
s	68,26 %
2s	95,45 %
3s	99,73 %
4s	99,994 %

5. Prozeßfähigkeit

Prozeßfähigkeit nach Streuung: cp

erfüllt bei $cp_k > 1,33$

Prozeßfähigkeit nach Lage: cpk

erfüllt bei $cp_k > 1,33$

Δ Krit ist der kleinste Abstand vom Mittelwert bis zur Toleranzgrenze.

Nur der kleinere Wert Δ Krit ist einzusetzen.

Beispiel zur Bestimmung von cp, cpk:

$$cp = \frac{\text{Toleranz}}{6 \cdot s} > 1,33$$

$$cpk = \frac{\Delta \text{Krit}}{3 \cdot s} > 1,33$$

Δ Krit = Abstand vom Mittelwert zur nächsten Grenze

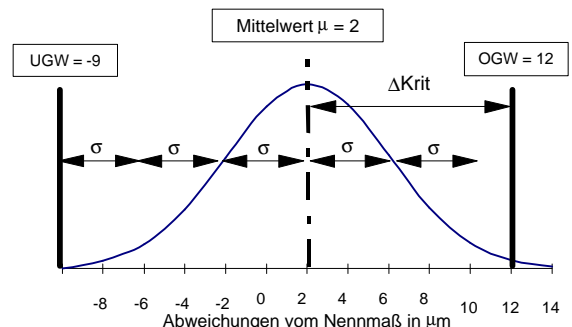
Gegeben:
 Nennmaß 0 +12/-9
 Mittelwert $\mu = 2$
 Standardabw. $\sigma = 4$
 OGW = 12; UGW = -9
 Toleranz = 21

Ergebnis **Streuung:**

$cp = T/6\sigma = 21 / 6 \cdot 4 = 0,875$
 Nicht prozeßfähig, da unter 1,33

Ergebnis **Lage:**

$cp_k = (OGW - \mu)/3 \cdot \sigma = 10/3 \cdot 4 = 0,833$
 Nicht prozeßfähig, da unter 1,33



6. Histogrammentwurf nach DIN 53 804

Das Histogramm dient zur übersichtlichen Darstellung von Prüfergebnissen. Es liefert anschauliche Hinweise für die Form der Verteilung (Symmetrie, Ausreißer, aussortierte Teile, Vermischung von Fertigungslosen).

Regel für die Histogrammerstellung:
Die Norm empfiehlt eine gleichbleibende Klassenweite W . Sie wird nach folgender Formel berechnet. Anstelle der Spannweite kann auch die Toleranz verwendet werden.

$$W = \frac{\text{Spanne } R}{\sqrt{\text{Anzahl der Meßwerte}}} = \frac{R}{\sqrt{n}}$$

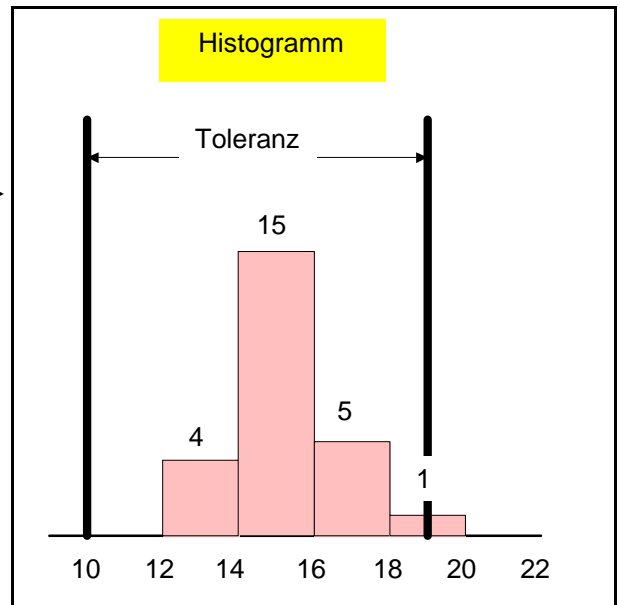
Urwertliste mit 25 Meßwerten des Außendurchmessers 10 n6 (+19/+10) (Abweichungen vom Nennmaß 10 in μm)

14	14	15	13	15
15	14	13	14	15
18	17	16	15	12
16	15	15	16	14
13	16	15	15	14

DIN-Regel: Die untere Grenze gehört zur Klasse, die obere nicht.

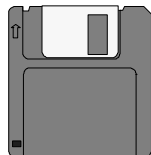
Strichliste und Häufigkeitstabelle

Meßwert	Strichliste	Häufigkeit	Summenhäufigkeit
10-12		0	0
12-14	IIII	4	4
14-16	IIII IIII IIII	15	19
16-18	IIII	5	24
18-20	I	1	25



Bei $n > 400$: Klassenzahl 20; Mindestklassenzahl = 5

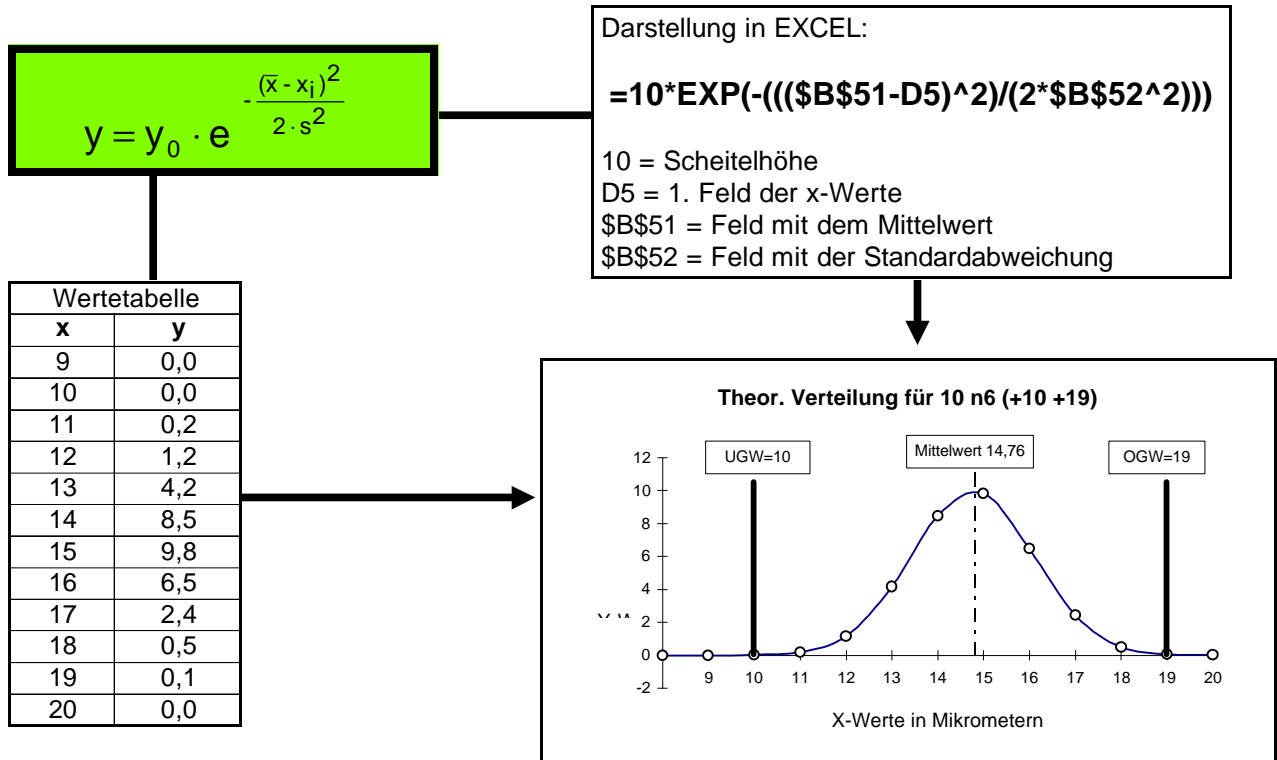
Formelsammlung zu Cloodt
Qualitätsmanagement
Bausteine zur QM-Bildung
Lehr und Lernmittelverlag Cloodt
Spessartweg 21
34277 Fuldabrück
Tel.: 0561 9582705
Fax 0561 9582706
hjcloudt@t-online



7. Die Darstellung der theoretischen Verteilung

Beispiel der Darstellung durch punktweise Berechnung oder mit EXCEL (Werte nach Beispiel Histogramm 10 n6 (+19 +10))

y_0 = Scheitelhöhe der Funktion (gewählt 10 cm), y wird mit untenstehender Formel berechnet, x -quer = Mittelwert, s = Standardabweichung (im Beispiel $s = 1,33$), x wird schrittweise von 9 bis 20 gewählt und y ausgerechnet.



8. Wahrscheinlichkeit

Die Anzahl fehlerhafter Teile in einer Charge ist binomialverteilt. Mit folgender Formel wird die Wahrscheinlichkeit, eine bestimmte Anzahl fehlerhafter Teile (oder auch die Anzahl der Nieten/Gewinne) zu finden, berechnet.

$$g(x) = \frac{n!}{x! \cdot (n-x)!} \cdot p^x \cdot (1-p)^{n-x}$$

5! = 5 - Fakultät = 5 · 4 · 3 · 2 · 1

Beispiel:

$p = 0,08$ (8% Gewinne im Topf/Fehler in der Gesamtheit)
 $n = 10$ Anzahl der gezogenen Lose / Stichprobenzahl
 $x =$ Zahl der erhofften Gewinne / Fehler in der Stichprobe
 $g(x) =$ Wahrscheinlichkeit genau x Gewinne zu ziehen / Fehler zu finden

Ergebnis: Die Wahrscheinlichkeit bei 10 gezogenen Losen genau 1 Gewinn zu erzielen beträgt **37,7%**

$$g(1) = 10 \cdot 0,08^1 \cdot (1-0,08)^{(10-1)} = 0,377 = \underline{\underline{37,7\%}}$$

9. Zu erwartender Fehleranteil in einer Fertigungsreihe

Sind die Kennwerte Mittelwert und Standardabweichung bekannt, lässt sich die Anzahl der Teile bestimmen, die außerhalb einer bestimmten Grenze liegen (theoretische Verteilung angenommen).

Beispiel:

Für die Serie des Histogramms (10 n6 (+10 +19) soll ermittelt werden wieviele Teile über 16 µm liegen.

Kennwerte: Mittelwert x-quer = 14,76 µm, Standardabw. s = 1,33 µm

Formel für die Hilfsgröße u

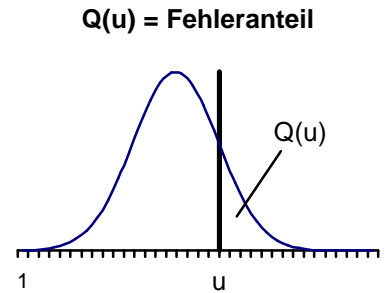
x = 16 (Maß für das die Überschreitungsanteile bestimmt werden sollen.

$$u = \frac{x - \bar{x}}{s}$$

Ergebnis für Q(u):

17,1% der Teile liegen über 16 mm.

Für die Berechnung der Teile die über/unter den Toleranzgrenzen (+10 +19) liegen (Fehleranteil) ergeben sich die Werte 0,073% (unten) und 0,018% (oben), insgesamt also 0,093% Fehler oder 910 ppm.



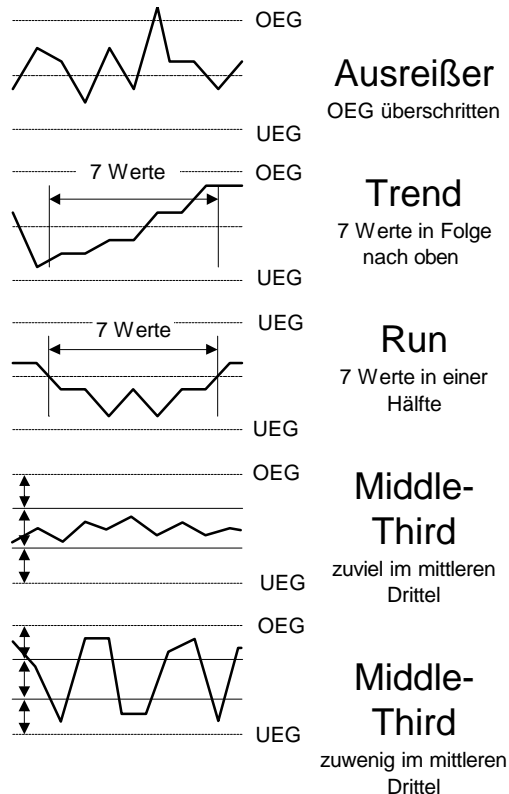
$$u = \frac{16 - 14,76}{1,33} = 0,93 \quad \text{Teile über 16 µm nach Tabelle} \rightarrow 17,1\%$$

10. Eingriffskriterien bei der Qualitätsregelkarte

Bei folgenden Prozeßstörungen ist einzugreifen.

OEG = Obere Eingriffsgrenze

UEG = Untere Eingriffsgrenze



u	Q(u) %	u	Q(u) %	u	Q(u) %	in ppm
0,00	50,000	1,70	4,457	3,40	0,034	337
0,05	48,006	1,75	4,006	3,45	0,028	280
0,10	46,017	1,80	3,593	3,50	0,023	233
0,15	44,038	1,85	3,216	3,55	0,019	193
0,20	42,074	1,90	2,872	3,60	0,016	159
0,25	40,129	1,95	2,559	3,65	0,013	131
0,30	38,209	2,00	2,275	3,70	0,011	108
0,35	36,317	2,05	2,018	3,75	0,009	88
0,40	34,458	2,10	1,786	3,80	0,007	72
0,45	32,636	2,15	1,578	3,85	0,006	59
0,50	30,854	2,20	1,390	3,90	0,005	48
0,55	29,116	2,25	1,222	3,95	0,004	39
0,60	27,425	2,30	1,072	4,00	0,003	32
0,65	25,785	2,35	0,939	4,05	0,003	26
0,70	24,196	2,40	0,820	4,10	0,002	21
0,75	22,663	2,45	0,714	4,15	0,002	17
0,80	21,186	2,50	0,621	4,20	0,001	13
0,85	19,766	2,55	0,539	4,25	0,001	11
0,90	18,406	2,60	0,466	4,30	0,001	9
0,95	17,106	2,65	0,402	4,35	0,001	7
1,00	15,866	2,70	0,347	4,40	0,001	5
1,05	14,686	2,75	0,298	4,45	0,000	4
1,10	13,567	2,80	0,256	4,50	0,000	3
1,15	12,507	2,85	0,219	4,55	0,000	3
1,20	11,507	2,90	0,187	4,60	0,000	2
1,25	10,565	2,95	0,159	4,65	0,000	2
1,30	9,680	3,00	0,135	4,70	0,000	1
1,35	8,851	3,05	0,114	4,75	0,000	1
1,40	8,076	3,10	0,097	4,80	0,000	1
1,45	7,353	3,15	0,082	4,85	0,000	1
1,50	6,681	3,20	0,069	4,90	0,000	0
1,55	6,057	3,25	0,058	4,95	0,000	0
1,60	5,480	3,30	0,048	5,00	0,000	0
1,65	4,947	3,35	0,040	5,05	0,000	0