



1 Ein Kunde fragt an, ob der Lieferant eine große Serie von Federblechen mit einer Härte von 60 ± 2 HRC fertigen könne. Der Kunde verlangt $8 - \sigma$ - Fertigung. Dazu führt der Lieferant eine Prozessfähigkeitsuntersuchung durch und erhält die folgenden Messwerte.

60,36	59,79	60,48	59,88	60,63
60,25	60,18	60,62	59,72	60,67
59,97	59,81	60,52	59,83	60,56
60,88	60,12	60,51	60,12	60,60
60,40	59,96	60,86	59,92	60,55
60,51	59,87	60,82	60,10	60,54
60,57	60,11	60,37	60,42	60,74
60,86	60,29	60,67	59,77	60,62
60,55	60,11	60,45	59,91	60,84
60,63	59,73	60,36	59,89	60,62
60,36	59,69	60,16	60,14	60,49
60,30	59,94	60,46	59,96	60,40
61,10	60,09	60,50	59,77	60,83
60,59	60,02	60,38	60,25	60,76
60,60	60,06	60,37	60,07	60,39
60,37	59,87	60,71	60,04	60,47
60,53	59,93	60,72	60,03	60,39
60,32	59,98	60,65	59,96	60,47
60,58	59,79	60,52	59,80	60,51
60,29	60,27	60,40	59,96	60,45
60,85	59,97	60,69	60,04	60,75
60,23	60,43	60,37	60,10	60,97

- Erstellen Sie das Histogramm der relativen Einzelhäufigkeiten.
- Ermitteln Sie die Mittelwert und Standardabweichung der Stichprobe.
- Berechnen Sie den kritischen Prozessfähigkeitskennwert c_{pk} .
- Bewerten Sie die Messwerte. Unter welchen Bedingungen kann der Lieferant die Kundenanforderung erfüllen?
- Welche Unterschiede bestehen zwischen Maschinen- und einer Prozessfähigkeit?
- Erläutern Sie, wie der kritischen Maschinenfähigkeitskennwert c_{mk} im Unterschied zu c_m ermittelt wird und welche Aussage er macht.

2 Der Lieferant hat den Auftrag erhalten, nachdem es gelungen ist, die Werte zu verbessern auf Mittelwert $\bar{x} = 60,1$ HRC und Standardabweichung $s = 0,3$ HRC.

- Mit wie vielen ppm Ausschussteilen ist zu rechnen?
- Bis zu wie vielen σ kann mit diesen Werten gefertigt werden?
- Zur Prozessüberwachung sollen Shewhart – Regelkarte (\bar{x} – Regelkarten für Einzelwerte). Ermitteln Sie die Warn- und Eingriffsgrenzen.

3 Nachdem ein frisch gebackener Techniker von der Gewerbeschule Lörrach eingestellt wurde, stellt man fest, dass Shewhart-Karten nicht so gut geeignet sind. Zur Diskussion stehen jetzt

- $\bar{\bar{x}}$ - R -Karten und
- $\bar{\bar{x}}$ - s -Karten

- Skizzieren Sie die beiden zweispurigen Regelkarten mit den folgenden Werten:

	UEG	UWG	OWG	OEG
Median $\bar{\bar{x}}$	59,80	59,85	60,25	60,30
Spannweite R	0,10	0,20	0,90	1,00
Mittelwert $\bar{\bar{x}}$	59,99	60,02	60,18	60,21
Standardabweichung s	0,24	0,25	0,37	0,40

- Aus der laufenden Fertigung werden stündlich Stichproben genommen. Tragen Sie die folgenden Stichproben in Ihre oben skizzierte Regelkarten ein.

08:00	59,66	60,40	60,02	59,92	60,69
09:00	59,62	59,39	60,41	60,31	60,17
10:00	59,89	60,34	60,11	60,30	60,19
11:00	60,11	60,05	59,81	59,95	59,72
12:00	60,08	60,00	60,56	60,18	60,37
13:00	60,04	59,99	59,90	60,29	60,00
14:00	59,84	60,33	59,97	60,35	60,05

- Beurteilen Sie die Stichproben, und schlagen Sie Maßnahmen vor.

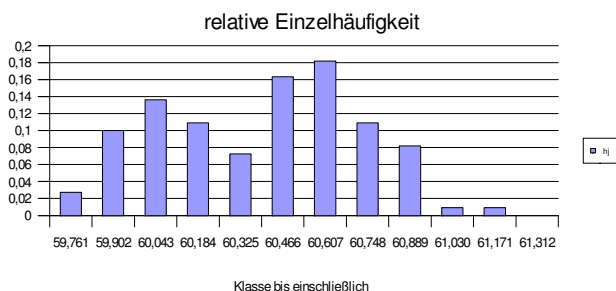


- 4 Ein Kunde fragt an, ob er eine große Serie spezieller Stifte mit $8\text{-}\sigma$ fertigen könne. Das kritische Maß ist $100d10$. Dazu führt der Lieferant eine Maschinenfähigkeitsuntersuchung durch und erhält die folgenden Messwerte.
- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 99,8204 | 99,8539 | 99,8381 | 99,8011 | 99,8651 |
| 99,8271 | 99,8237 | 99,8479 | 99,8378 | 99,8131 |
| 99,8162 | 99,8412 | 99,8336 | 99,8323 | 99,8259 |
| 99,8390 | 99,8199 | 99,8313 | 99,8161 | 99,7943 |
| 99,8318 | 99,8122 | 99,8334 | 99,8391 | 99,8108 |
| 99,8282 | 99,8160 | 99,7966 | 99,8236 | 99,8067 |
| 99,8453 | 99,8431 | 99,8438 | 99,8450 | 99,8430 |
| 99,8167 | 99,8337 | 99,8141 | 99,8310 | 99,8174 |
| 99,8335 | 99,8233 | 99,8295 | 99,8410 | 99,8116 |
| 99,8335 | 99,8449 | 99,8246 | 99,8517 | 99,8360 |
- a) Erstellen Sie das Histogramm der relativen Einzelhäufigkeiten.
- b) Ermitteln Sie die Mittelwert und Standardabweichung der Stichprobe.
- c) Berechnen Sie den kritischen Maschinenfähigkeitskennwert C_{mk} .
- d) Beurteilen Sie den Prozess anhand der Messwerte, und schlagen Sie Möglichkeiten zur Verbesserung vor.
- e) Kann der Lieferant die Kundenanforderung erfüllen, wenn der Prozess zur Mitte der Toleranz verschoben werden kann ?
- 5 Im Rahmen der Prozessverbesserungen gelingt es, die Streuung des Prozesses zu drücken auf: Mittelwert $\bar{x} = 99,812$ mm und Standardabweichung $s = 0,01350$ mm.
- Gleichzeitig erhöht der Kunde seine Ansprüche und verlangt für den Folgeauftrag eine $10\text{-}\sigma$ -Fertigung.
- a) Kann die neue Forderung erfüllt werden ?
- b) Wie hoch ist der Ausschussanteil jetzt ?
- c) Wie hoch wäre der Ausschussanteil, wenn der Kunde bei der $8\text{-}\sigma$ -Forderung bliebe ?
- d) Mit wie vielen Ausschussteilen je 1 Million produzierter Teile ist zu rechnen ?
- e) Zur Prozessüberwachung sollen Prozessregelkarten (Mittelwert-Standardabweichungs-Karten) eingesetzt werden. Ermitteln Sie die Warn- und Eingriffsgrenzen, und skizzieren Sie die Regelkarte.



Lösungen

- 1 Federbleche
a) Histogramm



- b) Mittelwert $\mu = 60,3239$
=MITTELWERT(Urwerte)

Standardabweichung $\sigma = 0,33283$
=STABW(Urwerte)

- c) kritischer Prozessfähigkeitskennwert c_{pk}

$$c_{pk} = \frac{G_o - \mu}{3 \cdot s} = \frac{62 - 60,3239}{3 \cdot 0,33283} = 1,68$$

- d) Rechnerisch ist die Prozessfähigkeit erfüllt, da $c_{pk} > 1,33$ ist und damit die Bedingung für 8-s erfüllt ist.

Das Histogramm deutet aber darauf hin, dass 2 verschiedene Normalverteilungen vorliegen, z.B. durch 2 Materialchargen o.ä. Im Sinne der KVP sollte hier nach den Ursachen geforscht werden und diese behoben werden, um den Prozess weiter zu verbessern.

- e) Maschinenfähigkeit wird mit geringer Stichprobe unter Idealbedingungen untersucht und stellt fest, ob die Maschinen überhaupt die Anforderungen erfüllt. Prozessfähigkeit wird mit größerer Stückzahl unter Normalbedingungen untersucht und stellt fest, ob die Anforderungen dauerhaft im täglichen Betrieb erfüllt werden können.

- f) Ermittlung analog zu c) mit den für Maschinenfähigkeitsuntersuchungen abweichenden Bedingungen. c_{mk} sagt aus, ob die Maschine fähig ist, wenn die Fertigung nicht genau in der Mitte der Toleranz liegt.

- 2a) Ausschussteile in ppm
Der Ausschuss unterhalb der Toleranz beträgt 0,0000000001% =NORMVERT($G_u; \mu; s; WAHR()$) mit G_u = unterer Toleranzgrenze

Der Ausschuss überhalb der Toleranz beträgt 0,0000000120%
=1-NORMVERT($G_o; \mu; s; WAHR()$) mit G_o = unterer Toleranzgrenze

Der Gesamtausschuss muss in ppm (parts per milion) umgerechnet werden:

$$0,000'000'0121\% = 0,000'000'000'121 = 0,000'121 \text{ ppm}$$

- b) c_p ist über 2 und genügt deshalb für 12- σ

- c) Warn- und Eingriffsgrenzen für x-Regelkarten
OEG = 60,873 HRC
=NORMINV((1+0,99)/2; $\mu; s$)

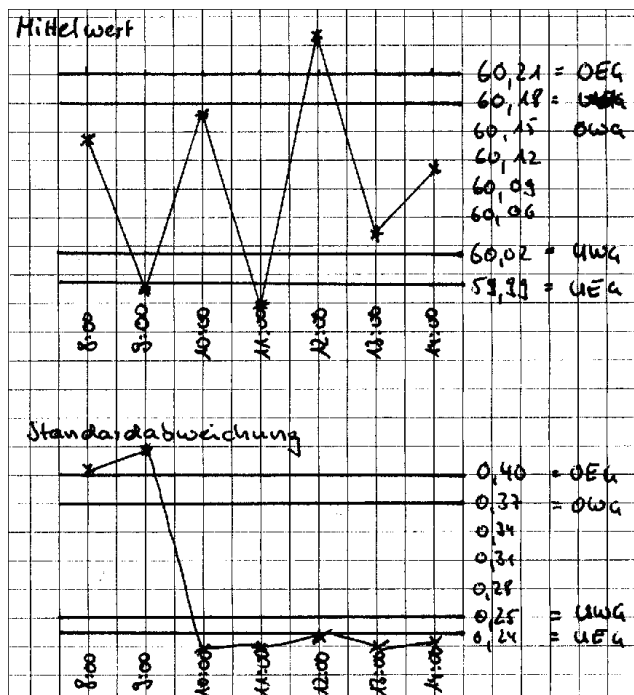
$$\text{OWG} = 60,688 \text{ HRC} \\ =\text{NORMINV}((1+0,95)/2;\mu;s)$$

$$\text{UWG} = 59,512 \text{ HRC} \\ =\text{NORMINV}((1-0,95)/2;\mu;s)$$

$$\text{UEG} = 59,327 \text{ HRC} \\ =\text{NORMINV}((1-0,99)/2;\mu;s)$$

3

- a) Regelkarten:
 \bar{x} - R -Karten sind nicht dargestellt.



- b) stündliche Stichproben
c) Beurteilen Sie die Stichproben, und schlagen Sie Maßnahmen vor.

Die Mittelwerte liegen mehrfach außerhalb der Eingriffsgrenzen, was jedesmal einen Stopp der Produktion bedeutet. Außerdem liegt eine Periode vor, weil die Werte abwechselnd über und unter der Mitte liegen. Dies müsste untersucht werden.

Die Standardabweichung liegt immer außerhalb der Eingriffsgrenzen, was jedesmal einen Stopp der Produktion bedeutet. Insgesamt liegen die Stichproben, was auf ziemliche Mängel in der Fertigung der Aufgabe schließen lässt.