Ausgangsfrage und Datengrundlage

Kann ein beispielhafter Fertigungsprozess das Merkmal Ø 10,000 mm innerhalb der Spezifikationsgrenzen 9,800 bis 10,200 mm verlässlich halten?

Der hypothetische Auftrag

MERKMAL

Durchmesser eines fiktiven Zapfens [mm]

SPEZIFIKATION

9,800 bis 10,200 mm; Sollwert 10,000 mm

MESSFOLGE

20 zeitlich geordnete Teilgruppen zu je 5 Messungen

ENTSCHEIDUNGSKRITERIUM

Cpk mindestens 1,33, nur für dieses Beispiel vereinbart

Wie der Bericht aufgebaut ist

01 Datenprüfung und zeitliche Darstellung: Ausreißer, Lücken und Zuordnung je Teilgruppe.

02 Regelkarten für Mittelwerte und Spannweiten; Stabilität vor Fähigkeit beurteilen.

03 Cp und Cpk mit offengelegter Schätzung der Streuung und fachlicher Einordnung.

Annahme im Beispiel: unabhängig erzeugte, annähernd normalverteilte Werte. Bei realen Prozessdaten sind Verteilung und Messsystemeignung gesondert zu prüfen.

KURZBEWERTUNG DES MUSTERS

Alle 20 Teilgruppen liegen in beiden Regelkarten innerhalb der errechneten Grenzen. Cp beträgt 1,37, Cpk 1,01. Der Mittelwert ist zur oberen Spezifikationsgrenze verschoben.

Wichtige Einordnung

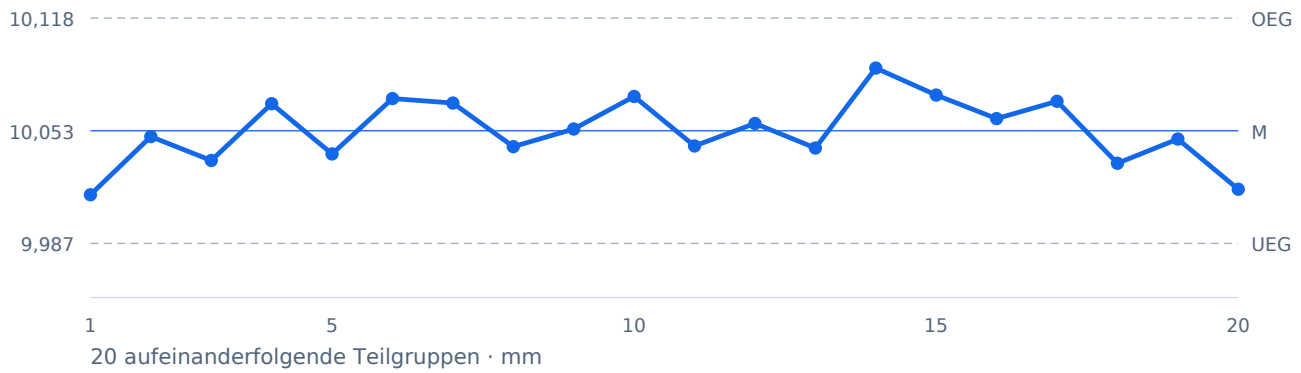
Die Daten sind eigens erzeugt. Das Muster zeigt eine mögliche Berichtsform, keinen abgeschlossenen Kundenauftrag und keine Freigabe eines realen Prozesses.

Auswertung und Rechenweg

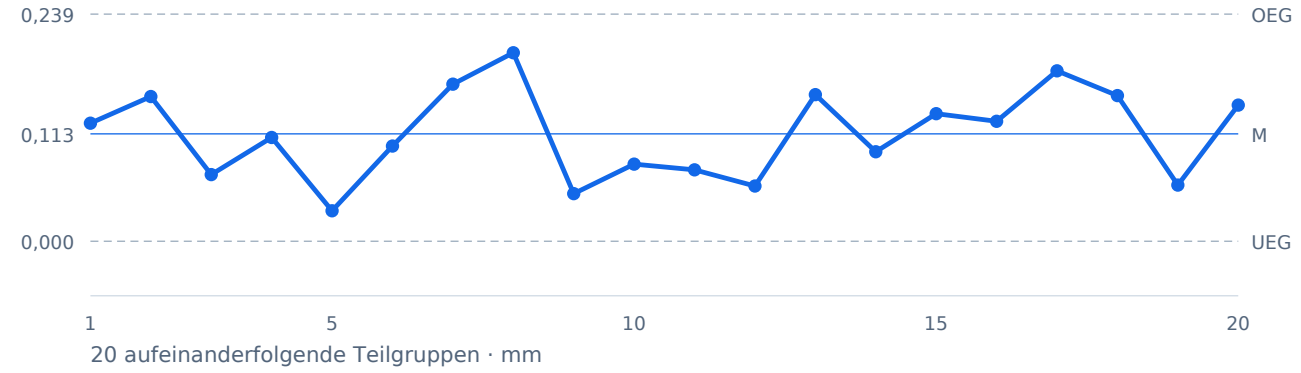
100 vollständige Einzelwerte · 20 Teilgruppen · 5 Messungen je Teilgruppe

CP	CPK	MITTELWERT	STREUUNG
1,37	**1,01**	**10,053**	**0,048**
Potenzielle Fähigkeit	Mit Lage des Mittelwerts	mm	innerhalb der Gruppen, mm

Mittelwerte je Teilgruppe



Spannweiten je Teilgruppe



Rechenweg

Mittelwert = 10,05258 mm; mittlere Spannweite = 0,1128 mm; s innerhalb = R quer / d2 = 0,1128 / 2,326 = 0,04850 mm.

Cp = (OSG - USG) / (6 · s innerhalb). Cpk = min(OSG - Mittelwert, Mittelwert - USG) / (3 · s innerhalb). OSG/USG: Spezifikationsgrenzen; OEG/UEG: Eingriffsgrenzen. Faktoren für n = 5: A2 = 0,577; D3 = 0; D4 = 2,115.

Bewertung und nächster Schritt

Fachliche Bewertung

Innerhalb dieser kurzen Messfolge liegt kein Teilgruppenpunkt außerhalb der dargestellten Mittelwert- oder Spannweitengrenzen. Das belegt keine langfristige Prozessstabilität. Beim hier vereinbarten Cpk-Ziel von 1,33 wird mit Cpk = 1,01 keine positive Fähigkeitsaussage abgeleitet.

Cp über 1,33 bei niedrigerem Cpk deutet hier auf die Lage des Prozessmittelwerts hin. Die Streuung und die Eignung des Messsystems müssen vor einer Freigabe ebenfalls geprüft werden.

Empfohlener nächster Schritt

01 Messsystem und Zuordnung der Messwerte zur Teilgruppe verifizieren.

02 Ursache der Mittelwertverschiebung prüfen; Einstellungen nur nach technischer Freigabe ändern.

03 Nach Korrektur eine längere Messfolge aufnehmen und Stabilität und Fähigkeit neu bewerten.

Rohdaten des Musters [mm]

Eigenständig simuliert, auf 0,001 mm gerundet; Reihenfolge = Teilgruppe 01 bis 20.

Gruppe	Wert 1	Wert 2	Wert 3	Wert 4	Wert 5
01	10,000	10,002	10,078	9,954	10,044
02	9,955	10,096	10,059	10,107	10,029
03	10,067	10,038	10,019	10,056	9,997
04	10,035	10,079	10,052	10,033	10,142
05	10,052	10,025	10,057	10,028	10,034
06	10,035	10,135	10,051	10,057	10,078
07	10,135	10,041	10,024	10,154	9,989
08	10,035	10,078	10,146	10,010	9,948
09	10,078	10,028	10,034	10,069	10,059
10	10,062	10,032	10,104	10,113	10,051
11	10,031	10,081	10,070	10,006	10,031
12	10,094	10,046	10,036	10,059	10,049
13	10,050	9,969	10,123	10,058	10,013
14	10,091	10,063	10,051	10,094	10,145
15	10,073	10,117	10,141	10,007	10,028
16	10,083	9,978	10,039	10,104	10,094
17	10,074	9,970	10,149	10,073	10,082
18	10,071	9,978	9,990	9,999	10,131
19	10,015	10,040	10,039	10,074	10,071
20	10,061	9,997	9,918	10,057	10,061

Methodische Quelle (Formeln und Regelkartenfaktoren):

NIST/SEMATECH e-Handbook: Process Capability; Shewhart X-bar and R Charts.

https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section1/pmc16.htm

https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section3/pmc321.htm