Messsystemanalyse: Erhebungsplan

Ist das fiktive Messsystem für die Durchmesserprüfung eines Bauteils mit einer Toleranzbreite von 0,200 mm geeignet?

Prüfaufgabe und vereinbartes Kriterium

MERKMAL

Fiktiver Zapfendurchmesser, Grenzwerte 9,900 bis 10,100 mm

MESSMITTEL

Digitales Bügelmessgerät, Auflösung 0,001 mm

UNTERSUCHUNGSZIEL

Wiederholbarkeit und Prüferunterschiede bei dieser Prüfaufgabe

BEISPIELKRITERIUM

Messsystemstreuung höchstens 10 % der Toleranzbreite

Erhebungsplan für das Muster

01 10 unterschiedliche Teile über den vorgesehenen Messbereich auswählen und eindeutig kennzeichnen.

02 3 geschulte Prüfpersonen A, B und C messen jedes Teil zweimal mit demselben Messmittel.

03 Die Reihenfolge der 10 Teile wird für jede Person und jeden Durchgang neu ausgelost.

04 Zwischen Messungen Teile neu einlegen; frühere Werte nicht anzeigen; Bedingungen protokollieren.

STUDIENUMFANG

10 Teile × 3 Prüfpersonen × 2 Wiederholungen = 60 simulierte Einzelmessungen. Die Messreihe und alle Auswertungen stehen auf den Folgeseiten dieses Musters.

Wofür die Aussage gilt

Die Entscheidung betrifft nur den hier definierten Messaufbau und das vorab gesetzte 10-%-Kriterium. Referenzwert, systematische Abweichung, Linearität und Stabilität über längere Zeiträume werden nicht untersucht.

Auswertung der 60 Messwerte

Gekreuztes Design mit Teil, Prüfperson und Teil × Prüfperson

MESSSYSTEM / TOLERANZ

16,6 %

Vereinbart: höchstens 10 %

MESSSYSTEM-STREUUNG

0,00553

Standardabweichung in mm

TOLERANZBREITE

0,200

mm, von 9,900 bis 10,100

Geschätzte Komponenten der Messstreuung

Varianz aus vollständigem ANOVA-Modell, einschließlich Teil × Prüfperson

Ursache	Varianz [mm²]	Streuung [mm]
Wiederholbarkeit	0,00000747	0,00273
Prüfperson	0,00002109	0,00459
Teil × Prüfperson	0,00000203	0,00142
Messsystem insgesamt	0,00003058	0,00553

Abweichung der Prüfermittelwerte vom Gesamtmittel [mm]

Gesamtmittel aller 60 Messwerte: 10,00237 mm



Rechenweg und Lesart

Var(Wiederholung) = MS Wiederholung; Var(Teil × Prüfperson) = max[(MS Wechselwirkung - MS Wiederholung)/2, 0]; Var(Prüfperson) = max[(MS Prüfperson - MS Wechselwirkung)/(10 × 2), 0].

s Messsystem = Wurzel aus der Summe dieser drei Varianzen. Anteil an der Toleranz = 6 × 0,00553 / 0,200 × 100 = 16,6 %. Das 10-%-Ziel ist ein vorab festgelegtes Beispielkriterium und keine allgemeingültige Grenze.

Bewertung und nächster Schritt

BEWERTUNG NACH DEM BEISPIELKRITERIUM

Nicht geeignet für diese Prüfaufgabe unter dem vereinbarten 10-%-Grenzwert: 6 × s Messsystem beansprucht 16,6 % der Toleranzbreite.

Der größte geschätzte Messbeitrag stammt hier von Unterschieden zwischen den Prüfpersonen. Das ist ein Hinweis auf Prüfbedarf beim Messablauf, kein Nachweis einer bestimmten Ursache.

Empfohlener nächster Schritt

01 Messhaltung, Anpresskraft und Einlegen der Teile gemeinsam prüfen und vereinheitlichen.

02 Nach Anpassungen die Studie mit neuer Zufallsreihenfolge wiederholen.

03 Referenzwert und Kalibrierstatus sowie Bias, Linearität und zeitliche Stabilität gesondert prüfen.

Vollständige Rohdaten des Musters [mm]

Teile 01 bis 10; je zwei simulierte Messungen pro Prüfperson A, B und C.

Teil	A1	A2	B1	B2	C1	C2
01	9,934	9,923	9,930	9,938	9,938	9,938
02	9,938	9,934	9,948	9,948	9,948	9,950
03	9,959	9,956	9,965	9,965	9,970	9,968
04	9,978	9,979	9,981	9,977	9,988	9,984
05	9,994	9,987	9,999	9,996	9,996	9,999
06	10,006	10,007	10,006	10,005	10,014	10,012
07	10,019	10,021	10,018	10,024	10,033	10,028
08	10,034	10,039	10,044	10,046	10,047	10,043
09	10,049	10,048	10,057	10,055	10,057	10,059
10	10,074	10,073	10,074	10,076	10,083	10,083

Methodik: NIST/SEMATECH e-Handbook, Gauge R&R studies und Design considerations.

Rechenweg für gekreuzte ANOVA: Minitab Support, Crossed Gage R&R Study.

https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/mpc/section4/mpc4.htm

Minitab-Formeln online öffnen (klickbarer Verweis)

Dieses vollständig fiktive Beispiel belegt eine Auswertungsmethode, keine praktische Projekterfahrung oder Freigabe eines realen Messsystems.