Große Messunsicherheiten führen zu schlechten Fähigkeitswerten

Michael Radeck, Q-DAS® GmbH & Co. KG

In diesem Artikel beschäftigen wir uns mit der Auswirkung der Unsicherheit eines Messprozesses auf die Prozessfähigkeit. Dazu leiten wir uns eine Formel her, welche die Beziehung zwischen dem Fähigkeitsindex C_p und dem Eignungskennwert für den Messprozess Q_{MP} nach VDA 5 beschreibt.

Bei unseren Betrachtungen setzen wir für die Vereinfachung des Rechenganges folgendes voraus:

- Alle Werte des zu messenden Merkmals und des Messprozesses werden als Realisierungen unabhängig normalverteilter Zufallsvariablen aufgefasst.

Unter dieser Voraussetzung dürfen wir den Ansatz der einfachen Varianzaddition wählen: Die mit einem Messprozess **beobachtete Gesamt-Varianz** σ^2_{Obs} eines Merkmals ist die Summe der beiden Varianzkomponenten „wahre“ **Varianz des zu messenden Merkmals** σ^2_{MP} und **Varianz des Messprozesses** σ^2_{MP} **.**

In der Kurzfassung:

Formel 1 $$\sigma^2_{Obs} = \sigma^2_{Real} + \sigma^2_{MP}$$

Nun führen wir die Formeln für das Prozesspotenzial eines normalverteilten Merkmals ein und stellen diese nach Sigma um:

Formel 2 $$C_{P;Obs} = \frac{Tol}{6 \cdot \sigma_{Obs}} \rightarrow \sigma_{Obs} = \frac{Tol}{6 \cdot C_{P;Obs}}$$

Formel 3 $$C_{P;Real} = \frac{Tol}{6 \cdot \sigma_{Real}} \rightarrow \sigma_{Real} = \frac{Tol}{6 \cdot C_{P;Real}}$$

Formel 4 $$Q_{MP} = \frac{2 \cdot U_{MP}}{Tol} = \frac{2 \cdot 2 \cdot u_{MP}}{Tol} \rightarrow \sigma_{MP} = u_{MP} = \frac{Q_{MP} \cdot Tol}{4}$$

Wir setzen die drei neuen Sigma-Formeln in die Formel 1 ein und erhalten Formel 5.

Formel 5 $$\left(\frac{Tol}{6 \cdot C_{P;Obs}}\right)^2 = \left(\frac{Tol}{6 \cdot C_{P;Real}}\right)^2 + \left(\frac{Q_{MP} \cdot Tol}{4} \cdot \frac{6}{6}\right)^2$$

Zum Schluss kürzen wir noch die Tol/6 heraus und lösen die Formel 5 nach $C_{p;Obs}$ auf. Das Ergebnis, Formel 6, ist die gesuchte Funktion $C_{p;Obs} = f(C_{p;Real}, Q_{MS})$.

Formel 6 $$C_{P;Obs} = \left(\frac{1}{C^2_{P;Real}} + \frac{9}{4} \cdot Q^2_{MP}\right)^{-0.5}$$

In der Abbildung 1 ist die Funktion für typische Fähigkeitswerte dargestellt.

Was lesen wir aus der Grafik? Wenn das Prozesspotenzial für die „wahren“ Werte des zu messenden Merkmals den Wert $C_{p;Real} = 2$ hat und wir verwenden zur Messung dieses Merkmals einen Messprozess mit dem Eignungskennwert $Q_{MP} = 50$ %, so erhalten wir $C_{p;Obs} = 1.1$ als Prozesspotenzial für unsere Messwerte. Würden wir für dasselbe Merkmal stattdessen einen Messprozess mit dem Eignungskennwert $Q_{MP} = 10$ % verwenden, so würden wir den Wert $C_{P;Obs} = 1.9$ für unsere Messwerte erwarten.

Erkenntnis: Je größer die Unsicherheit unseres Messprozesses ist, desto kleiner ist der Fähigkeitsindex.

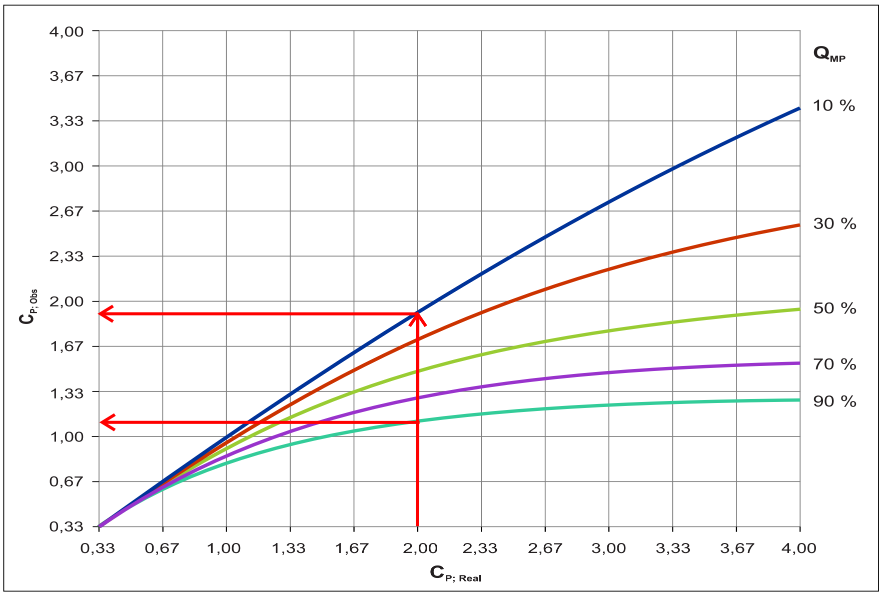

Abbildung 1: Diagramm der funktionalen Beziehung nach Formel 6