Welche Information steckt in den Fähigkeitsindizes?

Stephan Conrad, TEQ® Training & Consulting GmbH

Das Prinzip der maximalen Information

Im Rahmen der Entwicklung der Normenreihe ISO 22514 ist es mal wieder an der Zeit, sich ein paar Gedanken zu Sinn und Zweck des Fähigkeitsindex zu machen.

Den ersten Zugang zu den Fähigkeitsindizes findet man oft über die Bewertung der Anzahl fehlerhafter Teile. In der Literatur findet man unzählige Tabellen, die angeben, welche Überschreitungsanteile bei welchen Fähigkeitsindizes zu erwarten sind. Diese ehemals „Überschreitungsanteilmethode“ genannte Berechnungsart ist auch mit begründeten Einschränkungen noch im aktuellen ISO/TR 22514-4 zu finden. Vor etwa 15 Jahren war diese Methode sogar ein Standard in Teilen der Automobilindustrie.

Allerdings stellte man sich bald die Frage, warum man an Stelle „ppm“ nun einen recht abstrakten Fähigkeitsindex nennen sollte. Bei Fähigkeitsindizes deutlich über 1,67 gleicht das Schätzen von Überschreitungsanteilen auch eher dem Lesen aus Kristallkugeln. Der Mehrwert war doch sehr fraglich. Dieser Fähigkeitsindex liefert einzig Informationen über die Prozessausbringung, nicht aber über die Prozesseigenschaften oder das Prozessverhalten. Völlig unterschiedliche Prozessqualitäten und Prozessstrukturen können absolut identische Ergebnisse liefern. Also konnte man auch aus diesem Fähigkeitsindex nicht ableiten, was nun zu optimieren wäre.

BEISPIEL

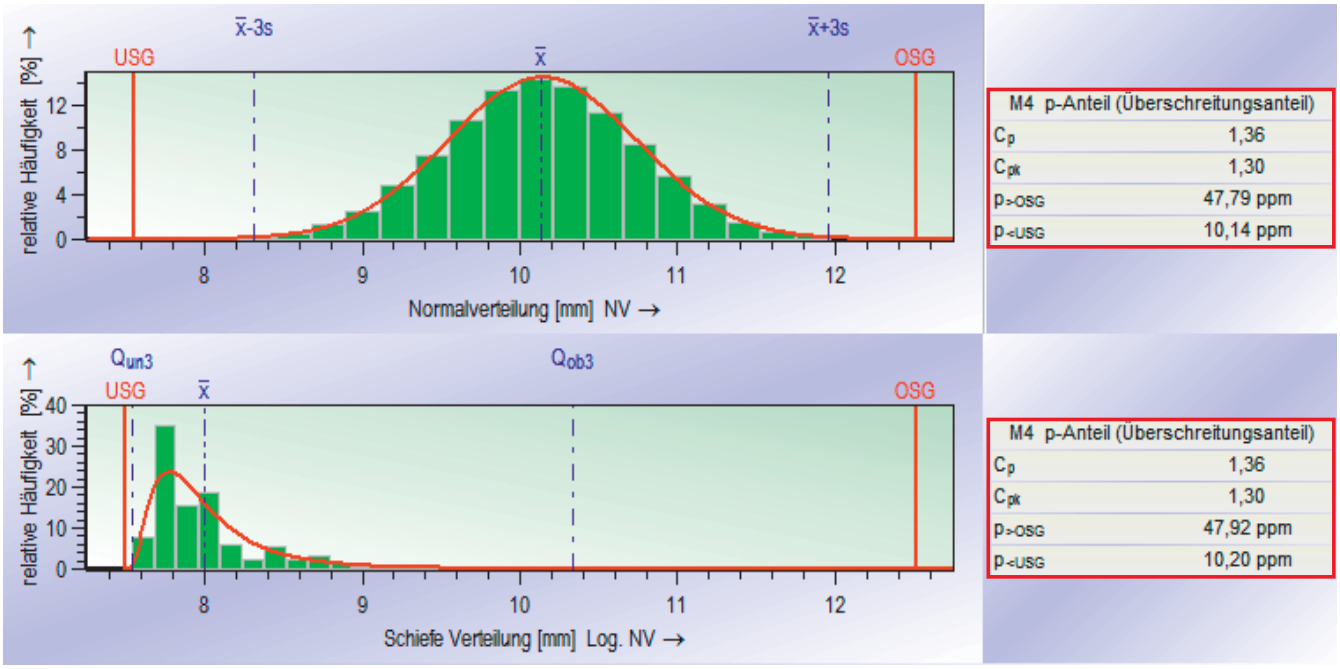

Abbildung 1: Aus den Überschreitungsanteilen berechnet haben beide Prozesse einen C_{pk} von 1,30. Dieser Fähigkeitsindex kann die Unterschiede in den Prozessen nicht beschreiben.

Andere Berechnungsmethoden, die den Fähigkeitsindex aus Verteilungsparametern errechnen, liefern wesentlich mehr Informationen.

Alle diejenigen Methoden, die schon 2006/2007 in der DIN ISO 21747 unter dem Begriff „Allgemeine geometrische Methode“ zusammengefasst wurden, können mit C_p und C_{pk} sehr klare Aussagen über Prozessstreuung und -lage im Verhältnis zur geforderten Merkmalstoleranz liefern. Heute widmet sich die ISO 22514-2 hauptsächlich diesen Methoden. Dazu gehören die klassische „6•σ“-Methode und die Perzentil- oder Quantilmethode. Vorausgesetzt, das ermittelte Verteilungsmodell ist korrekt, kann man aus diesen Fähigkeitsindizes auch sofort Verbesserungspotential ableiten. Im zweiseitig begrenzten Fall beschreibt der C_p das Streuverhalten und gibt die maximale Fähigkeit bei optimaler Lage an, der C_{pk} beschreibt die tatsächlich erreichte Qualität bei aktueller Prozesslage. Ist also der C_p nicht ausreichend, muss eine Prozessoptimierung angestrebt werden. Ist C_p ausreichend und C_{pk} nicht, dann reicht meist eine Lagekorrektur. Der Informationsgewinn bei Nutzung dieser Berechnungsmethode anstelle der Überschreitungsanteilmethode ist enorm.

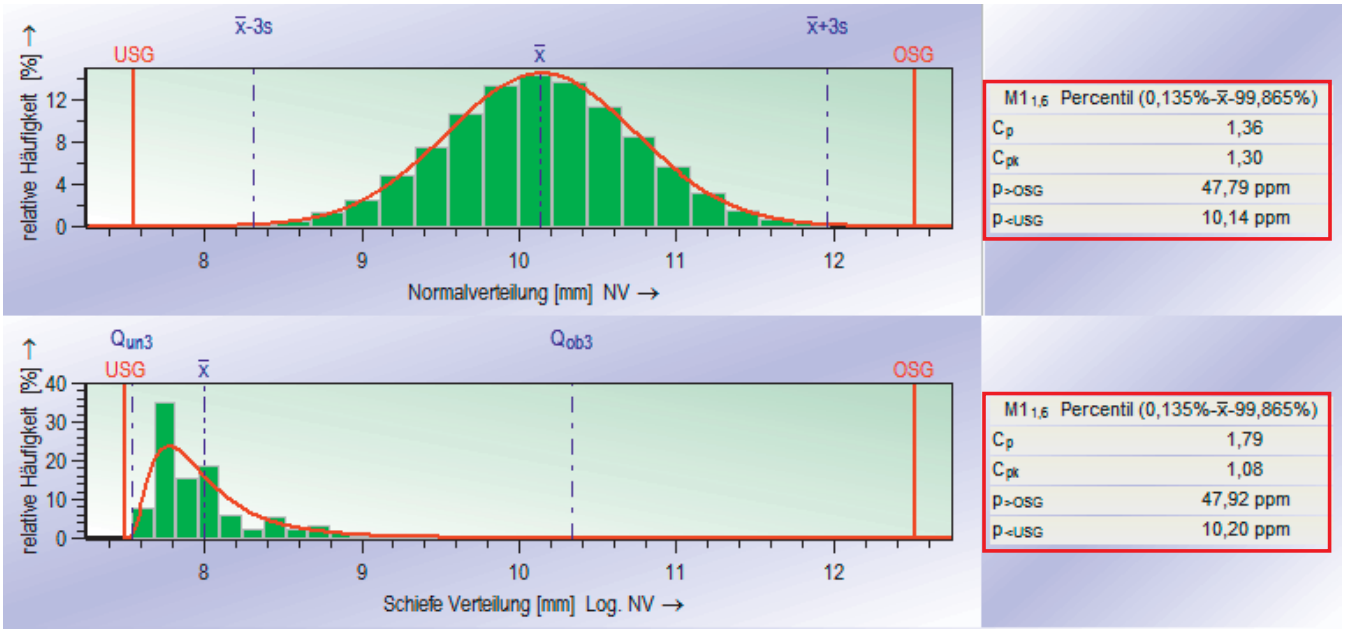

Abbildung 2: Die Fähigkeitsindizes nach der Perzentilmethode beschreiben das wahre Prozessverhalten besser und geben Zusatzinformationen zur möglichen Prozessoptimierung.

Nun gibt es aber Phänomene, die selbst mit dieser „Allgemeinen geometrischen Methode“ nicht mehr ausreichend beschrieben werden können. Wir brauchen wiederum eine neue Technik, um die Mehrinformationen zu erfassen. So z. B. bei Bohrbildern oder Wuchtmaschinen. Die DIN-Beurteilung einer Position betrachtet nur den Radius, bzw. den Kreisdurchmesser, auf dem ein Bohrungsmittelpunkt liegt. Dazu kann man nach der „Allgemeinen geometrischen Methode“ problemlos Fähigkeitsindizes berechnen. Der Haken ist nur, dass die beiden folgenden Bohrbilder die gleichen Fähigkeitsindizes C_p/C_{pk} haben, obwohl sie völlig unterschiedliche Qualitäten aufweisen.

BEISPIEL

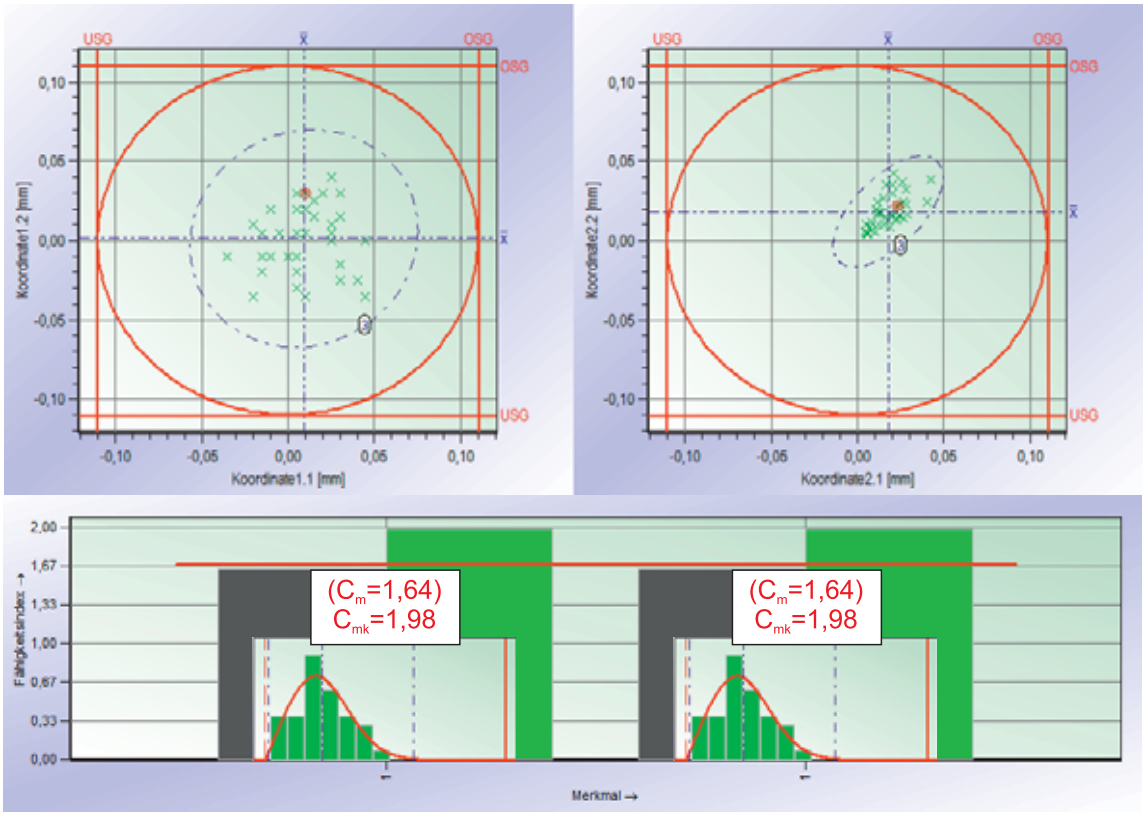

Abbildung 3: Beide Bohrbilder haben auf Grund der gleichen radialen Abweichungen die gleichen (eindimensionalen) Fähigkeitsindizes C_p/C_{pk}

BEISPIEL

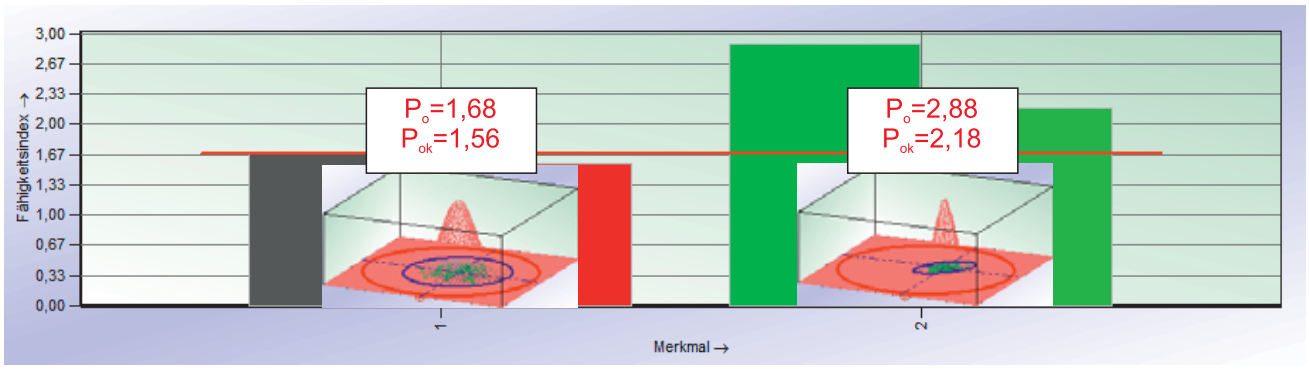

Abbildung 4: Die zweidimensionalen Fähigkeitsindizes P_o/P_{ok} können die unterschiedlichen Prozessqualitäten beschreiben.

Im ersten Fall liegt der Mittelwert recht gut zentriert, aber die Streuung ist zu groß. Im zweiten Fall ist der Prozess dezentriert, aber die Streuung deutlich geringer. Da wir nur die Radien ohne Angabe der Winkel betrachten, können wir diese Mehrinformationen nicht verarbeiten.

Die Lösung des Problems ist in ISO 22514-6 zu finden. Über die zweidimensionale Normalverteilung kann man Fähigkeitsindizes P_o/P_{ok} berechnen, die diese unterschiedlichen Qualitäten analog zu C_p/C_{pk} beschreiben können.Natürlich könnte man auch bei diesen Bohrbildern und der zweidimensionalen Normalverteilung Überschreitungsanteile schätzen und daraus Fähigkeitsindizes errechnen – und sämtliche Mehrinformationen zu Lage und Streuung verlieren.

Welche Schlussfolgerungen sind daraus zu ziehen? Die Berechnung von Fähigkeitsindizes sollte immer so erfolgen, dass die größtmögliche Information gewonnen wird. Das heißt:

- Fähigkeitsindizes aus Überschreitungsanteilen nur dann zu schätzen, wenn auch nur Informationen über Fehleranteile vorliegen, wenn also diskrete Merkmale bewertet werden sollen. Sobald Messwerte vorliegen, sollte man auf diese Methoden verzichten.
- Fähigkeitsindizes mit der „Allgemeinen geometrischen Methode“ sind angebracht bei allen eindimensionalen Merkmalen. Das sind Merkmale, bei denen nur ein einziger Messwert zur vollständigen Darstellung des Merkmals reicht, z. B. Länge, Gewicht, Härte, etc.
- Sind zwei Informationen zur vollständigen Darstellung notwendig, z. B. x/y-Koordinate, Radius und Winkel, Massemoment und Winkel (Unwucht), dann sollten auf jeden Fall auch zweidimensionale Fähigkeitsindizes errechnet werden.

Und nun wird es noch komplizierter. Zu den zwei- und mehrdimensionalen Merkmalen gehören auch solche, die z. B. per Maximum-Material-Prinzip verknüpft sind. Oder diverse Form- und Lagemaße, die räumliche Phänomene beschreiben (z.B. Zylinderform). Wirken noch mehr Merkmale gemeinsam, wie z. B. beim Schweißen oder Spritzgießen, wo man die Produktqualität durch Überwachung von Prozessmerkmalen sicherstellen möchte, können sogar mehrdimensionale (multivariate oder mehrkriterielle) Fähigkeiten berechnet werden, die über unsere drei Raumdimensionen und somit über unser räumliches Vorstellungsvermögen hinausgehen. Die Mathematik wird hier nun beliebig komplex. Aber auch da bietet die ISO 22514-6 eine Lösungsmöglichkeit über sogenannte „Bewertungsfunktionen“. Diese sind allerdings mit Bedacht zu wählen, damit ein mehrdimensionales Problem durch eine zu stark vereinfachte Bewertungsfunktion nicht wieder auf eine simple „Überschreitungsanteilmethode“ reduziert wird.

Aber auch in der einfachen täglichen Anwendung kann man sich das Prinzip der „Maximalen Information“ nochmal durchdenken. Diskretisierte Merkmale, bei denen Messwerte „vereinfachend“ auf Fehleranteile reduziert werden, verlieren an Informationen. Dazu gehören auch automatische Prüfsysteme, die eigentlich Bauteile messen, dann aber nur Schlechtteile zählen. Ein anderes Beispiel sind einseitige Grenzen mit zweiter „natürlicher“ Grenze. Oftmals wird hier nur der Fähigkeitsindex C_{pk} errechnet, obwohl ein C_p errechenbar wäre und auch Mehrinformationen liefern würde. Das wurde in PIQ 2/2012 ausführlich beschrieben. Aus sehr pragmatischen Gründen verzichtet man vielfach darauf – und damit auch auf enthaltene Wissen zu den Prozessen.

Das Ziel der neuen Reihe ISO 22514 ist allerdings Informationsgewinnung. Dort geht es eindeutig um das Verständnis von Prozessen, um die Identifikation von Optimierungspotentialen und das Gewinnen von Vertrauen in die eigenen Prozesse und die der Lieferanten. Es geht also letztlich um die Gewinnung von Informationen, und damit um die Maximierung der Informationen. Dazu passend sollten situationsabhängig auch immer die optimalen Berechnungsmethoden gewählt werden.

Literatur

[1] ISO/DIS 22514-2: 2011-03

Statistical methods in process management - Capability and performance - Part 2: Process capability and performance of time-dependent process models

Statistische Verfahren im Prozessmanagement - Fähigkeit und Leistung - Teil 2: Prozessleistungs- und Prozessfähigkeitskenngrößen

[2] ISO/TR 22514-4:2007-12 (E)

Statistical methods in process management - Capability and performance - Part 4: Process capability estimates and performance measures

Statistische Verfahren im Prozessmanagement - Fähigkeit und Leistung - Teil 4: Prozessfähigkeitsschätzer und Prozessleistungsmaße

[3] ISO 22514-6: 2013-02

Statistical methods in process management - Capability and performance - Part 6: Process capability statistics for characteristics following a multivariate normal distribution

Statistische Verfahren im Prozessmanagement - Fähigkeit und Leistung - Teil 6: Prozessfähigkeitskennwerte für mehrdimensional normalverteilte Merkmale

[4] DIN ISO 21747:2007-03

Statistische Verfahren - Prozessleistungs- und Prozessfähigkeitskenngrößen für kontinuierliche Qualitätsmerkmale

Statistical methods - Process performance and capability statistics for measured quality characteristics (ISO 21747:2006-07)

[5] Conrad, Stephan

Die Crux mit dem ndc

PIQ Partner Info Qualität, 2. Ausgabe 2012

Q-DAS GmbH & Co. KG, Weinheim

Wir optimieren Ihre Datenerfassung

qs-STAT jetzt noch effizienter einsetzen

Regelkarten in Sekunden auswerten

- ✓ Zeit einsparen
- ✓ Datenqualität verbessern
- ✓ Sofort einsetzbar
- ✓ Unschlagbar günstig

ScanAlly Software-Paket

Kaufpreis: **995,- €**

Jetzt kostenlos testen!

www.scanally.de/PIQ

scan ALLY