

Was versteht man eigentlich unter SPC? Ein kurzer Überblick

1 Definitionen

SPC wird hier und da gern übersetzt mit *Show Program for Customers*, hat also offensichtlich mit Bildern zu tun. Dem Kunden soll gezeigt werden, dass die Prozesse, in denen seine Produkte entstehen, die Anforderungen sicher erfüllen. Da bei den Produkten Merkmale spezifiziert sind, geht es also darum, anhand von Messwerten den entsprechenden Nachweis numerisch zu führen und das grafisch leicht lesbar darzustellen. Korrekt steht SPC für *Statistical Process Control*. Über das Missverständnis der „Prozesskontrolle“ sind wir schon lange hinweg, die richtige Übersetzung heißt statistische *Prozesslenkung*. Doch was gehört nun zur Statistischen Prozesslenkung alles dazu und was nicht. Darüber gibt es verschiedene Meinungen. Für manche Anwender beschränkt sich die statistische Prozesslenkung auf das Führen von Qualitätsregelkarten. Diese betrachten die dazu vorher erforderliche Analyse der Verteilung, deren Kenngrößen und der Stabilität als Voraussetzung, beziehen sie aber nicht ein.

Ein repräsentatives Beispiel hierfür ist im Heft 7 *Statistische Prozesslenkung SPC* der Robert Bosch GmbH zu finden:

1. Begriffe zur Statistischen Prozessregelung

Prozess

Darunter versteht man eine Abfolge von Tätigkeiten und/oder Abläufen, bei denen Ausgangsstoffe oder vorgearbeitete Teile/Komponenten weiterbearbeitet werden und ein Ausgangsprodukt erzeugt wird.

Die Definition aus der Norm [3] lautet: "Satz von in Wechselbeziehung stehenden Mitteln und Tätigkeiten, die Eingaben in Ergebnisse umgestalten."

Dieses Heft bezieht sich lediglich auf Fertigungs- oder Montageprozesse.

Stabiler Prozess

Ein stabiler (beherrschter) Prozess unterliegt nur zufälligen Einflüssen. Insbesondere sind Lage und Streuung des Prozessmerkmals zeitlich stabil. (s. [4])

Qualitätsfähiger Prozess

Ein Prozess ist qualitätsfähig, wenn er in der Lage ist, die vorgegebenen Anforderungen uneingeschränkt zu erfüllen. Zur Ermittlung von Fähigkeitskenngrößen siehe [11].

Shewhart-Qualitätsregelkarte

Qualitätsregelkarte zur Überwachung eines Parameters der Wahrscheinlichkeitsverteilung eines Merkmals, mit dem Zweck festzustellen, ob der Wert des Parameters von einem vorgegebenen Wert abweicht.

SPC

SPC ist eine Standardmethode zur Visualisierung und Regelung (Lenkung) von Prozessen auf der Basis von Stichprobenergebnissen.

Ziel von SPC ist sicherzustellen, dass die geplanten Prozessergebnisse erreicht und die entsprechenden Kundenforderungen eingehalten werden.

Grundsätzlich ist SPC mit dem (manuellen oder softwaregestützten) Führen einer Qualitätsregelkarte (QRK) verbunden. QRK werden mit dem Ziel geführt, die Stabilität und Fähigkeit von Prozessen zu erreichen, aufrecht zu erhalten und zu verbessern. Dazu werden Prozess- oder Produktdaten aufgezeichnet, daraus Schlüsse gezogen und auf unerwünschte Ergebnisse wird durch geeignete Maßnahmen reagiert.



Wenn man nach weiteren Informationen sucht, ist heute das „Googeln“ ein typischer Weg und führt in vielen Fällen zu Wikipedia. Hier findet man mit dem Stand 23. Februar 2016, 10:30 Uhr folgende Informationen:

„... wird üblicherweise als eine Vorgehensweise zur Optimierung von Produktions- und Serviceprozessen aufgrund statistischer Verfahren verstanden.“ und „Heute wird die statistische Prozessregelung als Bestandteil eines Qualitätsmanagementsystems gesehen und begleitet als Serviceprozess den Kernprozess der Produktion oder Dienstleistung. Alle statistischen Methoden, die zur Überwachung und Optimierung des Kernprozesses dienen, werden unter dem Begriff *statistische Prozesskontrolle* zusammengefasst. Diese Methoden gehen über die verschiedenen Regelkartentechniken hinaus und schließen auch z. B. die Methoden der statistischen Versuchsplanung, die FMEA oder auch die Methodensammlung Six Sigma mit ein. Größen der SPC fließen in Kunden-Lieferanten-Beziehungen als Prozessfähigkeitsindizes ein.“

Leider wurde im letzten Absatz wieder der Begriff „statistische Prozesskontrolle“ verwendet, vermutlich aber aus Versehen bzw. Flüchtigkeit. Die wesentliche Aussage der o. g. Darstellung liegt jedoch darin, dass hier SPC wesentlich weiter gefasst wird als nur die reine Führung von Qualitätsregelkarten. Der Aspekt der vorangehenden Prozessanalyse – typischerweise Maschinen- und Prozessfähigkeitsanalyse, Bestimmung der Verteilungsform, Stabilität und Fähigkeitskennzahlen – ist vom Autor vermutlich impliziert, kommt aber in der Darstellung zu kurz.

Ein weiterer Auszug des Artikels lautet: „SPC wurde von Walter A. Shewhart entwickelt. Die wissenschaftlichen Grundlagen wurden von ihm 1931 in dem Buch *Economic Control of Quality of Manufactured Product* umfassend hergeleitet und beschrieben.“ Im Kern geht es darum, dass Shewhart entdeckt hat, dass der Streuung von Merkmalswerten im Serienfertigungsprozess zwei Mechanismen zu Grunde liegen, nämlich die

- Random Causes – zufällige Ursachen (unvermeidbare Streuungen, stochastischer Prozess, „Rauschen“) und im Gegensatz dazu die
- Special (oder „assignable“) Causes – systematische Ursachen (unterschiedliche Materialchargen, Maschineneinstellungen, Werkzeugverschleiß etc.)

Bei dem Versuch, die Streuung zu minimieren, können zwei Fehler gemacht werden:

- Fehler 1. Art: Eine Abweichung wird einer systematischen Ursache zugewiesen, obwohl sie von einer zufälligen Ursache hervorgerufen wurde
- Fehler 2. Art: Eine Abweichung wird einer zufälligen Ursache zugewiesen, obwohl sie von einer systematischen Ursache hervorgerufen wurde.

Um die beiden Streuungsarten voneinander zu trennen und diese Fehler zu minimieren, entwickelte Shewhart die „Control Charts“, die zweifellos das Kernelement der Statistischen Prozesslenkung darstellen. Doch muss an dieser Stelle wiederholt werden, dass Qualitätsregelkarten nur dann geführt werden können, wenn sie auf Basis der vorher durchgeführten Prozessanalyse berechnet wurden.

Im Rahmen der nationalen und internationalen Normung zur angewandten Statistik hat man sich darauf verständigt, dem Begriff SPC sowohl die Prozesslenkung als auch die Prozessverbesserung zuzuordnen. DIN ISO 3534-2 definiert:

2.1.8 statistische Prozesslenkung SPC

Tätigkeiten, die darauf gerichtet sind, mittels statistischer Verfahren die **Streuung** (2.2.1) zu verringern, das Wissen über den **Prozess** (2.1.1) zu verbessern und den Prozess in der gewünschten Weise zu lenken

ANMERKUNG 1 Die statistische Prozesslenkung (SPC) wird am wirksamsten durch Lenken der Streuung eines Prozessmerkmals oder eines prozessbestimmten Produktmerkmals (1.1.1), das mit einem Merkmal des Endproduktes zusammenhängt, und/oder durch Erhöhen der Robustheit des Prozesses gegen diese Streuung. Ein Merkmal eines Endproduktes eines Lieferanten kann ein Prozessmerkmal für den Prozess beim nächstfolgenden Lieferanten sein.

ANMERKUNG 2 Obwohl sich die SPC ursprünglich an ersten Stelle auf industriell hergestellte Produkte bezogen hat, ist sie gleichermaßen anwendbar auf Prozesse, die Dienstleistungen oder Transaktionen erbringen, z. B. für Daten, Software, Nachrichten und Materialbewegungen.

ANMERKUNG 3 Die SPC umfasst sowohl die **Prozesslenkung** (2.1.6) als auch die **Prozessverbesserung** (2.1.7).

Weitere Definitionen in DIN ISO 3534-2 betreffen im Punkt 2.1.10 die zugehörige Prozessanalyse und im Abschnitt 2.2 dann zufällige und systematische Streuungsursachen sowie Stabilität und Prozessfähigkeit.

2 Phasen

Auf Basis der vorgenannten Definition möchten wir in diesem Beitrag eine kurze Übersicht über die wesentlichen Phasen von SPC und die darin verwendeten Methoden bzw. Vorgehensweisen geben.

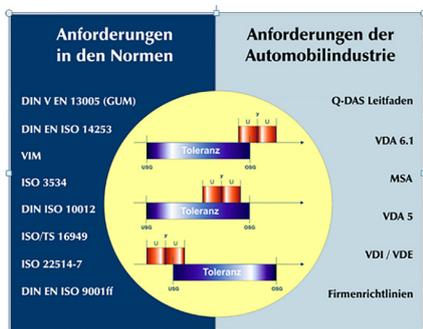
2.1 Phase Prüfprozesseignung

Elementare Voraussetzung für die Prozessanalyse und Lenkung ist ein geeigneter Prüfprozess, der aus dem für die konkrete Prüfaufgabe eingesetzten Prüfsystem und dessen Einbindung in die gesamte Prüfaufgabe besteht. Für dessen Untersuchung stehen zahlreiche bewährte Verfahren zur Verfügung, die in internationalen Normen sowie Branchen- und Firmenrichtlinien beschrieben sind.



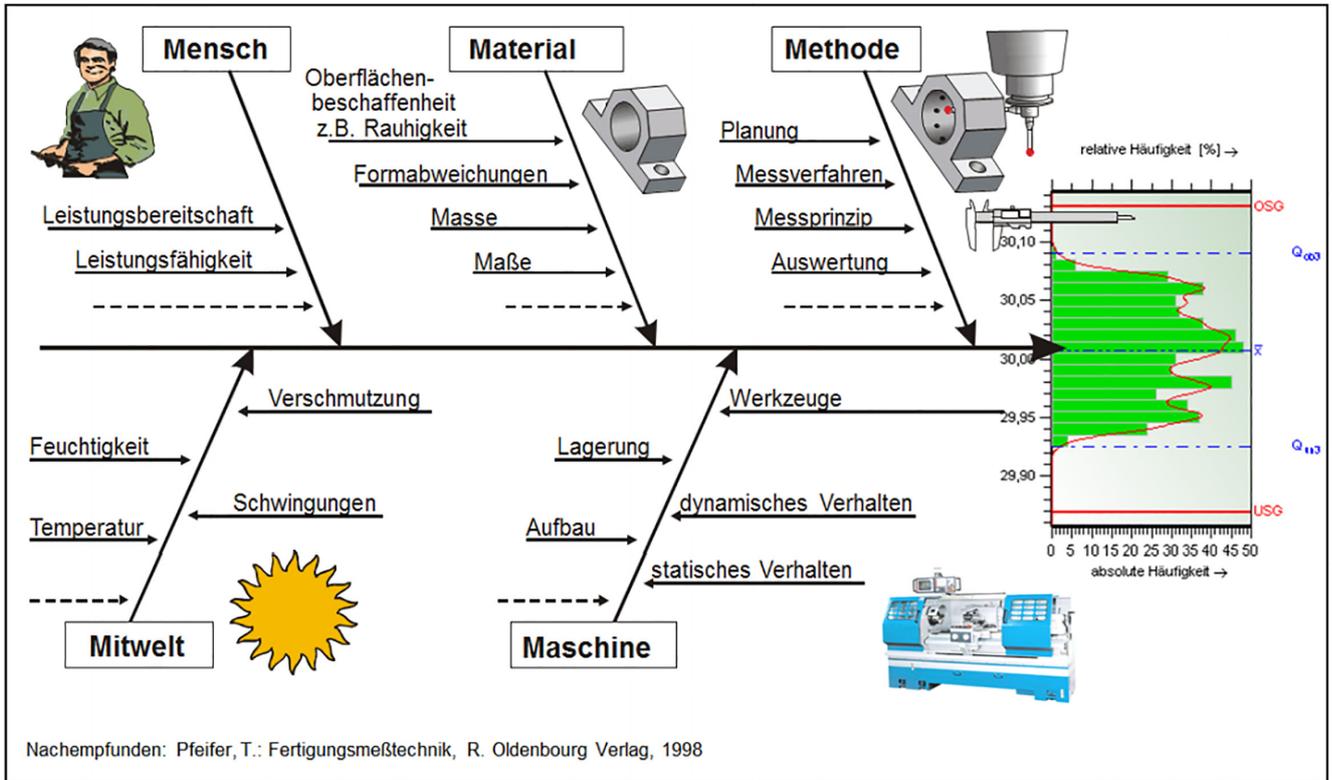
Am bekanntesten und verbreitetsten sind VDA Band 5, MSA 4th der AIAG und der im Jahre 1999 von einem Arbeitskreis der Automobilindustrie unter Leitung von Q-DAS entwickelte Leitfaden zum Fähigkeitsnachweis von Messsystemen sowie die internationale Norm ISO 22514-7 aus dem Jahr 2012.

- Messsystemfähigkeit
- Messunsicherheit
- C_p , C_{pk} , %GRR
- VDA 5, GUM, MSA



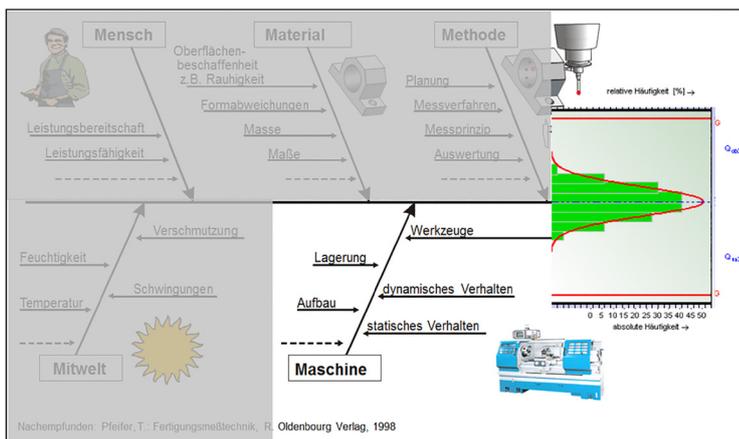
2.2 Phase Prozessqualifikation

Der eigentliche Fertigungsprozess ist zahlreichen Einflüssen unterworfen, die meist anhand eines Ishikawa-Diagramms veranschaulicht werden.



Die Phase der Prozessqualifikation ist typischerweise zweistufig. In der ersten Stufe soll das ideale Leistungsvermögen der Maschine ermittelt werden (bzw. der Fertigungseinrichtung – das muss nicht zwingend eine „Maschine“ sein, beispielsweise ist auch eine Abfülleinrichtung oder ein verfahrenstechnischer Prozess denkbar). Dazu werden neben der „reinen“ Maschine möglichst alle anderen Einflüsse ausgeschaltet bzw. deren Größe konstant gehalten:

- **Nur zufällige Einflüsse** wirken auf die Streuung der Maschine (Produktionseinrichtung), alle anderen Einflussfaktoren werden konstant gehalten.
- Stichprobenumfang: **50 Teile** werden der Produktion innerhalb kurzer Zeit in Folge entnommen.
- Ziel ist der Nachweis, dass die Maschine (Produktionseinrichtung) die Teile sicher innerhalb der Toleranz produziert.



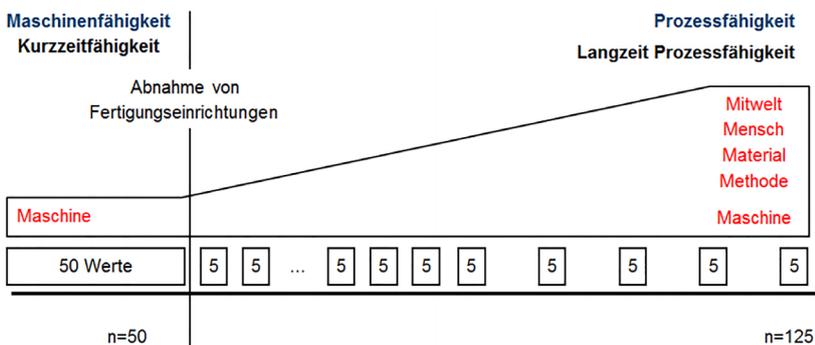
Maschinenfähigkeitsanalyse - nur die zufälligen Einflüsse der Maschine wirken.

Danach wird der Prozess in seiner Gesamtheit untersucht. Alle gezeigten Einflüsse wirken:

- **Alle** Einflüsse, die charakteristisch für den Produktionsprozess sind, wirken sich im Untersuchungszeitraum aus: Umwelt („Mitwelt“), Mensch, Material, Methode, Maschine (die „klassischen 5 M's“, z.B. Schichtwechsel, Chargenwechsel, Werkzeugwechsel, Temperaturschwankungen).
- Stichprobenumfang: Typischerweise **25 Stichproben** mit je 5 Werten **übereinen „repräsentativen“ Zeitraum**, insgesamt mindestens 125 Werte.
- Ziel ist der Nachweis, dass der Prozess **sicher und dauerhaft Teile innerhalb der Toleranz** liefert.

Der Zusammenhang zwischen beiden lässt sich wie folgt beschreiben:

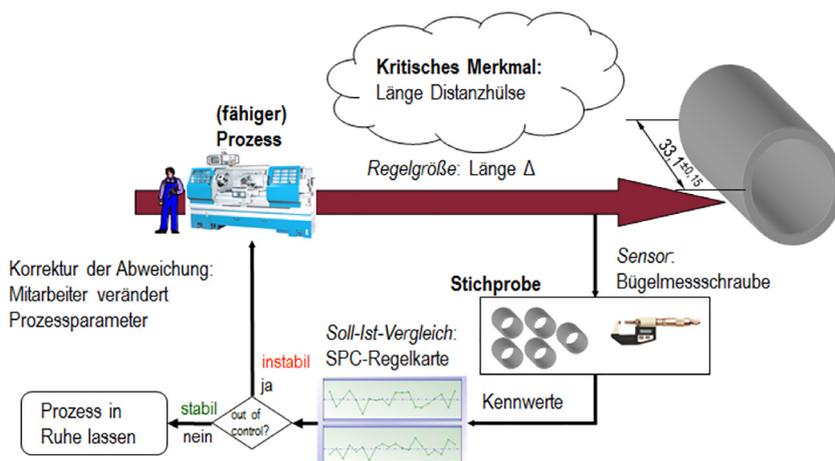
- Die **Kurzzeit-** oder **Maschinenfähigkeitsanalyse** beurteilt das bestmögliche **Leistungsvermögen** des Prozesses (C_m und C_{mk}).
- Die **Langzeit-** oder **Prozessfähigkeitsanalyse** beurteilt das **reale Leistungsvermögen** des Prozesses (P_p / P_{pk} bzw. C_p und C_{pk}).
- Aus dem Unterschied zwischen der Maschinen- und Prozessfähigkeitsanalyse ergibt sich das **theoretisch** maximal erreichbare Verbesserungspotential.



Die oben gezeigte Grafik veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Maschinen- und Prozessfähigkeit. Eine detailliertere Darstellung zum Thema Maschinen- und Prozessfähigkeit finden Sie in unserem Artikel [Prozessfähigkeit - Eine kurze Erläuterung](#).

2.3 Phase Prozessüberwachung

Egal, welche Definition von SPC man zugrunde legt – in der Phase der Prozesslenkung/ Prozessüberwachung geht es nun darum, den Prozess anhand von Stichproben „auf Spur zu halten“, sprich seine Stabilität nachzuweisen oder Abweichungen davon frühzeitig zu erkennen und zu korrigieren. Dazu werden die anfangs bereits genannten Qualitätsregelkarten verwendet, was dem kleinen SPC-Regelkreis entspricht.



Die prinzipielle Wirkungsweise von Qualitätsregelkarten werden wir in Kürze in einem weiteren Fachbeitrag erläutern.

2.4 Phase Prozessoptimierung

In der Prozessoptimierung können nun die aus den vorhergehenden Phasen gewonnenen Daten gezielt analysiert und daraus Maßnahmen zu Prozessverbesserung abgeleitet werden. Diese können sowohl auf die Verringerung der Kurzzeitstreuung als auch – und das ist in der Praxis der häufigere Fall – auf die Verbesserung der langfristigen Prozessstabilität ausgerichtet sein. Darüber hinaus können mit Werkzeugen wie Design of Experiments DoE oder Six Sigma zusätzliche Daten erhoben werden, anhand derer Verbesserungsmaßnahmen durch z.B. optimale Parametereinstellungen durchgeführt werden.



TEQ Training & Consulting GmbH
Eisleber Str. 2
69469 Weinheim
+ 49 6201 3941-15

Haben wir Ihr Interesse geweckt?
www.teq.de
Kontakt zum Autor:
wolfgang.schultz@teq.de