



TQU Verlag

**Die
Operations-
charakteristik
OC von Regelkarten**

Probieren und Studieren

Die Operationscharakteristik von Regelkarten

SPC als Hypothesentest

[Autor: Beat Giger](#)

Die Regelkartentechnik (Statistical Process Control SPC) verwendet statistische Prinzipien um zu entscheiden, ob die Werte eines Datenverlaufs zufällig streuen (natürliche Streuung mit allgemeinen Ursachen, common causes) oder ob nicht-zufällige Muster (nicht-natürliche Streuung mit speziellen Ursachen, special causes) vorliegen. Dazu findet ein Hypothesentest statt, der die folgenden Hypothesen überprüft:

Null-Hypothese H_0 : der Prozess zeigt die erwartete, natürliche (zufällige) Variation >> der Prozess ist in statistischer Kontrolle

Alternativ-Hypothese H_A : der Prozess zeigt unerwartete, nicht-natürliche (nicht-zufällige) Variation >> der Prozess ist außer Kontrolle

Die Operationscharakteristik einer Regelkarte bestimmt die Eingriffswahrscheinlichkeit während der Prozessführung, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass die Regelkarte bei einer Mittelwertverschiebung von x mal der Standardabweichung und einem Stichprobenumfang vom n bei der ersten Stichprobe "Alarm" meldet. Die Ergänzung der Eingriffswahrscheinlichkeit auf 100% entspricht der Wahrscheinlichkeit eines β -Fehlers, d.h. eine vorhandene Mittelwertverschiebung von x mal der Standardabweichung wird auf der Basis einer Stichprobe mit Umfang n nicht erkannt.

Die Average Run Length ARL (mittlere Lauflänge) ist der Kehrwert der Eingriffswahrscheinlichkeit (s. Operationscharakteristik) und gibt an, wie viele Stichprobenziehungen vom Umfang n statistisch gesehen notwendig sind, damit eine Regelkarte eine Mittelwertverschiebung von x mal der Standardabweichung erkennt. Eine wichtige Kenngröße ist der ARL(0)-Wert von Regelkarten, der die durchschnittliche Anzahl Stichproben angibt, nach der es statistisch gesehen zu einem "Fehlalarm" kommt. Dies entspricht der Wahrscheinlichkeit eines α -Fehlers, d.h. eine Mittelwertverschiebung von x mal der Standardabweichung wird auf der Basis einer Stichprobe mit Umfang n nicht erkannt. Liegt einer Regelkarte der 99,73%-Zufallsstrebereich zugrunde, dann beträgt die mittlere Lauflänge: $ARL(0) = 1/\alpha = 1/0,0027 = 370$. Bei einem 99%-Zufallsstrebereich erreicht der ARL(0) Wert 100.

Mit diesem QUALITY APP aus der Reihe "Probieren und Studieren" kann für Einzelwert-Regelkarten ($n = 1$) sowie für Mittelwert-Regelkarten ($n = 2-100$) der Zufallsstrebereich, der Stichprobenumfang und die Mittelwertverschiebung in einfacher Weise variiert und die Wirkung auf die OC und die ARL studiert werden. Diagramme unterstützen die Beobachtung und visualisieren die Ergebnisse in hervorragender Weise.

TQU Verlag, Magirus-Deutz-Straße 18, 89077 Ulm Deutschland, Telefon 0731/14660200, verlag@tqu-group.com, www.tqu-verlag.com

QUALITY APPs Applikationen für das Qualitätsmanagement

Lizenzvereinbarung

Dieses Produkt "Die Operationscharakteristik von Regelkarten" wurde von uns mit großem Aufwand und großer Sorgfalt hergestellt. Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt (©). Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Weitergabe, der Übersetzung, des Kopierens, der Entnahme von Teilen oder der Speicherung bleiben vorbehalten.

Bei Fehlern, die zu einseitigen Interessen führen, ist die Nutzung dieses Softwareproduktes durch den Benutzer auf eigenes Risiko. Beschreibungen und Funktionen verstehen sich als Beschreibung der Nutzungsmöglichkeiten und nicht als verbindliche Spezifikationen der Eigenschaften. Wir übernehmen keine Gewähr dafür, dass die angebotenen Lösungen für bestimmte vom Kunden beabsichtigte Zwecke geeignet sind.

Sie erklären sich damit einverstanden, das Produkt nur in Ihrem Unternehmen und ausschließlich innerhalb Ihres Unternehmens zu verwenden. Sollten Sie es in anderer Form, insbesondere in der Handlungs- und Informationsform, an andere Unternehmen (Beratung, Schulungseinrichtung etc.) verwenden wollen, setzen Sie sich unbedingt vorher mit uns wegen einer entsprechenden Vereinbarung in Verbindung. Unsere Produkte werden kontinuierlich weiterentwickelt. Bitte melden Sie sich, wenn Sie ein Update wünschen.

Alle Ergebnisse basieren auf den vom Autor eingesetzten Formeln und müssen vom Anwender sorgfältig geprüft werden. Die berechneten Ergebnisse sind als Hinweise und Anregungen zu verstehen.

Wir wünschen viel Spaß und Anregungen mit dieser Applikation.

TQU Verlag, Magirus-Deutz-Straße 18, 89077 Ulm Deutschland, Telefon 0731/14660200, verlag@tqu-group.com, www.tqu-verlag.com

QUALITY APPS Applikationen für das Qualitätsmanagement

Operationscharakteristik (OC) und
Average Run Length (ARL / mittlere Lauflänge)
für Einzelwert- und Mittelwert-Regelkarten

Fachliche Hinweise:

Risiken bei Hypothesentests

Bei Hypothesentests gibt es zwei Arten von Verwechslungen:

		Wirklichkeit	
		Null-Hypothese ist wahr	Alternativ-Hypothese ist wahr
Entscheidung	Entscheid für Null-Hypothese	richtige Entscheidung	Fehler 2. Art / β - Fehler
	Entscheid für Alternativ-Hypothese	Fehler 1. Art / α - Fehler	richtige Entscheidung

α - Fehler / α - Risiko

Die Wahrscheinlichkeit, zu Unrecht die Alternativ-Hypothese zu behaupten, ist bei Regelkarten abhängig von der Definition des Zufallsstrebereichs. Ist dieser mit $x_q \pm 3s$ definiert (99,73%-Zufallsstrebereich), liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der Behauptung von H_A bei 0,27%. Legt man den 99%-Zufallsstrebereich zugrunde ($x_q \pm 2,58s$), liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der Behauptung von H_A bei 0,5%.

β - Fehler / β - Risiko

Die Wahrscheinlichkeit, zu Unrecht die Null-Hypothese zu behaupten, ist neben dem Stichprobenumfang n abhängig von der Streuung s und davon, wie stark sich der Prozessmittelwert gegenüber einem bekannten Soll-Wert verschoben hat.

Bei Regelkarten hat es sich durchgesetzt, die Wahrscheinlichkeit eines β - Fehlers über die Operationscharakteristik (OC) zu optimieren.

Eine alternative Kenngröße ist der Kehrwert der Operationscharakteristik: die mittlere Lauflänge (ARL - average run length).

Operationscharakteristik und mittlere Lauflänge sind wichtige Kriterien beim Design von Regelkarten im Hinblick auf deren Empfindlichkeit.

Standardisiertes Delta

Zur Berechnung der Operationscharakteristik (OC) und der mittleren Lauflänge (ARL) sind die Mittelwertverschiebung $\mu - m$ und die Standardabweichung s erforderlich. Das standardisierte Delta Δ ist die Einheit der Standardabweichung, gegeben in $\Delta = \frac{\mu - m}{s}$. Ein "Signal" im Δ enthält bis zu "Fehlalarmen". Das standardisierte Delta = Mittelwertverschiebung / Standardabweichung.

Optimierung der Empfindlichkeit von Regelkarten

- > Die Empfindlichkeit lässt sich verbessern, indem man durch einen größeren Stichprobenumfang n die Streuung s verkleinert. Die Verkleinerung des Zufallsstreu-bereichs erhöht zwar auch die Empfindlichkeit, aber ebenso das Risiko eines "Fehl-Alarm".
- > Die Anwendung von zusätzlichen Regeln (z.B. Western Electric Rules), die in SPC-Software verfügbar sind, erhöht zwar die Empfindlichkeit von Regelkarten, doch muss auch deren Auswirkung auf den ARL (0)-Wert resp. die Wahrscheinlichkeit für einen "Fehl-Alarm" beachtet werden. Bei einem 99,73%-Zufallsstrebereich reduziert sich bei Anwendung der Western Electric Rules der ARL (0)-Wert von 370 auf 91.

* Western Electric Rules: 1 Wert $> 3*s$ / 2 von 3 $> 2*s$ / 4 von 5 $> 1*s$ / 8 Werte auf 1 Seite ... (Entfernung) vom Mittelwert

Voraussetzungen:

Die Anwendung dieses APPs wie auch die Anwendung von Regelkartenprinzipien setzt normalverteilte Daten voraus. Diese Voraussetzung darf insbesondere bei Einzelwert-Regelkarten nicht vernachlässigt werden, da sonst die Regelkarte nicht "funktioniert". Bei Mittelwert-Karten gilt die Voraussetzung der Normalverteilung in abgeschwächtem Masse, da Mittelwerte gemäß dem Zentralen Grenzwertsatz der Statistik zur Normalverteilung tendieren. Dies trifft umso mehr zu, je größer die Stichprobe ist, aus der ein Mittelwert gebildet wird.

Anwendung:

Das QUALITY APP unterstützt Einzelpersonen oder Arbeitsgruppen, die sich mit statistischen Auswertungen auseinandersetzen.

Nutzung:

Das APP ist für Probieren und Studieren geeignet. Über Schieberegler können die variablen Parameter verändert werden. Bitte beachten Sie darauf, dass in den Excel-Optionen "Juliana" die Berechnung erfolgt.

Schutz:

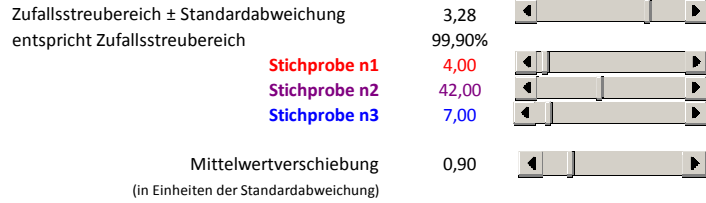
Dieses APP ist lauffähig unter Excel. Die Mappe ist insgesamt geschützt. Der Schutz kann nicht aufgehoben werden. Die einzelnen Blätter der Mappe sind durch einfachen Excel-Schutz geschützt. Für die Verwendung der einzelnen Blätter sind die Berechnungen auf der Grundlage der Daten der Autor und der Verlag alle weiteren Verpflichtungen ab. Einzelne Blätter oder Zeilen wie Spalten können ausgeblendet sein.

Ergebnisse:

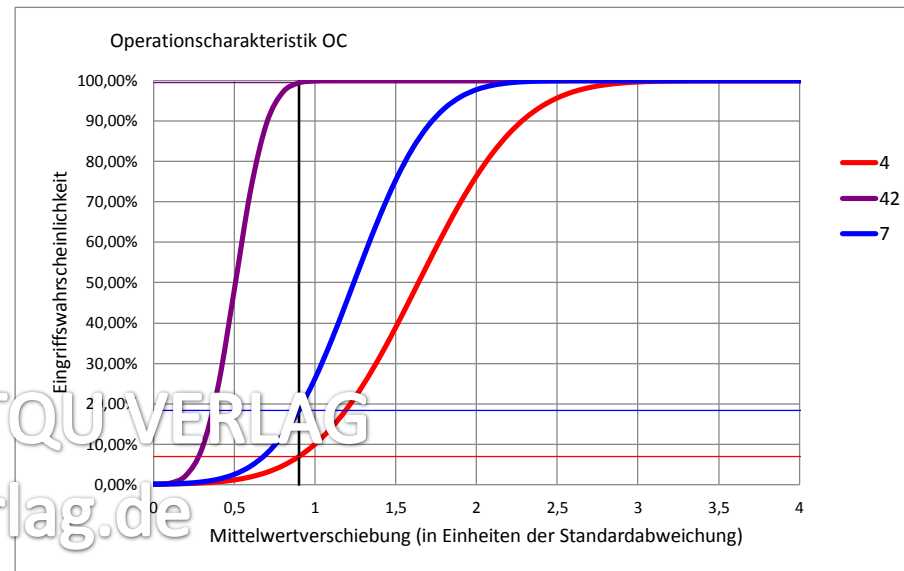
Alle Ergebnisse beruhen auf den vom Autor eingesetzten Regeln und Berechnungen, sie müssen vom Anwender sorgfältig auf ihre Eignung geprüft werden. Die berechneten Ergebnisse sind als Vorschläge, Hinweise oder Anregungen zu verstehen.

TQU Verlag, Magirus-Deutz-Straße 18, 89077 Ulm Deutschland, Telefon 0731/14660200, verlag@tqu-group.com, www.tqu-verlag.com

Operationscharakteristik (OC) und Average Run Length (ARL / mittlere Lauflänge) für Einzelwert- und Mittelwert-Regelkarten



	Stichprobe n1	Stichprobe n2	Stichprobe n3
Stichprobengröße n	4	42	7
Eingriffswahrscheinlichkeit (OC)	6,94%	99,47%	18,44%
durchschnittliche Anzahl Stichproben (ARL)	14	1	5
ARL (0)-Wert	9	96	9



Erläuterung

OC: Wahrscheinlichkeit, mit einer Stichprobengröße von n eine Mittelwertverschiebung von x mal der Standardabweichung zu entdecken?

ARL: Anzahl der Stichproben, bis mit einer Stichprobengröße von n eine Mittelwertverschiebung von x mal die Standardabweichung zu entdecken?

ARL(0) - Wert: Anzahl der Stichproben, bis es statistisch gesehen zu einem Fehlalarm kommt

