



10 wichtige Überlegungen bei der Beurteilung der Prozessfähigkeit



Prozessfähigkeit ist unerlässlich, um sicherzustellen, dass ein Prozess die Anforderungen und Erwartungen unserer Kunden durchweg erfüllen kann. Durch die Quantifizierung der Fähigkeit eines Prozesses, die gewünschten Ergebnisse zu erzielen, können Unternehmen auf effektive Weise qualitativ hochwertige Produkte liefern und Fehler minimieren. Von der Fertigung bis hin zum Dienstleistungssektor ist das Verständnis und die effektive Nutzung der Prozessfähigkeitsanalyse von entscheidender Bedeutung, wenn es darum geht, kontinuierliche Verbesserungen voranzutreiben, die Kundenzufriedenheit zu steigern und letztendlich in der dynamischen Geschäftswelt von heute nachhaltigen Erfolg zu erzielen.

Woran liegt es also, dass so viele Nutzer dieser Kennzahlen sie nicht richtig verwenden oder interpretieren? Lassen Sie uns einige wichtige Überlegungen anstellen, die bei der Meldung und Interpretation des Cpk- oder Ppk-Wertes oft übersehen werden.

Überlegung 1: Ist Ihr Prozess stabil?

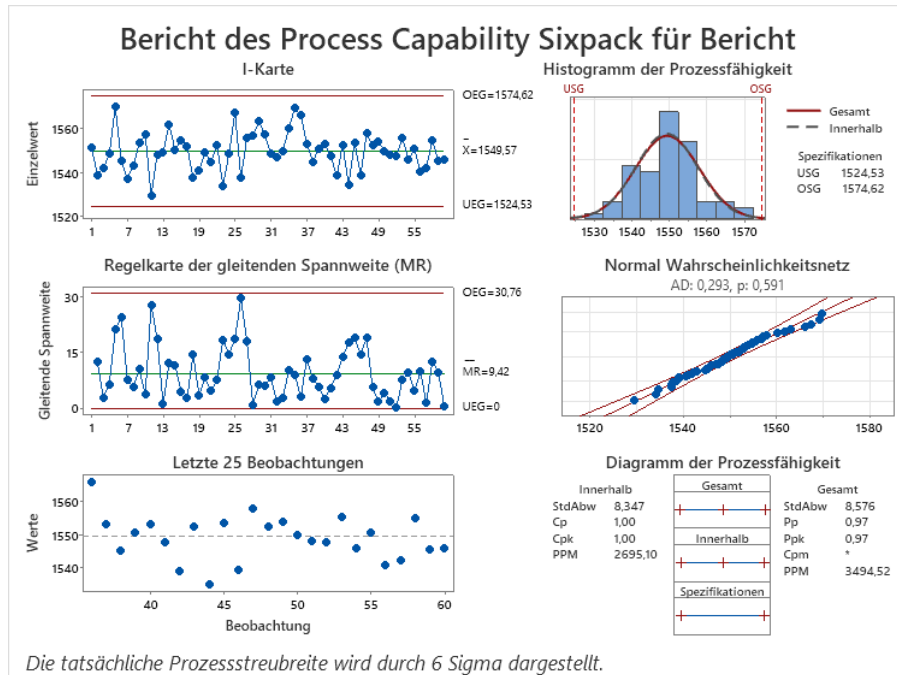
Zwar müssen wir Produkte auf den Markt bringen, doch die erfolgreichsten Unternehmen treten einen Schritt zurück und überwachen ihre Prozesse, um sicherzustellen, dass sie überhaupt stabil sind. Die Sicherstellung eines stabilen Prozesses ist aus zwei Gründen wichtig für die Prozessfähigkeit:

1. Der Fokus auf Prozessstabilität vermindert zwangsläufig die Schwankung in den Prozessen, was wiederum die Prozessfähigkeit erhöht.
2. Wenn der Prozess nicht stabil ist, wie kann man dann überhaupt feststellen, ob der Prozess funktioniert? Anders ausgedrückt lautet die Frage: Prozessfähig wenn? Wenn sich der Prozess verschiebt, wissen wir wirklich nicht, ob er zum Zeitpunkt der Lieferung an einen bestimmten Kunden das erforderliche Produkt erzeugen konnte.

Ein Getränkehersteller überwacht zum Beispiel die Füllgewichte in einem Abfüllprozess. Die Füllgewichte müssen zwischen 1500 und 1600 Gramm liegen. Das Capability Sixpack von Minitab Statistical Software bietet einen schnellen Überblick über die Prozessfähigkeit und -stabilität. (Wählen **Sie Statistik > Qualitätswerkzeuge > Capability Sixpack > Normal aus.**)

Profi-Tipp: Da Ihre Daten nicht in Untergruppen erhoben wurden, verwenden Sie beim Ausfüllen des Dialogfelds eine Untergruppengröße von 1.

Aus der sich daraus ergebenden grafischen Darstellung unten können wir schließen, dass dieser Prozess stabil ist, da keine Werte außerhalb der roten Kontrollgrenzen liegen und keine zusätzlichen Warnungen für Abweichungen mit besonderer Ursache im I-Diagramm oder im Moving Range-Diagramm erscheinen.



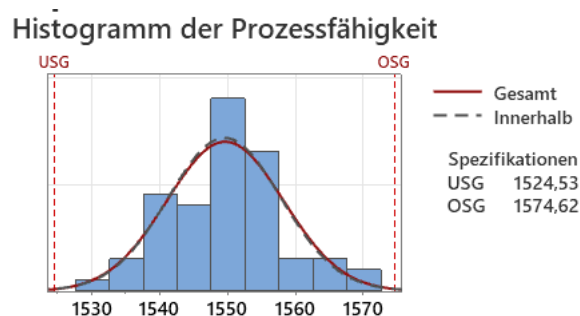
Wenn andererseits Warnhinweise auf dem I-Diagramm oder dem Moving-Range-Diagramm darauf hinweisen, dass sich der Prozessmittelwert oder die Abweichung verschiebt, wäre es am besten, die Ursache für diese Verschiebung zu ermitteln.

Glücklicherweise ist dies nicht der Fall, und wir können mit unserer nächsten Überlegung fortfahren.

Überlegung 2: Ist Ihr Prozess normal?

Sie werden vielleicht sagen, dass Ihr Prozess natürlich normal ist. Es läuft so wie gewohnt. Wenn wir aber von einem normalen Prozess sprechen, beziehen wir uns eigentlich auf die Form der Messungen, die aus Ihrem Prozess resultieren.

Messungen wie das Füllgewicht folgen oft einem normalen oder glockenartigen Muster, da die Flaschen automatisch von einer Maschine befüllt werden, die dazu neigt, sich gleichmäßig zu verhalten. Die sich daraus ergebenden Füllgewichte sind um einen bestimmten Wert, den Mittelwert, zentriert und verlaufen dann sowohl auf der unteren als auch auf der oberen Seite des Mittelwerts auf die gleiche Weise. Aus dem vorherigen Capability Sixpack können Sie anhand des Histogramms erkennen, dass die Füllgewichte relativ glockenförmig sind.



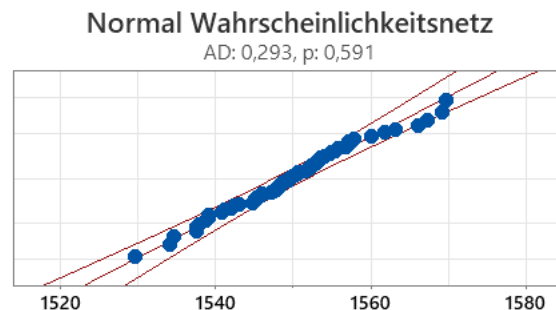
So weit, so gut. Aber je mehr wir unsere analytischen Kenntnisse verbessern, desto mehr erkennen wir, dass es oft sinnvoll ist, alle Schlussfolgerungen, die wir aus einer Visualisierung ziehen, mit einem Hypothesentest zu verknüpfen. Dies führt zu unserer dritten Überlegung.

Überlegung 3: Gibt es Belege dafür, dass keine Normalität vorliegt?

Um von der visuellen Überprüfung der Normalität zu einem komplexeren statistischen Ansatz überzugehen, können wir den Anderson-Darling-Test verwenden. Der Anderson-Darling-Test vergleicht die vorhandene Datenstichprobe mit einer bekannten Verteilung, z. B. der Normalverteilung. Die Hypothesen für den Anderson-Darling-Test lauten wie folgt:

- H0: Daten stammen aus einer normalverteilten Grundgesamtheit
H1: Daten stammen nicht aus einer normalverteilten Grundgesamtheit

Um den Anderson-Darling-Test zu verstehen, können wir zur nächsten Grafik in unserem Capability Sixpack übergehen – dem unten gezeigten Wahrscheinlichkeitsnetz. Die Gitterlinien, die den Hintergrund des Diagramms bilden, sind in vertikaler Richtung nicht gleichmäßig angeordnet. Stattdessen werden diese Gitternetzlinien so angepasst, dass sie eine Normalverteilung widerspiegeln, die in der Mitte mehr Raum für Beobachtungen und am oberen und unteren Ende weniger Raum für Beobachtungen vorsieht. Für die blauen Punkte im Diagramm wird keine Verteilung angenommen, aber wenn die im Raster widergespiegelte Verteilung angemessen ist, fallen die Punkte in eine relativ gerade Linie, wie es hier der Fall ist. Darüber hinaus ist der p-Wert von $p = 0,591$ größer als der Standard-Benchmark von $\alpha = 0,05$ für die Zurückweisung der Nullhypothese. Es spricht also nichts dagegen, dass die Daten aus einer normalverteilten Grundgesamtheit stammen.



Bei diesen Daten können wir so vorgehen, als ob die Daten aus einer normalverteilten Grundgesamtheit stammen. Dies führt uns zu der nächsten Überlegung.

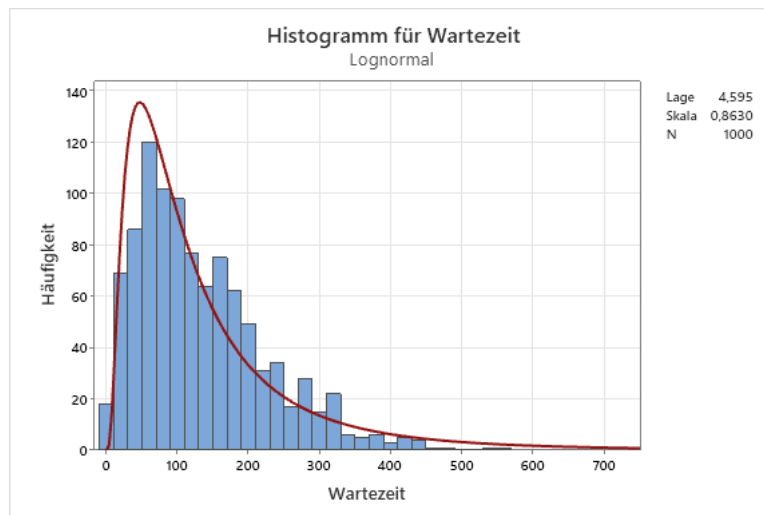
Überlegung 4: Haben Sie nachgewiesen, dass die Daten normal sind?

Ein Hypothesentest und ein p-Wert können zwar sehr hilfreich sein, um eine Verteilung als die richtige für die vorliegenden Daten auszuschließen, sie beweisen jedoch nichts. Kennen Sie die Aussage „Unschuldig bis die Schuld bewiesen ist?“ Bei Anderson-Darling-Tests gehen wir davon aus, dass die getestete Verteilung die richtige ist, und suchen nach Beweisen die dagegen sprechen. Wenn also unser Anderson-Darling-Test einen p-Wert von mehr als 0,05 ergibt, haben wir nichts bewiesen; wir haben einfach nicht genügend Beweise dafür gefunden, dass diese Verteilung die Grundgesamtheit widerspiegelt, aus der unsere Stichprobe stammt.

Der Anderson-Darling-Test ist nicht nur für die Normalverteilung, sondern auch für andere Verteilungen verfügbar. Da die Nullhypothese für diesen Test immer besagt, dass die Stichprobendaten aus einer Grundgesamtheit stammen, die dieser bestimmten Verteilung folgt, können wir oft davon ausgehen, dass mehrere verschiedene Verteilungen in Frage kommen. Mit anderen Worten können wir den p-Wert aus dem Anderson-Darling-Test verwenden, um Verteilungen auszuschließen, aber wir können diesen p-Wert nicht verwenden, um nachzuweisen, dass eine Verteilung die richtige ist. Diese Problematik führt uns zur nächsten Überlegung.

Überlegung 5: Was geschieht, wenn meine Daten nicht normal sind?

Es gibt mehrere Gründe dafür, dass der Anderson-Darling-Normalitätstest einen p-Wert kleiner als 0,05 ergibt. Der logischste (und häufigste) Grund ist, dass Ihre Daten aus einer Grundgesamtheit stammen, die nicht einem glockenförmigen Muster folgt. Zum Beispiel enthalten Wartezeitdaten häufig eine Handvoll extrem langer Zeiten und folgen möglicherweise einem Muster, wie Sie es im untenstehenden Histogramm sehen.



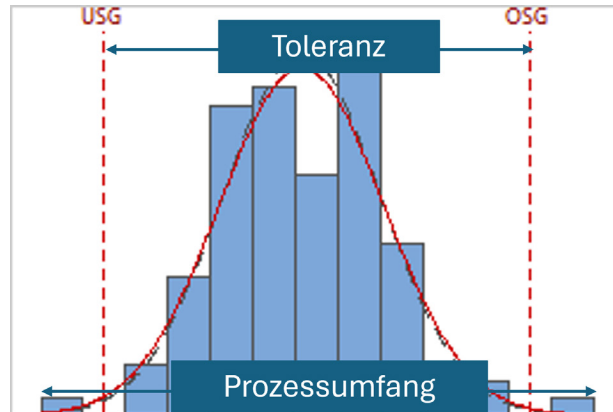
Die Nichtnormalität in den Daten ist kein Problem. Die Minitab Statistical Software verfügt über mehrere andere Verteilungen, wie z. B. die oben angezeigte lognormale Verteilung, die Sie zur Einschätzung Ihrer Prozessfähigkeit verwenden können. Dies führt uns zu der nächsten Überlegung.

Überlegung 6: Warum ist Nichtnormalität wichtig?

Es hat sich herausgestellt, dass die Normalitätsannahme für viele Situationen in der Statistik gar nicht so wichtig ist. Leider stellt die Fähigkeitsanalyse keine dieser Situationen dar. Normalität ist keine wichtige Annahme für Techniken, die Mittelwertunterschiede einbeziehen, wie z. B. t-Tests oder ANOVA, denn wenn man die Mittelwerte einzelner Datenpunkte aus nicht-normalen Populationen sammelt, folgen diese Mittelwerte schließlich einer Normalverteilung.

Wenn wir hingegen die Fähigkeit eines Prozesses bestimmen wollen, innerhalb der Spezifikationsgrenzen zu liegen, liegt der Schwerpunkt auf den einzelnen Beobachtungen, die auf Randbereiche der Verteilung fallen, nicht auf die Mittelwerte. Einfach ausgedrückt ist die Prozessfähigkeit das Verhältnis der Toleranz zur Prozessstreuung. Um die Streuung eines Prozesses zu messen, müssen wir die Verteilung oder Form der

Grundgesamtheit kennen, aus der die Daten entnommen wurden.



Bei der Schätzung der Prozessfähigkeit für Situationen wie die Wartezeit von Patienten oder die vielen anderen Fälle, in denen sich herausstellt, dass die eigenen Daten nicht normalverteilt sind, müssen wir über die herkömmlichen Prozessfähigkeitsschätzungen hinausgehen, die für Daten aus einer Normalverteilung erstellt wurden. Wir müssen auch darüber nachdenken, ob die Daten tatsächlich aus einer nicht normalen Grundgesamtheit stammen oder ob ein niedriger Anderson-Darling p-Wert auf etwas anderes zurückzuführen ist. Dies führt uns zum nächsten Punkt, der zu berücksichtigen ist.

Überlegung 7: Wie wirken sich Ausreißer auf die Verteilung aus?

Ausreißer oder Datenpunkte, die außerhalb des erwarteten Bereichs liegen, können erhebliche Auswirkungen darauf haben, wie gut eine Verteilung, unabhängig davon, ob sie normal ist oder nicht, passt. Wenn es extreme Ausreißer gibt, ist es wahrscheinlich, dass Ihr Anderson-Darling p-Wert für jede Verteilung, die Sie ausprobieren, unter dem Richtwert von 0,05 liegt, was bedeutet, dass keine Verteilung die richtige Form für Ihren Prozess darstellt. In diesem Fall ist zunächst zu prüfen, was die Ausreißer verursacht hat.

Ist Ihr Prozess stabil? (Weitere Informationen finden Sie in Überlegung 1.) Wurde der Ausreißer durch etwas Erklärbares, aber nicht typisches verursacht, z. B. einen Messfehler? (Erwägen Sie, diesen Datenpunkt zu entfernen.) Oder ist der Ausreißer nur ein Teil der Daten? In diesem Fall könnte ein verteilungsfreier (nichtparametrischer) Ansatz der richtige Weg sein. Dies führt uns zu der nächsten Überlegung.

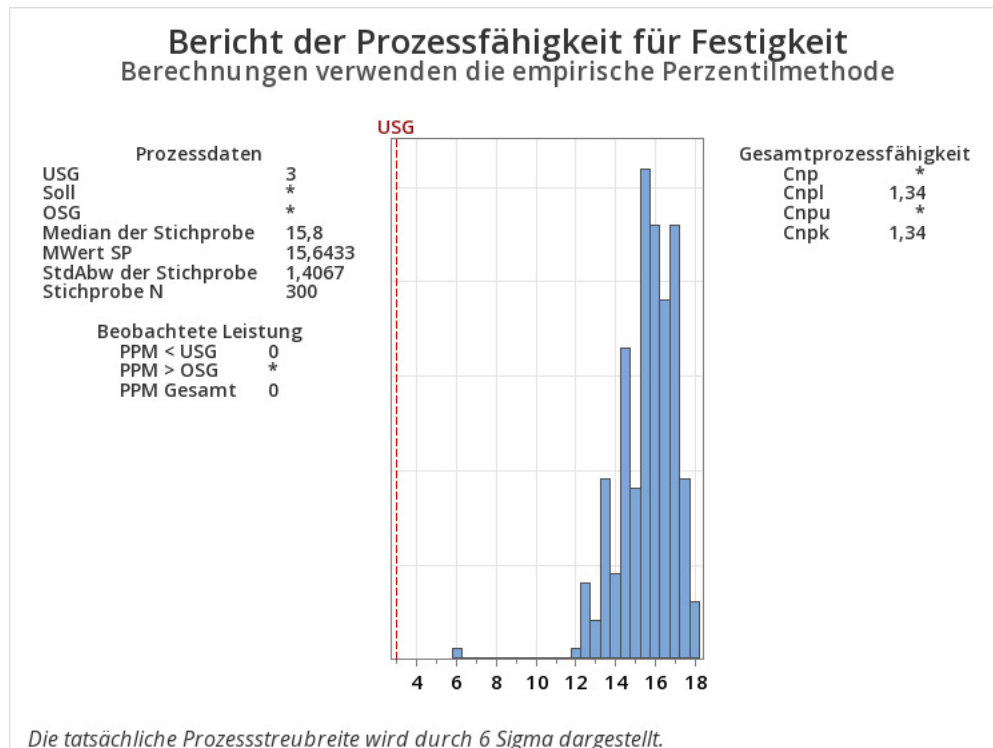
Überlegung 8: Muss ich eine Verteilung annehmen?

Die Annahme einer Verteilung ist bei statistischen Analysen üblich. Sie ermöglicht es uns, Lücken zu schließen und Annahmen darüber zu treffen, was an Orten vor sich geht, für die nur wenige oder gar keine Daten vorliegen. Es gibt jedoch Fälle, insbesondere bei extremen Ausreißern, in denen ein verteilungsfreier Ansatz die beste Option sein kann. Eine Besonderheit gibt es allerdings: Für einen verteilungsfreien Ansatz sind mehr Daten erforderlich, da man genügend Daten, idealerweise einige hundert Datenpunkte, benötigt, um ein gutes Bild der Grundgesamtheit zu erhalten.

So muss beispielsweise ein Medizintechnikunternehmen sicherstellen, dass die in einem Sauerstoffgerät verwendeten Schläuche eine bestimmte Festigkeitsspezifikation erfüllen können. Beim Testen an Stichproben dieses Schlauchs brach jedoch unerwartet eine Probe mit geringerer Belastung. In diesem Fall liegt der Ausreißer immer noch oberhalb der unteren Spezifikationsgrenze, was jedoch bei der Suche nach

einer geeigneten Verteilung ein Problem darstellt.

Glücklicherweise bietet die Minitab Statistical Software jetzt eine nichtparametrische Prozessfähigkeitsanalyse (Wählen Sie Statistik > Qualitätswerkzeuge > Prozessfähigkeitsanalyse > Nichtparametrisch). In den nachstehenden Ergebnissen beträgt die nichtparametrische Prozessfähigkeitsstatistik Cnpk 1,34 und liegt damit über dem üblichen Prozessfähigkeitsrichtwert von 1,33. Ohne eine Verteilung annehmen zu müssen, können wir schlussfolgern, dass unser Prozess auch mit dem Ausreißer funktioniert.



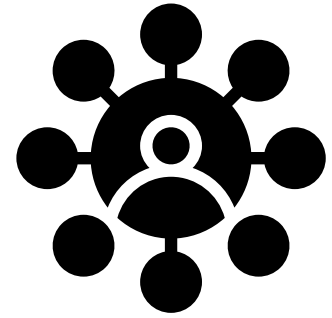
Wie Sie sehen, ist es sehr vorteilhaft, einen verteilungsfreien Ansatz in petto zu haben. Aber wie soll man sich bei all den Möglichkeiten, die jetzt zur Verfügung stehen, entscheiden? Dies führt zu unserer nächsten Überlegung.

Überlegung 9: Welchen Ansatz sollte ich wählen?

Es gibt drei allgemeine Ansätze für den Umgang mit nicht-normalen Daten bei der Schätzung der Prozessfähigkeit. Wir können:

- eine nicht-normale Verteilung, z. B. die lognormale oder Weibull-Verteilung, verwenden.
- eine Funktion der Daten verwenden, wie zum Beispiel den Logarithmus der Daten, damit die Daten in den langen Endpunkten des Histogramms weniger extrem und somit glockenförmiger oder normaler ausfallen.
- einen Ansatz verwenden, der keine angenommene Verteilung erfordert.

Minitab Statistical Software bietet alle diese Ansätze, einschließlich eines Tools zur Bestimmung von Verteilungen, das Sie bei der Auswahl einer geeigneten Verteilung oder Transformation unterstützt. (Wählen Sie **Statistik > Qualitätswerkzeuge > Bestimmung der individuellen Verteilung**.) Diese bewährten Ansätze eignen sich hervorragend für Fälle, in denen Sie genau wissen, wie Sie die Nichtnormalität in Ihren Daten behandeln wollen. Wenn Sie jedoch nicht sicher sind, wo Sie anfangen sollen, oder wenn Sie all diese Informationen ein wenig überwältigend finden, möchte ich auf eine letzte Überlegung hinweisen.



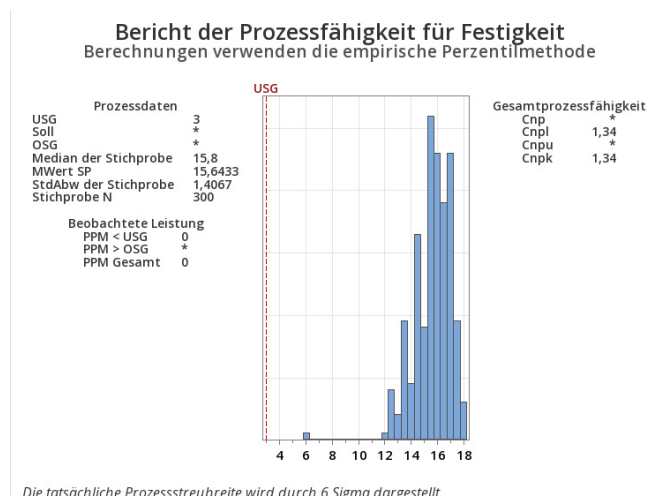
Überlegung 10: Kontextspezifische KI entscheiden lassen

Die neue automatisierte Prozessfähigkeitsanalyse der Minitab Statistical Software nutzt die aus langjähriger Erfahrung im Qualitätsmarkt gewonnenen Informationen, um einen automatisierten Ansatz zur Bereitstellung der genauesten Prozessfähigkeitsstatistik durch regelbasierte künstliche Intelligenz auf der Grundlage Ihrer Daten bereitzustellen.

So muss beispielsweise ein pharmazeutisches Unternehmen die Fähigkeit seines Verfahrens einschätzen, Tablettenfläschchen mit minimalem Luftaustritt zu versiegeln. Mit einer Dichtheitsprüfmaschine wird die Undichtigkeit an einer Probe dieser Flaschen gemessen. Mit der automatisierten Prozessfähigkeitsanalyse ermittelt die Minitab Statistical Software eine angemessene Prozessfähigkeitsschätzung für diese Daten, wobei alle hier genannten Aspekte berücksichtigt werden. (Wählen Sie **Statistik > Qualitätswerkzeuge > Prozessfähigkeitsanalyse > Automatisiert aus**)

Und die Ergebnisse sind da! Die Routine beginnt mit der Normalverteilung, und wenn diese passt, sind wir fertig. (Warum sollten wir unnötig nach Problemen suchen?) Im Fall der Leckagedaten durchlief die Routine verschiedene Verteilungen, von häufigeren zu weniger häufigen, und schließlich ergab sich eine, die gut passt.

Aus der Grafik unten sehen wir, dass dieser Prozess nicht funktioniert. Damit ein Prozess als fähig betrachtet werden kann, muss Ppk deutlich über 1,0 liegen, normalerweise 1,33 oder 1,5. Der ppk-Wert von 0,71 weist darauf hin, dass die erwartete Prozessstreuung etwas größer als die Toleranz ist und wir eine Fehlerrate von ca. 1,61 % erwarten können.



Die automatisierte Prozessfähigkeitsanalyse der Minitab Statistical Software folgte einer Reihe von Regeln, die ein Statistiker wahrscheinlich befolgen würde, um diese Daten zu analysieren. Wenn Sie jedoch aufgrund Ihres Fachwissens der Meinung sind, dass ein anderer Ansatz, z. B. eine Transformation, für Ihre Situation besser geeignet ist, klicken Sie einfach auf die Schaltfläche **Alternative Methode** auswählen direkt in den Ergebnissen und wählen Sie die Methode Ihrer Wahl.

Schlussbemerkung

Von den Lebensmitteln, die wir essen, über die medizinischen Geräte, die wir benutzen, bis hin zur Gesundheitsfürsorge, die wir in Anspruch nehmen, sind wir alle von den Entscheidungen betroffen, die im Hinblick darauf getroffen werden, ob ein Produkt unseren Anforderungen gerecht werden kann. Ein gut durchdachter Ansatz für die Prozessfähigkeitsanalyse ist entscheidend für die Bereitstellung hochwertiger Produkte. Ganz gleich, ob Sie selbst das Steuer in die Hand nehmen, die KI für sich entscheiden lassen oder eine Kombination aus beidem nutzen möchten - Minitab Statistical Software bietet alles, was Sie brauchen!



Minitab 

Beschleunigen Sie Ihre digitale Transformation

Kostenlose Demoversion herunterladen
[minitab.com](https://www.minitab.com)