

## Voraussetzung und verwandte Themen

Für diese Beschreibungen sind Grundlagen der Statistik und insbesondere der statistischen Verteilungen vorteilhaft. Weiterführende Themen sind:

[www.versuchsmethoden.de/Normalverteilung.pdf](http://www.versuchsmethoden.de/Normalverteilung.pdf)

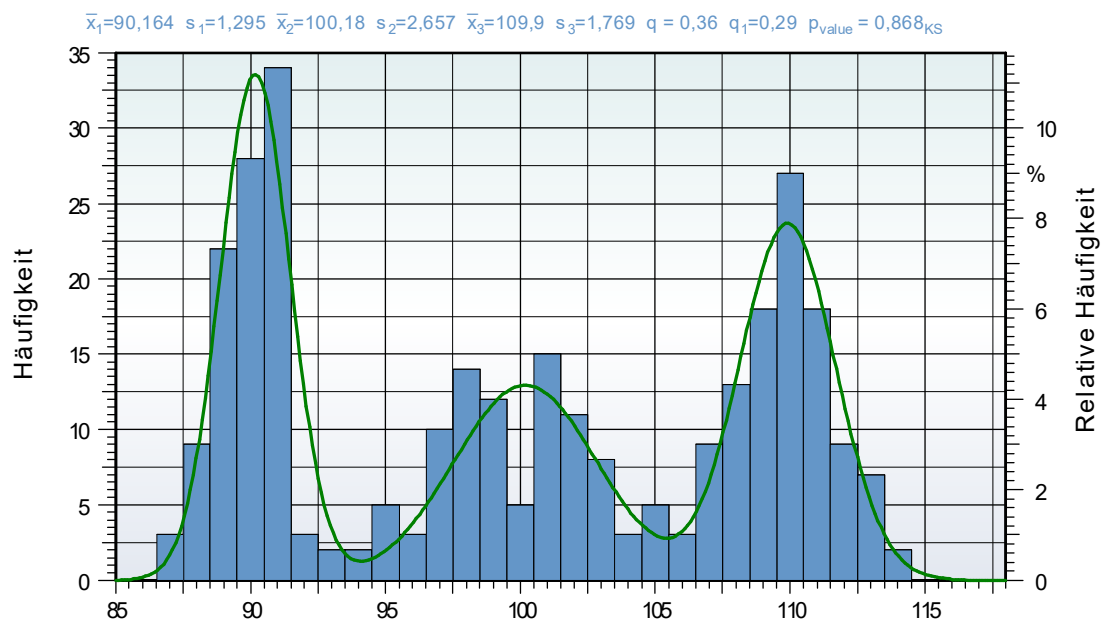
[www.versuchsmethoden.de/Weibull-Analysen.pdf](http://www.versuchsmethoden.de/Weibull-Analysen.pdf)

[www.versuchsmethoden.de/Verteilungstests.pdf](http://www.versuchsmethoden.de/Verteilungstests.pdf)

[www.versuchsmethoden.de/Prozessfähigkeit.pdf](http://www.versuchsmethoden.de/Prozessfähigkeit.pdf)

## Einführung

Überlagern sich verschiedene Verteilungen, so reicht eine Verteilungsform nicht mehr aus die Datenlage zu beschreiben, man spricht dann von einer Mischverteilung. Im Falle einer 2-fach Mischverteilung nennt man diese auch bimodal. Häufige Ursachen sind etwa Fertigungschargen mit unterschiedlichen Mittelwerten, die vermengt sind. Letztlich sind beliebig viele Vermengungen möglich. Folgende Darstellung zeigt eine Mischverteilung mit mindestens 3 Fertigungschargen.



Geht es um Lebensdaueruntersuchungen, so ist es möglich, dass unterschiedliche Schädigungsgründe vorliegen (konkurrierende oder alternative Ausfallmechanismen).

## Ziel und Nutzen

Mischverteilungen sind insbesondere bei der Bestimmung einer Prozessfähigkeit anzutreffen. Durch die Anwendung von Mischverteilungen erhält man meist eine bessere Prozessfähigkeit, auch wenn man dann nicht mehr von einem stabilen Prozess redet. Insgesamt ist die Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten mit der Mischverteilung exakter, denn es gibt immer mehr oder weniger „Unregelmäßigkeiten“. Allerdings sollte man die Mischverteilung nur anwenden, wenn der Test auf die erwartete Verteilung abgelehnt wird.

## Grundlagen

### Mehrparametrische Normalverteilung

#### 4-parametrische Normalverteilung

Die 4-parametrische Normalverteilung wird z.B. für konkurrierende Bruchursachen angewendet. Beispielsweise ist die eine Bruchursache ein Lunker und die andere eine Kerbwirkung an der Oberfläche. Die Versuche sind dabei in der Regel statisch, z.B. Biege- oder Zugversuche mit  $x$  = Kraft. Hier werden die kumulativen Verteilungsfunktionen zweier Normalverteilungen mit ihrem jeweiligen Mittelwert und der Standardabweichung miteinander kombiniert:

$$H(t) = \Phi_{x; \bar{x}_1; s_1} + \Phi_{x; \bar{x}_2; s_2} - \Phi_{x; \bar{x}_1; s_1} \cdot \Phi_{x; \bar{x}_2; s_2}$$

mit  $\Phi_{x; \bar{x}; s}$  Verteilungsfunktion der Normalverteilung

Das Produkt beider Verteilungen wird nochmal abgezogen, da hier davon ausgegangen wird, dass nicht beide Bruchursachen gleichzeitig auftreten.

#### 5-parametrische Normalverteilung

Eine bimodale Verteilung mit alternativen Ausfallursachen liegt vor, wenn in einer Stichprobe z.B. zwei Chargen mit verschiedenen Versagensmechanismen vermischt vorliegen. Unter Belastung versagt jede Einheit nach ihrem jeweilig eigenen Mechanismus. Der Anteil der Charge 1 und 2 ist über  $q$  bzw.  $1-q$  definiert:

$$H(t) = q \Phi_{x; \bar{x}_1; s_1} + (1 - q) \Phi_{x; \bar{x}_2; s_2}$$

mit  $\Phi_{x; \bar{x}; s}$  Verteilungsfunktion der Normalverteilung

Wie bei der 4-parametrischen Normalverteilung sind hier die Versuche in der Regel statisch, z.B. Biege- oder Zugversuche mit  $x$  = Kraft.

Die 4 oder 5 Parameter müssen iterativ gelöst werden. Es besteht die Möglichkeit nach bekannter Methode der kleinsten Abweichungsquadrate zu optimieren, oder nach der Max-Likelihood-Methode. Dabei wird die jeweilige Dichtfunktion partiell nach den Parametern abgeleitet und zu 0 gesetzt. Die dabei entstehenden Formeln sind sehr komplex. Alternativ kann man numerisch für alle Ausfallpunkte  $x_i$  das Maximum  $\prod h_{(x_i)}$  für Variationen der Parameter suchen. Man lässt zunächst den ersten Parameter  $\bar{x}_1$  einem zu erwartenden Bereich durchlaufen und merkt sich die Stelle mit dem größten Wert für  $\prod h_{(x_i)}$ . Danach folgen die anderen Parameter. Diesen Vorgang muss man iterativ solange wiederholen, bis sich die Parameter nicht mehr wesentlich ändern. Als Startbedingung der Iteration verwendet man eine abschnittsweise Aufteilung in zwei Geradenabschnitte mit zwei 2-parametrischen Verteilungen (jeweils vordere und hintere Hälfte).

Die für das Produkt  $\prod h_{(x_i)}$  notwendigen Dichtfunktionen sind im folgendem dargestellt:

Wahrscheinlichkeitsdichtfunktion **4-parametrisch Normal:**

$$h_{(t)} = (1 - \Phi_{x; \bar{x}_1; s_1}) \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi} s_2} \cdot e^{-\left(\frac{(x-\bar{x}_2)^2}{2s_2^2}\right)} \right) + (1 - \Phi_{x; \bar{x}_2; s_2}) \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi} s_1} \cdot e^{-\left(\frac{(x-\bar{x}_1)^2}{2s_1^2}\right)} \right)$$

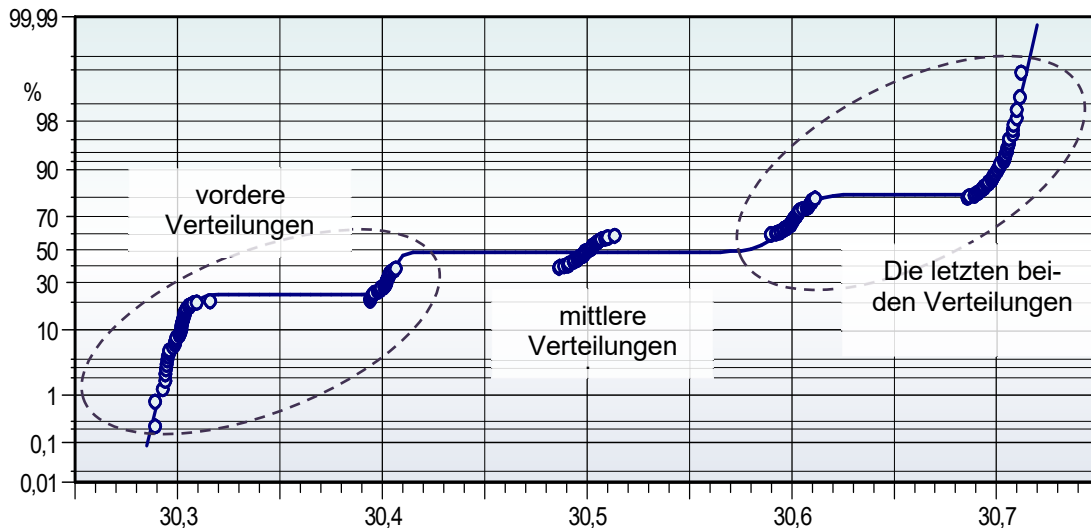
# Mischverteilung

Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion **5-parametrig Normal**:

$$h_{(t)} = q \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi} s_1} \cdot e^{-\left(\frac{(x-\bar{x}_1)^2}{2s_1^2}\right)} \right) + (1-q) \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi} s_2} \cdot e^{-\left(\frac{(x-\bar{x}_2)^2}{2s_2^2}\right)} \right)$$

Die Erweiterung auf eine 3-fach Mischverteilung ergibt eine 8-parametrig Normalverteilung usw. Da die Berechnung der Parameter iterativ erfolgen muss, wird spätestens die Berechnung einer 5-fach Mischverteilung problematisch. In der Produktion mit vielen Formnestern oder parallelen Fertigungsanlagen kann diese jedoch vorkommen. Es wird hier deshalb vorgeschlagen ab mehr als 4 Verteilungen nur die Randbereiche zu betrachten. Dies ist insbesondere für die Prozessfähigkeit von Bedeutung bezüglich der Toleranzgrenzen:

$\bar{x}_1=30,302$   $s_1=0,006324$   $\bar{x}_2=30,405$   $s_2=0,004244$   $\bar{x}_3=30,597$   $s_3=0,01048$   $\bar{x}_4=30,701$   $s_4=0,00592$   $q=0,24$   $q_1=0,25$   $q_2=0,32$   $R^2 = 0,993$



## Mehrparametrische Weibull-Verteilungen 4- und 5-parametrische Weibull-Verteilung

Auch bei Weibull-Verteilung gibt es Mischverteilungen. Weibull wird in der Regel für Lebensdauerfragen angewendet. Im Gegensatz zu statischen Versuchen, für die die Normalverteilung zu Grunde zu legen ist, werden hier dynamische Versuche untersucht, z.B. Biegewechseltests. Die Mischverteilung entsteht hier durch verschiedene Ausfallursachen. Für den Fall von zwei Ausfallursachen spricht man auch hier von sogenannten bimodalen Verteilungen. Man unterscheidet:

1. Konkurrierende Ausfallmechanismen
2. Alternative Ausfallmechanismen

Man geht von konkurrierenden Ausfallmechanismen aus, wenn z.B. in einer Komponente unterschiedliche Bauteile defekt sind. Das Verhalten ist analog zum Prinzip des „schwächsten Gliedes in der Kette“ mit den Ausfällen am Anfang. Die Defekte des zweiten Bauteils kommen deutlich später. Oft handelt es sich bei dem ersten Abschnitt um Frühausfälle, also um Qualitätsprobleme durch die Fertigung. Konkurrierende Ausfallmechanismen werden durch die 4-parametrische Weibull-Verteilung beschrieben:

# Mischverteilung

## 4-parametrische Weibull-Verteilung (konkurrierend Ausfallmechanismen)

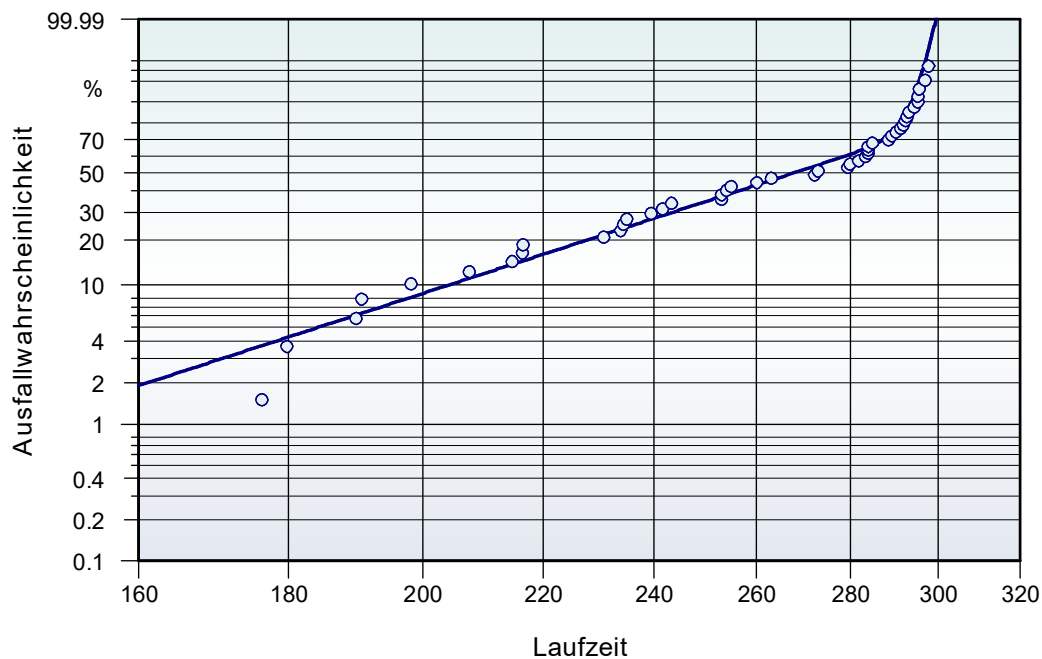
Die entsprechende Variante in der Weibull-Verteilung ergibt:

$$H(t) = \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_1}\right)^{b_1}}\right) + \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_2}\right)^{b_2}}\right) - \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_1}\right)^{b_1}}\right) \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_2}\right)^{b_2}}\right)$$

Für sprödbrechende Materialien (Gläser, Keramiken, etc.) leitet sich die Weibull-Verteilung aus der Theorie der minimalen Extremwert-Verteilungen ab (Analogie: Schwächstes Glied in einer Kette). Ein anderer Sachverhalt ist z.B. der Ausfall unterschiedlicher Bauteile innerhalb eines Systems oder einer Komponente.

Im folgenden Beispiel gibt es einen eindeutigen Knick zu einer steileren Steigung im hinteren Bereich. Aufgrund des zunächst fast geraden Anfangsverlaufes kann die 3-parametrische Weibull-Verteilung die Punkte nicht ausreichend erfassen. Das spricht für eine eindeutige Mischverteilung.

$$T_1 = 283,4743 \quad b_1 = 6,99 \quad T_2 = 294,9062 \quad b_2 = 107$$
$$H = 100\% \cdot \left[ 1 - e^{-\left(\frac{t}{T_1}\right)^{b_1}} + 1 - e^{-\left(\frac{t}{T_2}\right)^{b_2}} - \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_1}\right)^{b_1}}\right) \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_2}\right)^{b_2}}\right) \right]$$
$$R^2 = 0,98$$



## 5-parametrische Weibull-Verteilung (alternative Ausfallmechanismen)

Von alternativen Ausfallmechanismen spricht man, wenn z.B. ein und dasselbe Bauteil evtl. sogar mit einem Schadensbild ausfällt, aber die Ursache hierfür unterschiedlich sein kann. Beispiel: Ein Kunststoffring in einer Kraftübertragung bricht, weil eine Gummientkopplung zu steif ist, um die Kräfte zu dämpfen, oder weil er thermisch überbeansprucht wird. Oft lässt sich nicht klar bestimmen, ob nicht auch durch unterschiedliche Anwendungen, das Bauteil unterschiedlich belastet wird (Kundenverhalten).

Alternative Ausfallmechanismen werden durch die 5-parametrische Weibull-Verteilung beschrieben, die die klassische Form einer Mischverteilung darstellt:

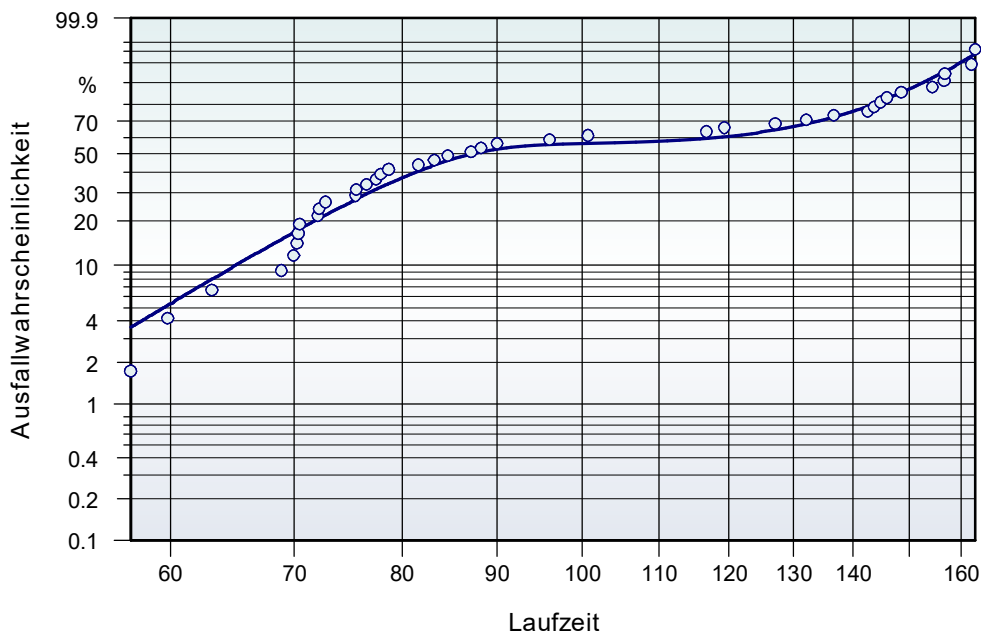
# Mischverteilung

$$H_{(t)} = q \left( 1 - e^{-\left(\frac{t}{T_1}\right)^{b_1}} \right) + (1 - q) \left( 1 - e^{-\left(\frac{t}{T_2}\right)^{b_2}} \right)$$

$q$  : relativer Anteil der jeweiligen Verteilung 0..1

Im folgenden Beispiel gibt es einen eindeutigen Wechsel von einer Rechts- auf eine Linkskrümmung. Dies ist ein klares Indiz für eine Mischverteilung. Die ersten 3 Punkte fallen aus der vorderen Gruppe zudem etwas ab (3. Ausfallursache, z.B. wegen einer Vorschädigung).

$$T_1 = 80,10589 \quad b_1 = 8,42 \quad T_2 = 147,7359 \quad b_2 = 10,4 \quad q = 0,552$$
$$H = 100\% \cdot \left[ q \cdot \left( 1 - e^{-\left(\frac{t}{T_1}\right)^{b_1}} \right) + (1 - q) \cdot \left( 1 - e^{-\left(\frac{t}{T_2}\right)^{b_2}} \right) \right]$$
$$R^2 = 0,988$$



Das Prinzip der 5-parametrischen Verteilung kann auch auf 8 Parameter erweitert werden und man erhält eine 3-fach Mischverteilung.

Ungeachtet der Frage nach konkurrierenden oder alternativen Ausfallursachen wird man sich bei nicht bekanntem Sachverhalt auf Basis des Bestimmtheitsmaßes für die 4- oder 5-parametrische Form entscheiden. Auch die statistischen Tests können Hilfestellung für die Auswahl der einen oder anderen Verteilung geben.

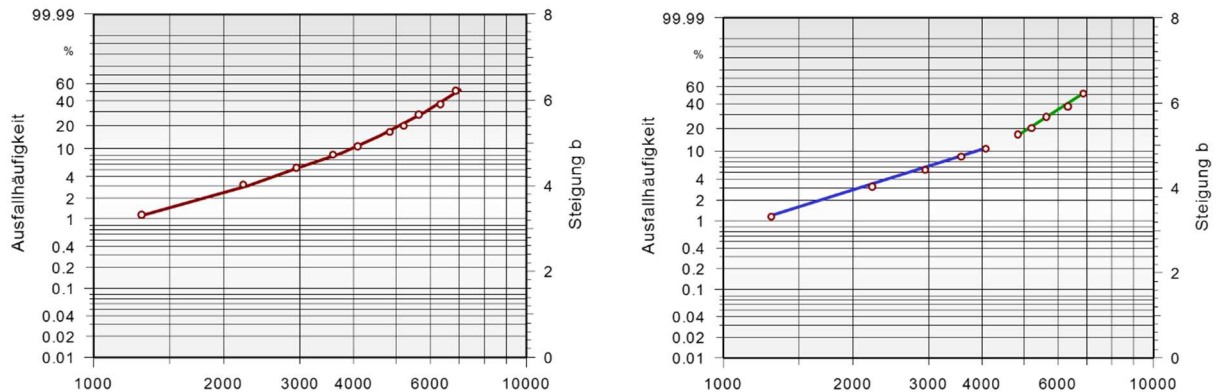
Die Parameter der Weibull-Verteilungen ab 4 Parameter müssen iterativ gelöst werden. Es besteht die Möglichkeit nach bekannter Methode der kleinsten Abweichungsquadrate zu optimieren, oder nach der Max-Likelihood-Methode. Dabei wird die jeweilige Dichtfunktion partiell nach den Parametern abgeleitet und zu 0 gesetzt. Als Startbedingung der Iteration verwendet man eine abschnittsweise Aufteilung in zwei Geradenabschnitte mit zwei 2-parametrischen Verteilungen (jeweils vordere und hintere Hälfte).

## Vereinfachter Test auf Mischverteilung

Anstelle einer mehrparametrischen Weibull-Verteilung können vereinfacht die unterschiedlichen Verläufe aufgeteilt werden.

# Mischverteilung

In der linken Darstellung ist der ursprüngliche Verlauf zu sehen, der nicht einer Geraden entspricht. Im rechten Bild wurde der vordere und der hintere Bereich so aufgeteilt, dass die Teilgeraden jeweils ein möglichst maximales Bestimmtheitsmaß aufweisen.



Für den folgenden Test auf Mischverteilung wird zunächst eine Nullhypothese  $H_0$  definiert. Diese lautet: Die Ausfälle gehören einer gemeinsamen Weibull-Verteilung an (linkes Bild). Die Alternativhypothese  $H_1$  lautet entsprechend: Die Ausfälle gehören nicht einer gemeinsamen Weibull-Verteilung an (rechtes Bild). Ausgehend von  $H_0$  werden Vertrauensbereiche für die Gesamtgerade  $b_{ges}$  und  $T_{ges}$  gebildet.

$$T_{ges} = e^{\frac{\ln(T_1) + \ln(T_2)}{2}} \quad b_{ges} = (b_1 + b_2) / 2$$

Für den Parameter  $b$  ist z.B. folgender Vertrauensbereich anwendbar (Literatur Mock, Methoden zur Datenhandhabung in Zuverlässigkeitsanalysen):

$$b_{ges} \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{1,4}{n}}} \leq b \leq b_{ges} \left( 1 + \sqrt{\frac{1,4}{n}} \right)$$

Hinweis:  
 Faktor 1,4 gilt nur für  
 Vertrauensbereich 90%.  
 Andere Bereiche siehe  
 Tabelle rechts

Vertrauensb.	
90%	$1 + \sqrt{1,4/n}$
95%	$1 + \sqrt{2,0/n}$
99%	$1 + \sqrt{3,4/n}$

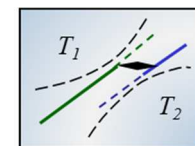
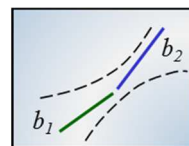
Für die charakteristische Lebensdauer  $T$  empfiehlt sich folgende Beziehung (Literatur Bertsche, Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau):

$$T_{ges} \left( \frac{2n}{\chi_{2n, 1-\alpha/2}^2} \right)^{1/b} \leq T \leq T_{ges} \left( \frac{2n}{\chi_{2n, \alpha/2}^2} \right)^{1/b}$$

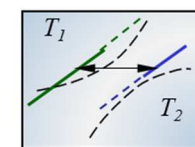
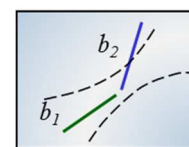
Vertrauensbereich 90%  $\Rightarrow \alpha = 10\%$   
 $\alpha/2 = 5\%$   
 $1 - \alpha/2 = 95\%$

Geprüft wird nun ob  $b_1$  und  $b_2$  bzw.  $T_1$  und  $T_2$  innerhalb der Vertrauensbereiche der Parameter der mittleren Verteilung liegen.

Ja :  $\Rightarrow$  Die Nullhypothese, dass Verteilungen gleich sind, wird nicht verworfen.

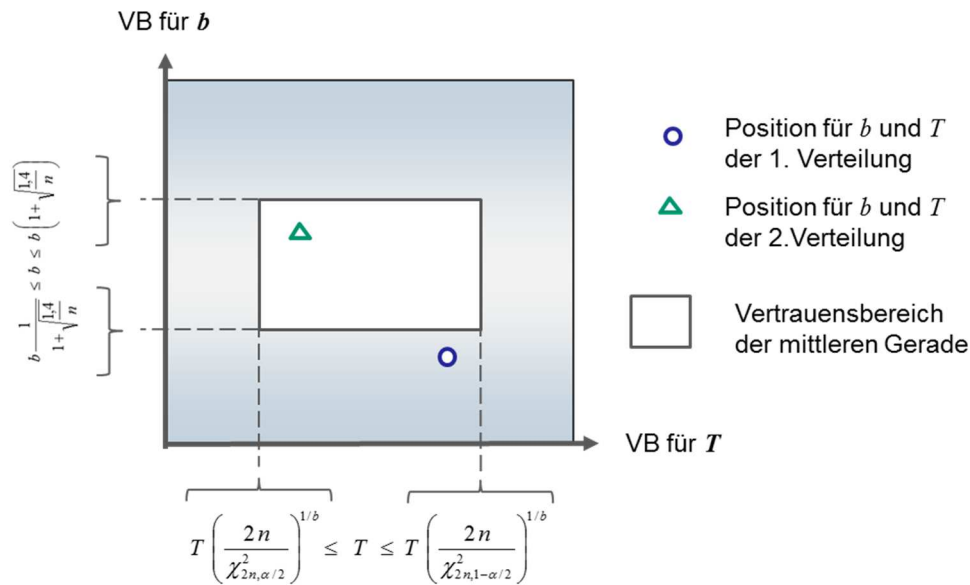


Nein :  $\Rightarrow$  Die Nullhypothese wird verworfen – Verteilungen sind unterschiedlich.  
 Hinweis: Es reicht aus, wenn  $b$  oder  $T$  außerhalb liegen.



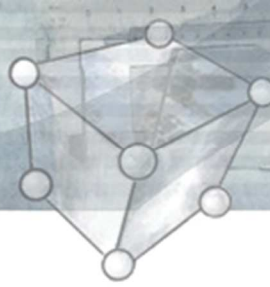
# Mischverteilung

In der folgenden Grafik lässt sich die Situation gesamthaft darstellen. In der Ordinate werden die Vertrauensbereiche des Formparameters aufgetragen, in der Abszisse die der charakteristischen Lebensdauer.



Um  $H_0$  bestätigen zu können, müssen beide Punkte der einzelnen Abschnitte innerhalb der Vertrauensgrenzen liegen. Die Steigung des ersten Abschnittes ist jedoch flacher, als die untere Vertrauensgrenze für  $b$ . Die Nullhypothese ist somit abzulehnen und man muss von einer Mischverteilung ausgehen.

Das gleiche Prinzip ist anwendbar für die Normalverteilung. Hier werden die Parameter Mittelwert und Standardabweichung anstelle von  $b$  und  $T$  getestet.



## Software – Literatur – Consulting – Schulungen

---



### Software

Unsere Software **Visual-XSel** ist ein leistungsfähiges Tool für alle wichtigen statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmethoden. Nicht umsonst ist diese Software in vielen großen Firmen im Einsatz – [crgraph.de/Referenzen](https://www.crgraph.de/Referenzen).



Weitere Informationen zum aktuellen Thema finden Sie auf den nächsten Seiten oder unter [crgraph.de/Versionen](https://www.crgraph.de/Versionen)

---



### Eigene Literatur

Unser **Taschenbuch der statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmethoden** beinhaltet weiterführende Themen, z.B. zu Systemanalysen, Weibull- und Zuverlässigkeitsmethoden, Versuchsplanung und Datenauswertung, sowie zur Mess-System-Analyse und Prozessfähigkeit.



Weitere Informationen finden Sie unter [crgraph.de/Literatur](https://www.crgraph.de/Literatur)

---



### Consulting & Schulungen & Six Sigma

Bei unseren Inhouse- oder Online-Schulungen wird die praxisnahe Anwendung von statistischen Methoden vermittelt. Wir haben über 20 Jahre Erfahrung, insbesondere in der Automobilindustrie und unterstützen Sie bei Ihren Problemstellungen, führen Auswertungen für Sie durch, oder erstellen firmenspezifische Auswertevorlagen.



Weitere Informationen finden Sie unter [crgraph.de/Schulungen](https://www.crgraph.de/Schulungen)

---



### Hotline

Haben Sie noch Fragen, oder Anregungen? Wir stehen Ihnen gerne zur Verfügung:

Tel. +49 (0)8151-9193638

e-mail: [info@crgraph.de](mailto:info@crgraph.de)

Besuchen Sie uns auf unserer Home-Page: [www.crgraph.de](https://www.crgraph.de)



# Mischverteilung

## Anwendung in Visual-XSel 14.0 / 15.0

www.crgraph.de

Als Beispiel für die Darstellung einer Mischverteilung wird hier ein Histogramm gezeigt. Alternativ kann das Wahrscheinlichkeitsnetz (Normal-Vertl.) oder die Weibull-Verteilung gewählt werden. Letztere ist für Lebensdaueruntersuchungen zu verwenden.

The screenshot displays the Visual-XSel 14.0 software interface. The main window shows a spreadsheet with data in column A, rows 2 to 11. The data values are: 30,0414, 30,041, 30,0451, 30,0465, 30,0401, 30,039, 30,0387, 30,0432, 30,0462, and 30,0414. The 'Diagramm' menu is open, showing various chart types. The 'Histogramm' option is selected. The 'Häufigkeitsverteilung' dialog box is open, showing the '3-fach Mischverteilung' selected in the distribution type dropdown. The '2-fach Mischverteilung' option is highlighted in red. The 'Darstellung' section shows 'Standard' selected. The 'Limits' section shows '30' and '30,1' entered. The 'Überschreitungsanteil' section shows 'über Funktion berechnen' selected. The 'Verteilungstest' section shows 'Anderson-Darling' selected. The 'P-value' is displayed as <math>P\_{value} < 0,05</math>, indicating that the data do not correspond to the selected distribution.

	A	B	C	D
1				
2	30,0414			
3	30,041			
4	30,0451			
5	30,0465			
6	30,0401			
7	30,039			
8	30,0387			
9	30,0432			
10	30,0462			
11	30,0414			

**Häufigkeitsverteilung**

Klassenbreite : 0,005

Angaben

- Verteilungskurve
- Dichtefunktion
- Verteilungsparameter u. Mehr Angaben über Tabelle

Wahrscheinlichkeiten

- Häufigkeiten aus Anzahl
- Einzelhäufigkeiten in 2. Spalte vorgeben

Verteilungstest

Anderson-Darling

$P_{value} < 0,05$  : Daten entsprechen nicht gewählter Verteilung

Darstellung

- Standard
- Gestapelt

Limits

30 30,1

löschen

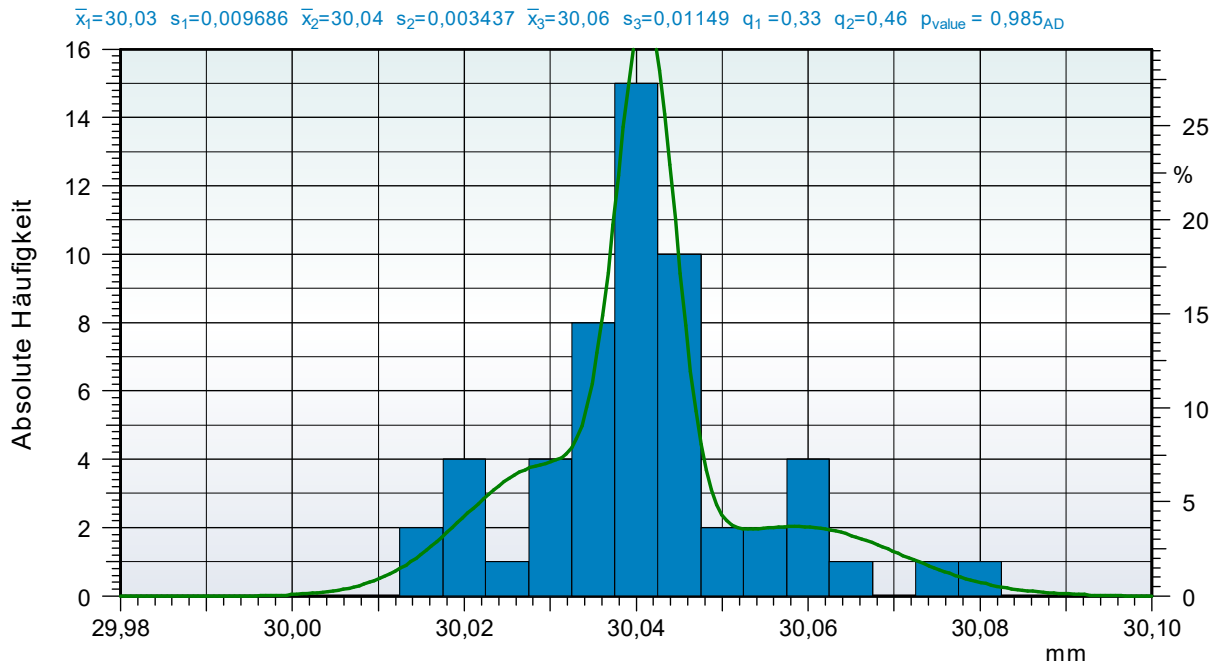
Überschreitungsanteil

- über Funktion berechnen
- aus Daten ausgezählt (z.B. bei nicht normalvert. Daten)

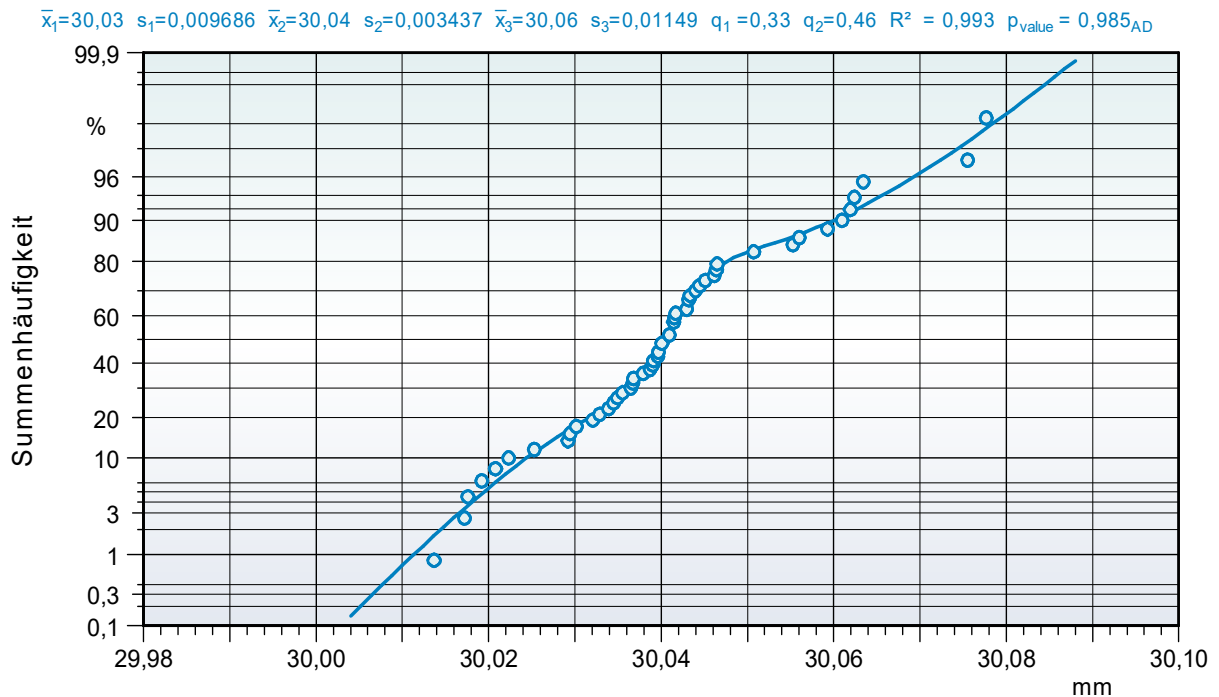
Zeige Prozessfähigkeit Cpu/Cpo

OK Diagrammauswahl Hilfe

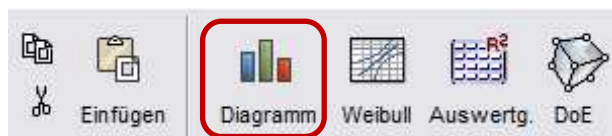
# Mischverteilung



Als Wahrscheinlichkeitsnetz mit einer 8-parametrischen Normalverteilung sieht das gleiche Beispiel folgendermaßen aus:

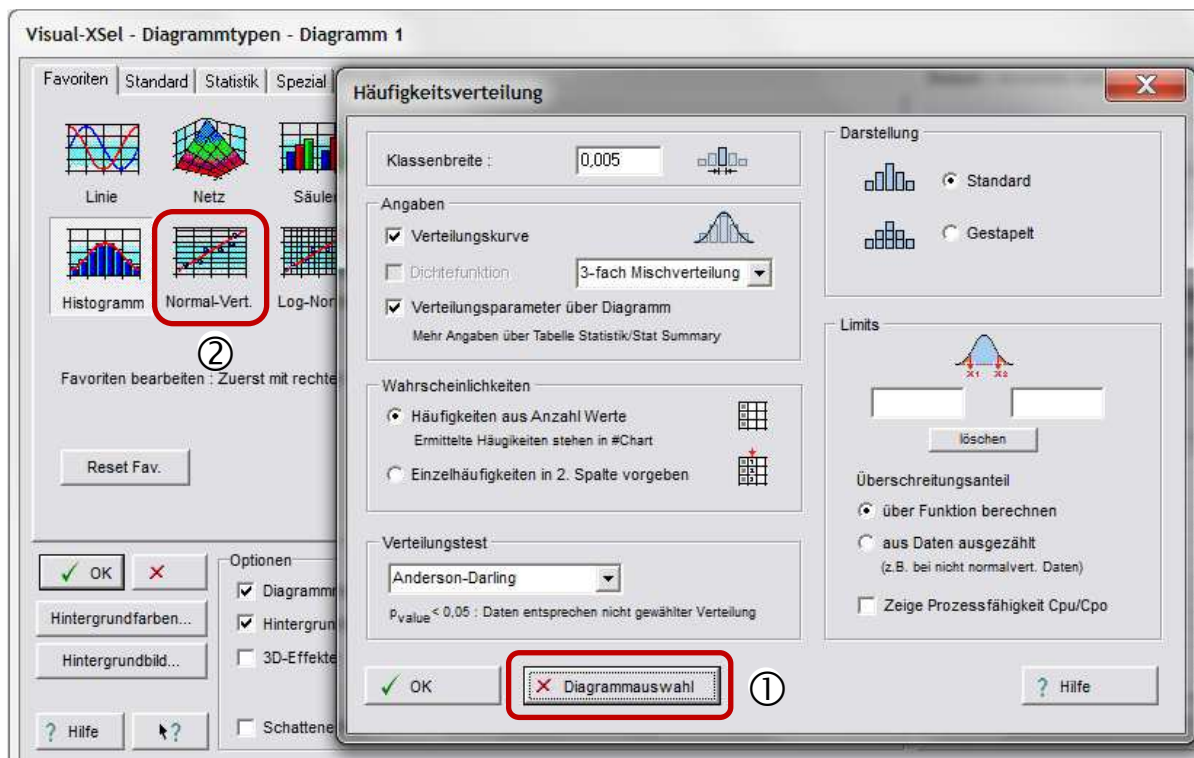


Hierzu ist die Diagrammikone erneut zu klicken



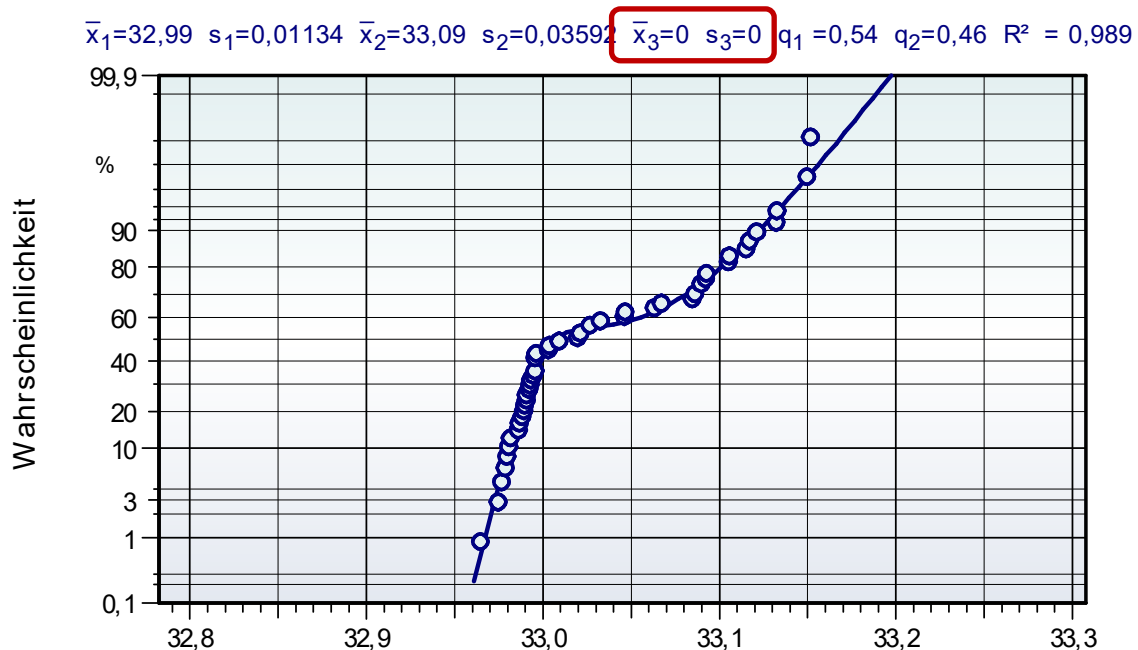
Zunächst erscheint automatisch wieder die Dialogbox des Histogramms, das durch die Taste **Diagrammauswahl** zu schließen ist.

# Mischverteilung



Danach wechseln Sie in die Normalverteilung und wählen die entsprechenden Optionen.

Hinweis zu Version 15.0: Es gibt Datensätze, bei denen trotz Auswahl der 3-fach Mischverteilung die Anpassung an die Daten mit der 2-fach Mischverteilung besser gelingt. Dies ist daran zu erkennen, dass  $x_3 = 0$  und  $s_3 = 0$  ist.



Der vereinfachte Test auf **Mischverteilung** über die getrennten Geradenabschnitte kann mit Hilfe des Templates *Weibull\_Mischverteilung.vxd* durchgeführt werden. Hierzu ist der Menüpunkt *Datei/Templates/Weibull/* aufzurufen und die entsprechende Datei zu öffnen. Folgen Sie den Sprechblasen, um Ihre Daten einzufügen und die Berechnung über das Makro mit F9 zu starten.

# Mischverteilung

## Anwendung in Visual-XSel 16.0

In der Version 16.0 wird in der Auswahldialog für Histogramm und Wahrscheinlichkeitsnetz nicht mehr zwischen 2- und 3-fach Mischverteilung unterschieden. Bei der allgemeinen Auswahl Mischverteilung wird automatisch festgestellt, um welche es sich handelt, wobei generisch die Parameter bis zu einer 4-fach Mischverteilung ermittelt werden. Gibt es z.B. in einem Fertigungsprozess wegen verschiedener Formnester mehr als 4 Verteilungen, so werden nur die Randbereiche betrachtet. Dies ist insbesondere für die Prozessfähigkeit von Bedeutung bezüglich der Toleranzgrenzen.

Neu in Version 16.0 ist bei Auswahl des Histogramms eine Vorauswahl der Verteilung, wie beim Leitfaden für die Prozessfähigkeit (Ikone Auswertung / Fähigkeit / Leitfaden ...). Hier wird ein statistischer Test der Verteilungen durchgeführt. Ist der  $p_{\text{value}}$  (rechts außen)  $< 0,05$ , so ist die entsprechende Verteilung nicht geeignet.

Visual-XSel - Diagrammtypen - Diagramm 1

Favoriten | Standard | Statistik | Spezial | Tabelle

Beispiel + erwartete Datenaufteilung

Vorauswahl Verteilung

Intervall

Pareto

**Histogramm**

Normal-Vert.

Anzahl Werte = 55  
Nur positive Werte  
Min = 30,014 Max = 30,078  
Mögliche Mischverteilung 2-fach

OK | Abbrechen | Hilfe

Verteilungstyp	P value
<input type="radio"/> Normalverteilung Standard für normale Dimensionen und Eigenschaften. Auswahl nur wenn nicht Merkmal im folgenden Block aufgeführt ist.	0,010
<input type="radio"/> Betragnormalverteilung 1. Art B1 Z.B. Geradheit, Ebenheit, Rundheit, Zylinderform, Linienform, Flächenform, Rauheit, Parallelität, Rechtwinkeligkeit, Neigung, Symmetrie	0,000
<input type="radio"/> Betragnormalverteilung 2. Art B2 Z.B. Unwucht, Position, Koaxialität, Konzentrität, Rundlauf, etc.	0,000
<input type="radio"/> Lognormal-Verteilung Z.B. Einseitig begrenzte Merkmale, insbesondere Zeit und Zyklen, etc.	0,010
<input type="radio"/> Weibull-Verteilung (3-parametrig) Z.B. Einseitig begrenzte Merkmale, insbesondere Lebensd., Zyklen, etc.	0,000
<input checked="" type="radio"/> Mischverteilung n-fach Nicht stabile Prozesse (z.B. mehrere Bearbeitungsmaschinen, Werkzeugwechsel, Chargen, etc. )	wenn alle vorherigen < 0,05