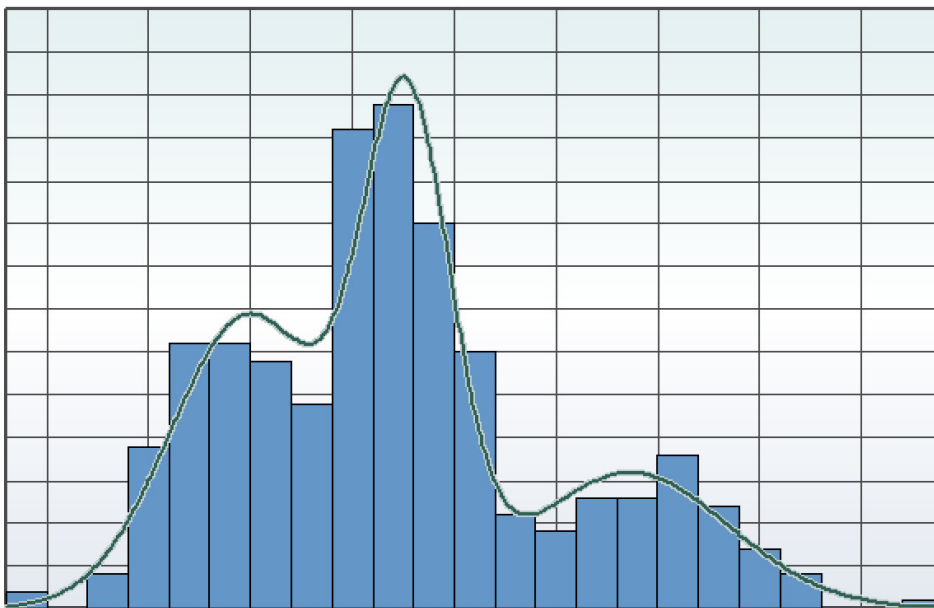


Mischverteilungen

www.crgraph.de

Normal- und Weibull-Verteilung



Inhalt

Einführung	3
Ziel und Nutzen	3
Grundlagen	4
Mehrparametrische Normalverteilung	4
4-parametrische Normalverteilung	4
5-parametrische Normalverteilung	4
4- und 5-parametrische Weibull-Verteilung	5
5-parametrische Weibull-Verteilung (alternative Ausfallmechanismen)	7
Vereinfachter Test auf Mischverteilung	8
Literatur - Weiterführende Beschreibungen	10
Consulting & Schulungen	11
Hotline	11
Anwendung in Visual-XSel	12

Voraussetzung und verwandte Themen

Für diese Beschreibungen sind Grundlagen der Statistik vorteilhaft. Weiterführende und verwandte Themen sind:

www.versuchsmethoden.de/Normalverteilung.pdf

www.versuchsmethoden.de/Weibull-Analysen.pdf

www.versuchsmethoden.de/Verteilungstests.pdf

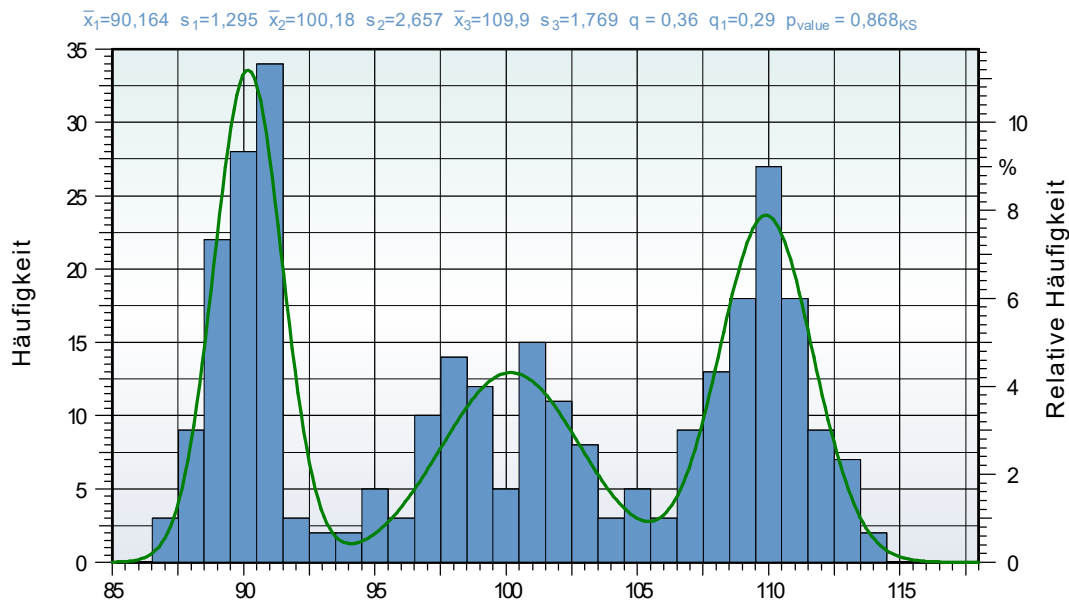
www.versuchsmethoden.de/Prozessfähigkeit.pdf

Keywords:

Mischverteilung, 2-fach-Mischverteilung, Normalverteilung, Weibull-Verteilung, 4-parametrisch, 5-parametrisch, 8-parametrisch, mehrparametrisch, Vertrauensbereiche, Hypothesentest, Prozessfähigkeit, Histogramm, Wahrscheinlichkeitsnetz, Chargen, konkurrierende Ausfallmechanismen, alternative Ausfallmechanismen, Max-Likelihood-Methode, kleinste Fehlerquadrat, Software, Visual-XSel

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:

$$H(t) = \Phi_{x; \bar{x}1; s1} + \Phi_{x; \bar{x}2; s2} - \Phi_{x; \bar{x}1; s1} \cdot \Phi_{x; \bar{x}2; s2}$$

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:

$$H(t) = q \Phi_{x; \bar{x}1; s1} + (1 - q) \Phi_{x; \bar{x}2; s2}$$

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:

Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion **4-parametrische Normal:**

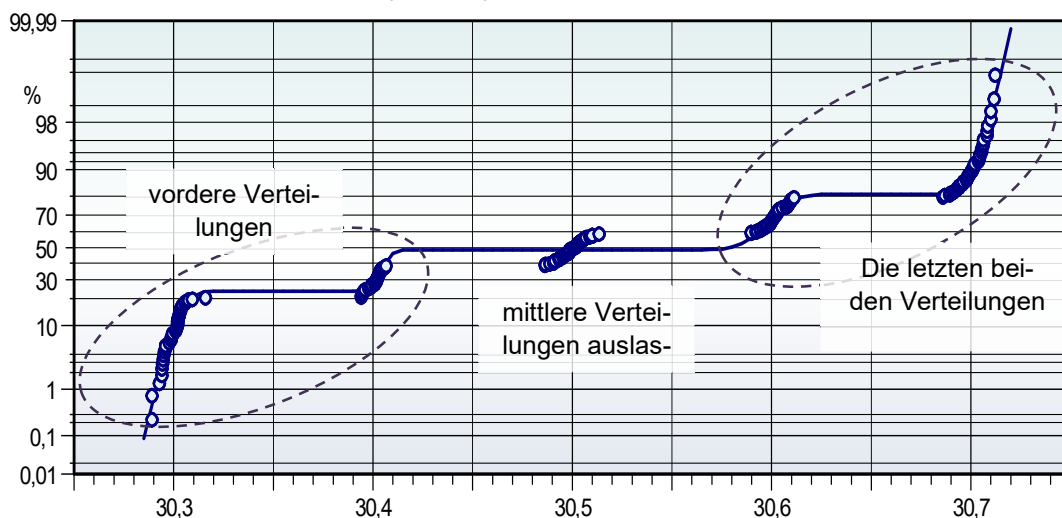
$$h_{(t)} = \left(1 - \Phi_{x; \bar{x}_1; s_1}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi} s_2} \cdot e^{-\left(\frac{(x-\bar{x}_2)^2}{2s_2^2}\right)} \right) + \left(1 - \Phi_{x; \bar{x}_2; s_2}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi} s_1} \cdot e^{-\left(\frac{(x-\bar{x}_1)^2}{2s_1^2}\right)} \right)$$

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:

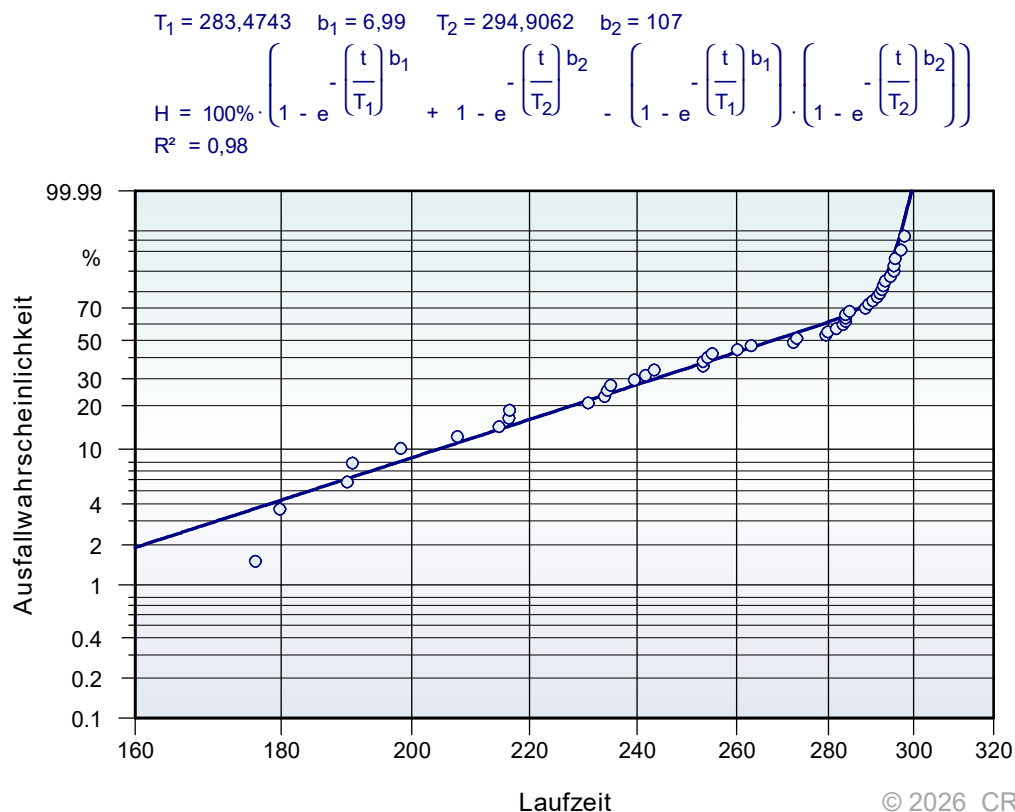
4-parametrische Weibull-Verteilung (konkurrierend Ausfallmechanismen)

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.



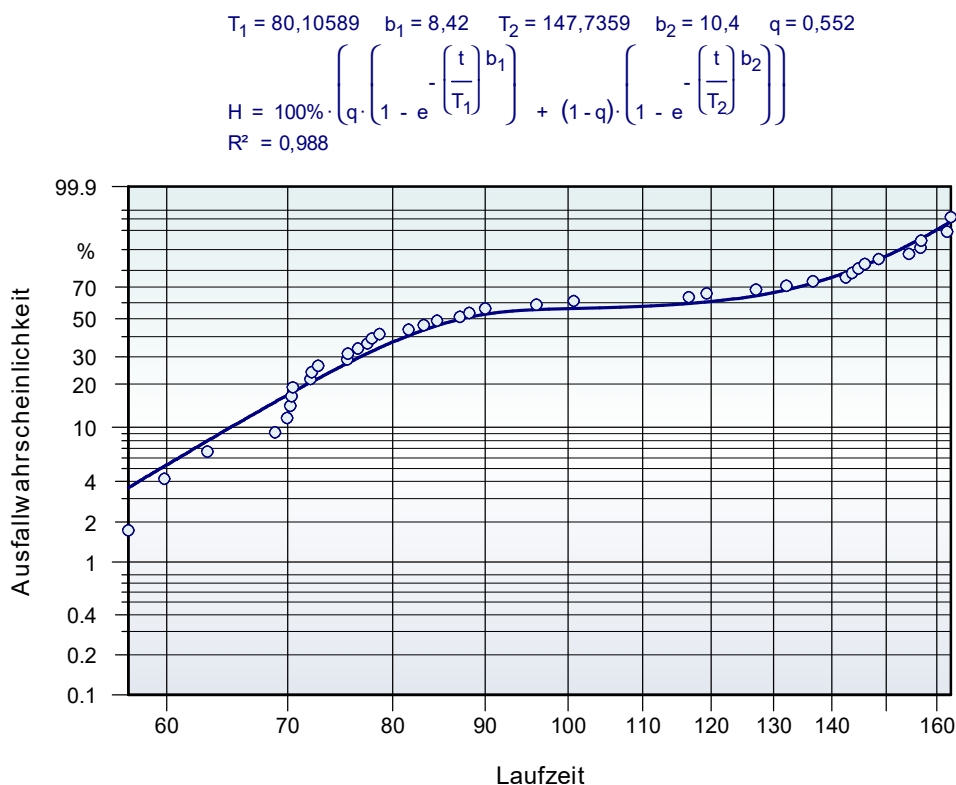
5-parametrische Weibull-Verteilung (alternative Ausfallmechanismen)

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:

$$H(t) = q \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_1}\right)^{b_1}} \right) + (1 - q) \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_2}\right)^{b_2}} \right) \quad q : \text{relativer Anteil der jeweiligen Verteilung } 0..1$$

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).



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

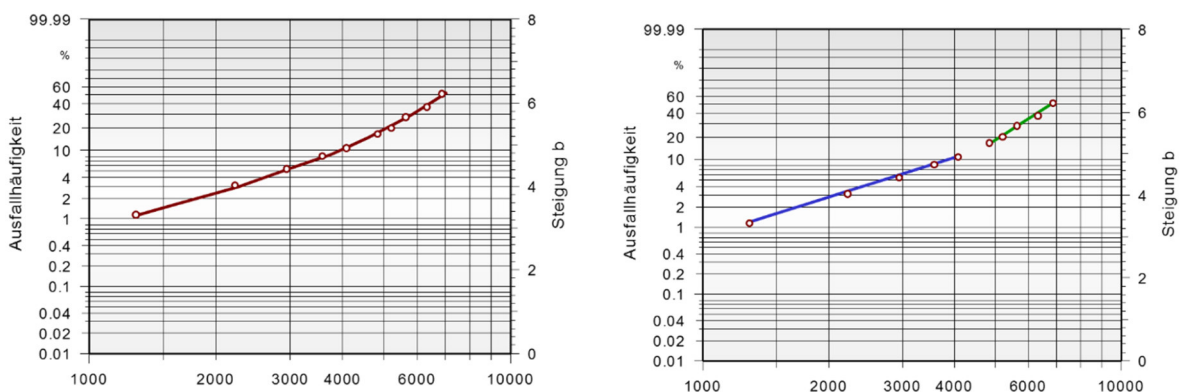
5-parametrische Form entscheiden. Auch die statistischen Tests können Hilfestellung für die Auswahl der einen oder anderen Verteilung geben.

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 Dichtefunktion 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.

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):

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

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.

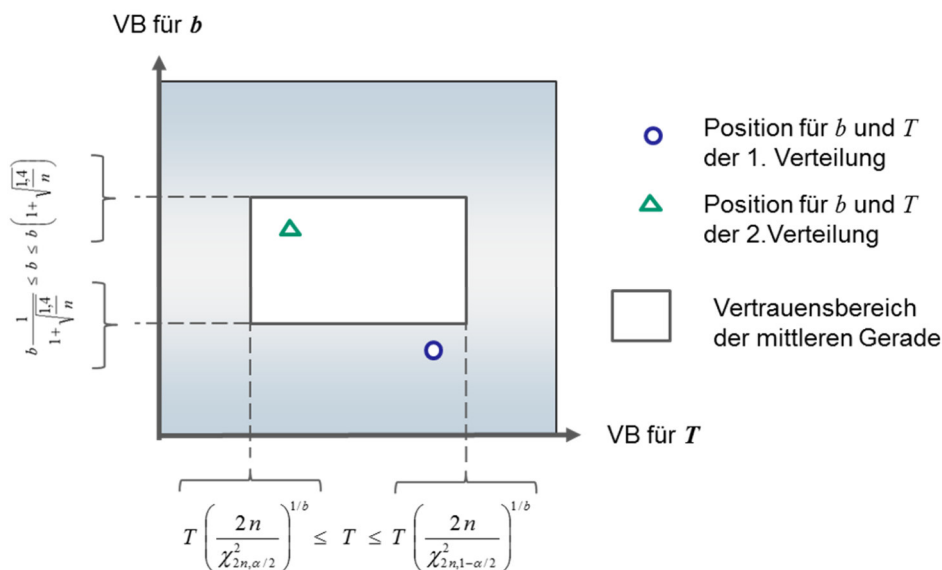
Ja : $\Rightarrow$ Die Nullhypothese, dass Verteilungen gleich sind, wird nicht verworfen.

Nein : $\Rightarrow$ Die Nullhypothese wird verworfen – Verteilungen sind unterschiedlich.

Hinweis: Es reicht aus, wenn

b oder T außerhalb liegen.

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 anwenderbar für die Normalverteilung. Hier werden die Parameter Mittelwert und Standardabweichung anstelle von b und T getestet.



Literatur - Weiterführende Beschreibungen

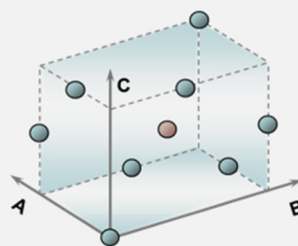
Ausführliche softwareunabhängige Beschreibungen zum Thema DoE und der dazugehörigen Auswertungen gibt es im

Taschenbuch der statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmethoden

Definitive Screening Designs DSD

Sogenannte Definitive Screening Designs sind sehr neu von Jones und Nachtshiem entwickelte Versuchspläne mit sehr geringem Versuchsumfang.

Sie ermöglichen die Auswertung von quadratischen Modellen und basieren deshalb auf 3 Stufen. Zwischen den Hauptfaktoren untereinander und den quadratischen Termen gibt es keine Vermengung (orthogonal). Die Wechselwirkungen sind nicht zu 100% vermengt.



Nr	A	B	C	D
1	0	1	-1	-1
2	0	-1	1	1
3	-1	0	-1	1
4	1	0	1	-1
5	-1	-1	0	-1
6	1	1	0	1
7	-1	1	1	0
8	1	-1	-1	0
9	0	0	0	0

In der generischen Erzeugung dieser Versuchspläne (iterativ mit Hilfe der Determinante) ergibt sich regulär die Anzahl Versuche mit $n = 2^p + 2$. Manche Pläne, z.B. für $p=5$ sind dann allerdings teilweise zwischen den Hauptfaktoren vermengt. Hier müssen bis zu 3 Versuchszeilen ergänzt werden. Der Gesamtumfang ergibt sich somit zu:

$$n = 2^p + 2 + (1..3)$$

Alle Faktoren müssen durchgehend auf 3 Stufen sein und es lassen sich keine kategorialen Faktoren darstellen. Nachteilig ist auch, dass keine Auswertung aller möglichen



Weitere Informationen und Leseproben:

crgraph.de/Literatur

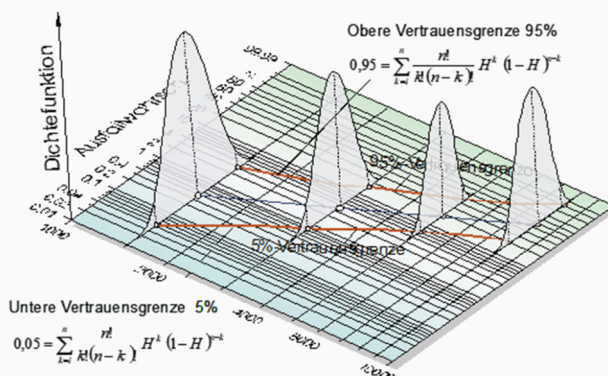
Speziell das Buch

Weibull & Zuverlässigkeitsmethoden

vertieft anwendungsbezogen die Statistiken und Methoden rund um Weibull und aller weitere Verteilungen. Die Versuchsplanung behandelt hier spezielle Lebensdauerfragen aufgrund unterschiedlicher Belastungen, Temperaturen, etc.

2.5.1 Vertrauensbereich der Weibull-Gerade

Bei der Weibull-Auswertung handelt es sich praktisch immer um eine Stichprobe. Die Gerade im Weibull-Diagramm entspricht also nur der Stichprobe. Je mehr Teile geprüft oder ausgewertet werden, desto mehr streuen die „Punkte“ um die Weibull-Gerade. Man kann statistisch eine Abschätzung über den Bereich der Grundgesamtheit machen. Hierfür wird ein sogenannter „Vertrauensbereich“ eingeführt. In der Regel gibt man diesen mit 90% an. Die obere Vertrauensgrenze entspricht dann einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P_A=95\%$.



Weitere Informationen und Leseproben:

crgraph.de/Literatur



Consulting & Schulungen

Bei unseren Inhouse- oder Online-Schulungen wird die praxisnahe Anwendung von statistischen Methoden vermittelt. Wir haben über 25 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)

Sie haben ein konkretes Qualitätsproblem, oder wollen ein Produkt effizient und zuverlässig entwickeln? Sie wollen keine Statistik-Software anschaffen, weil diese voraussichtlich zu selten gebraucht wird, oder weil zu wenig Zeit zur Einarbeitung vorhanden ist? Dann sind unsere Q-Support Pakete genau das Richtige:

[crgraph.de/consulting](https://www.crgraph.de/consulting)



Hotline

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

Tel. +49 (0)8151-9193638

E-Mail: info@crgraph.de

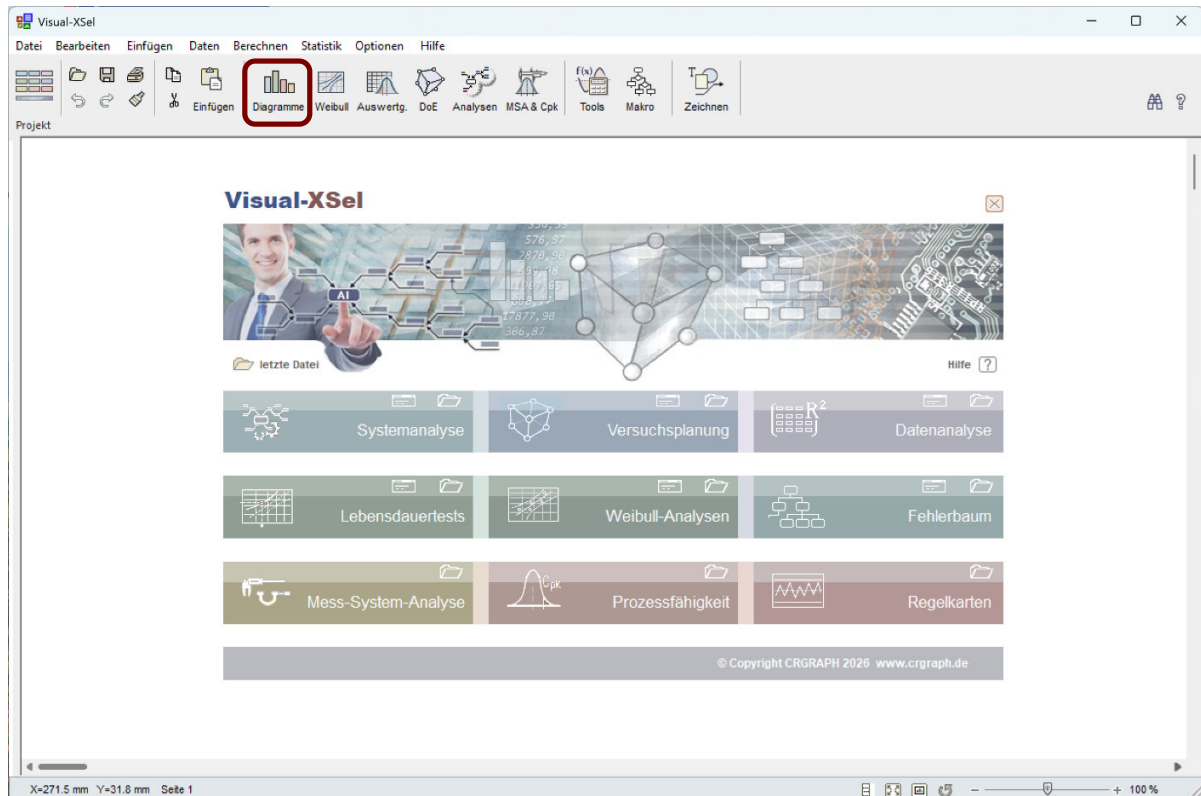
Besuchen Sie uns auf unserer Home-Page: www.crgraph.de



Anwendung in Visual-XSel

www.crgraph.de

Unsere Software **Visual-XSel** ist ein leistungsfähiges Tool für alle wichtigen statistischen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmethoden. Verwenden Sie für den Einstieg die **Versuchsplanung** im Leitfaden (siehe auch crgraph.de/themen-index), oder die Ikone **DoE**.



Hier findet man eine Übersicht zum Programm:

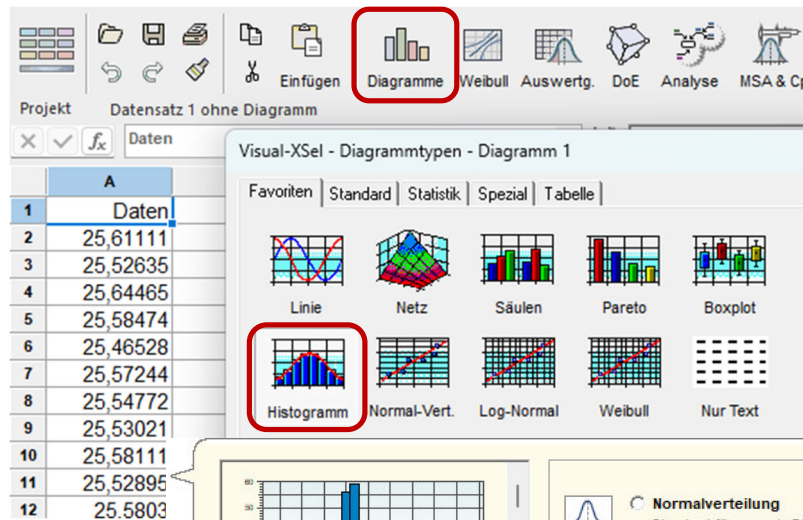
crgraph.de/visual-xsel-software/

Nicht umsonst ist diese Software in vielen namhaften Firmen im Einsatz:

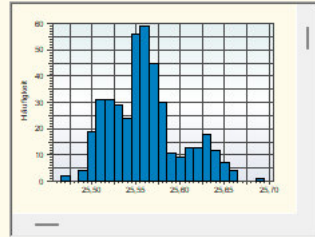
crgraph.de/Referenzen.

Die folgende Beschreibung ist eine Anleitung und Einführung in die Erstellung von Mischverteilungen in Visual-XSel.

Als Beispiel für die Darstellung einer Mischverteilung soll hier ein Histogramm verwendet werden. Alternativ kann das Wahrscheinlichkeitsnetz der [Normal-](#) oder der [Weibull-Verteilung](#) gewählt werden. Letztere ist für Lebensdaueruntersuchungen zu verwenden. In allen Fällen ist zunächst nach Dateneingabe die Ikone Diagramm zu wählen.



Es erscheint ein Dialog mit dem [Test verschiedener Verteilungen](#). In diesem Datensatz werden alle Standardverteilungen abgelehnt ($p_{\text{value}} = 0$) und es bleibt als einzige Alternative die Mischverteilung.



Anzahl Werte = 420 nur positive Werte
unterscheidbare Werte = 416
Min = 25,465 Max = 25,695
Mögliche Mischverteilung 3-fach

Möglicher Ausreißer am Ende!

☐	Normalverteilung	P value
	Standard für normale Dimensionen und Eigenschaften.	0,000
	Auswahl nur wenn nicht Merkmal im folgenden Block aufgeführt ist.	Epps-Pulley
☐	Betragsnormalverteilung 1. Art B1	0,000
	Z.B. Geradheit, Ebenheit, Rundheit, Zylinderform, Linienform, Flächenform, Rauheit, Parallelität, Rechtwinkligkeit, Neigung, Symmetrie	
☐	Betragsnormalverteilung 2. Art B2	0,000
	Z.B. Unwucht, Position, Koaxialität, Konzentrität, Rundlauf, etc.	
☐	Lognormal-Verteilung	0,000
	Z.B. Einseitig begrenzte Merkmale, insbesondere Zeit und Zyklen, etc.	
☐	Weibull-Verteilung (3-parametrig)	0,000
	Z.B. Einseitig begrenzte Merkmale, insbesondere Lebensd., Zyklen, etc.	
☒	Mischerteilung n-fach	wenn alle vorherigen < 0.05
	Nicht stabile Prozesse (z.B. mehrere Bearbeitungsmaschinen, Werkzeugwechsel, Chargen, etc.)	

Häufigkeitsverteilung

Klassenbreite: 0,01

Angaben

☒ Verteilungskurve

☒ Dichtefunktion **Mischverteilung**

☐ Verteilungsparameter

Wahrscheinlichkeiten

☒ Häufigkeiten aus Anzahl Werte
Ermittelte Häufigkeiten stehen in #Chart

☐ Einzelhäufigkeiten in 2. Spalte vorgeben

Verteilungstest

kein Test

$p_{\text{value}} < 0,05$: Daten entsprechen nicht gewählter Verteilung

Darstellung

☒ Standard

☐ Gestapelt

Limit

Wert oder "-1s", "-2s", ... μ σ Wert oder "1s", "2s", "3s", ...

Überschreitungsanteil

☒ über Funktion berechnen

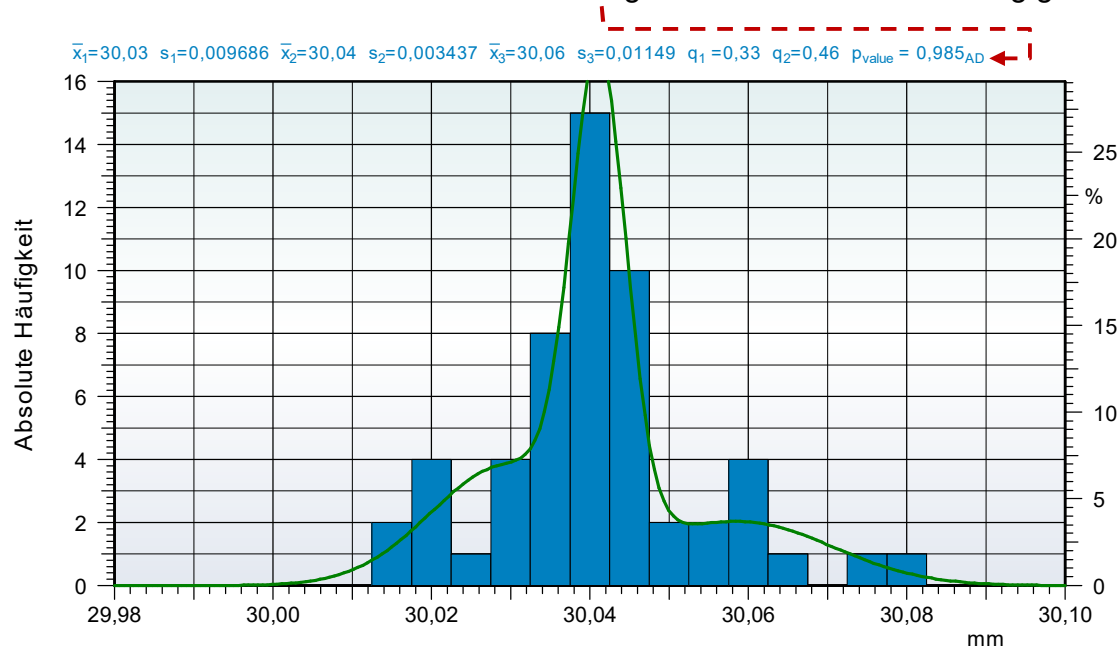
☐ aus Daten ausgezählt (z.B. bei nicht normalvert. Daten)

☐ Zeige Prozessfähigkeit Cpu/Cpo

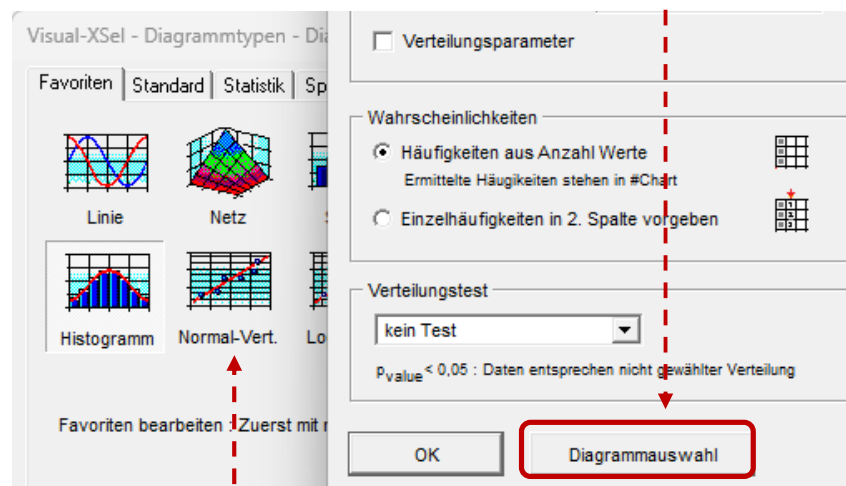
Mit Ok erscheint eine Dialogbox, bei der verschiedene Parameter eingestellt werden können, sowie Limits zur Bestimmung der Überschreitungsanteile, z.B. für eine Toleranz.

Nach Bestätigung mit Ok und Definition der Überschrift, bzw. Achsenbeschriftungen erscheint

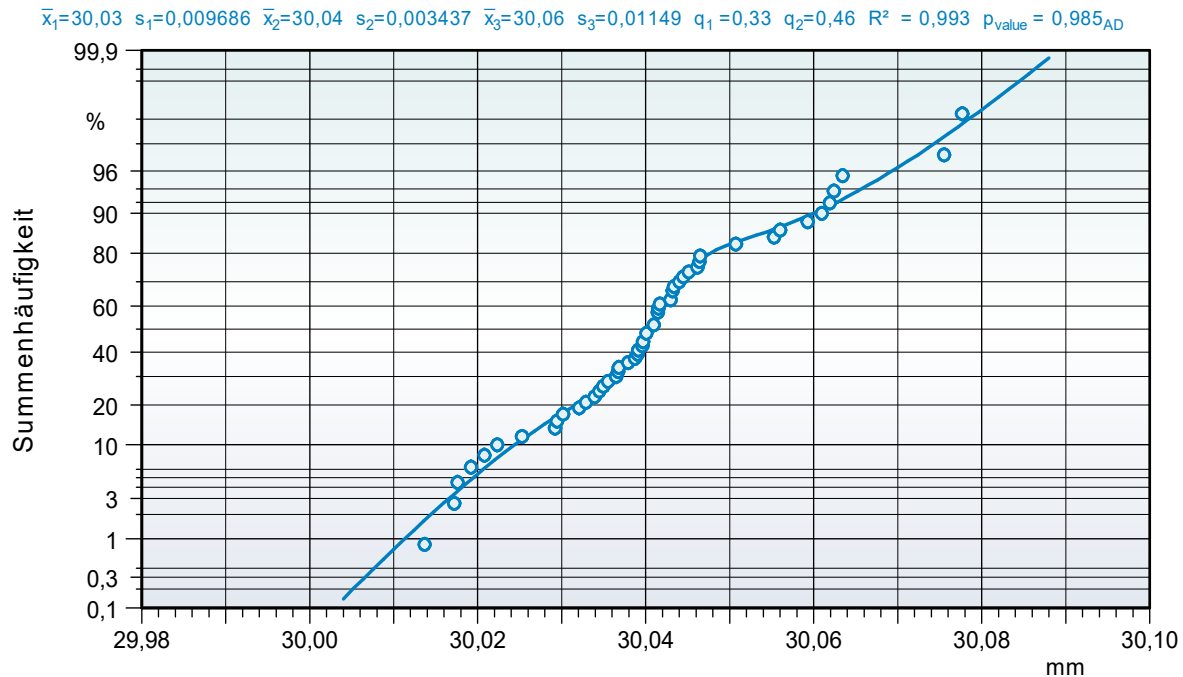
In diesem Bild ist auch nochmal der Verteilungstest für die Mischverteilung gewählt



Ein Wechsel zum Wahrscheinlichkeitsnetz ist möglich über einen erneuten Aufruf der Ikon Diagramm. Im Dialogfenster der Häufigkeitsverteilung ist dann die Taste Diagrammauswahl zu verwenden, damit der Dialog der Diagrammtypen noch offen bleibt.

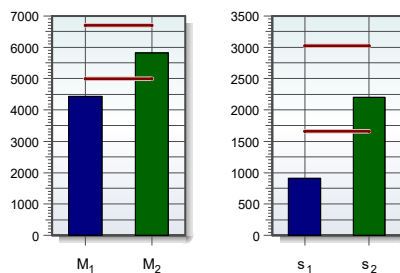


Danach ist z.B. der Diagrammtyp Normal-Verteilung möglich. Der Vorteil bei dieser Darstellung ist, dass man jeden einzelnen Punkt sehen kann und man kann gut erkennen, wo Änderungen im Verlauf sind:



Der vereinfachte Test auf **Mischverteilung** bei der Weibull-Verteilung über die getrennten Geradenabschnitte kann mit Hilfe des Templates *Weibull_Mischverteilung.vxg* 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.

Der Test auf Mischverteilung bei der Normal-Verteilung ist zu finden unter **Datei/Templates/Statistische Tests** und dem Template *StatText_Mischverteilung.vxgn*. Der Test läuft hier anstelle der Vertrauensbereiche über b und T über μ und s.



Trennung zwischen Punkt und Punkt bei ca.	4350
Mittelwert gesamt	5841,18
Mittelwert 1	4427,36
Mittelwert 2	5815,42
x unten	4991,36
x oben	6690,99
s gesamt	2130,21
s1	912,33
s2	2197,71
s unten	1661,63
s oben	3019,82
Anzahl Startpunkte	4
Mischverteilung	Ja

