

The background of the slide is a photograph of a bright blue sky filled with wispy white clouds. The clouds are scattered across the frame, with some appearing as thin streaks and others as more dense, fluffy patches. The overall tone is bright and clear.

TQU VERLAG

**Die Weibull-
Analyse**

QUALITY APPS Applikationen für das Qualitätsmanagement

Lizenzvereinbarung

Dieses Produkt "Die Weibullanalyse mit Excel" 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

Bei Fehlern, die zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der Nutzung dieses Softwareproduktes führen, leisten wir kostenlos Ersatz. Beschreibungen und Funktionen verstehen sich als Beschreibung der Nutzungsmöglichkeiten und nicht als verbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften. Wir übernehmen keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Lösungen für alle Probleme von Kunden bei bestimmter Zielsetzung geeignet sind.

Sie erklären sich damit einverstanden, dieses Produkt nur für Ihre eigene Arbeit und für die Information innerhalb Ihres Unternehmens zu verwenden. Sollten Sie es in anderer Form, insbesondere in Schulungsinhalten, in der Öffentlichkeit (z.B. in der Beratung, Schulungseinrichtung etc.) verwenden wollen, setzen Sie sich unbedingt vorher mit uns in Verbindung. Die Produkte werden kontinuierlich weiterentwickelt. Bitte melden Sie sich, wenn Sie ein Update wünschen.

Wir wünschen viel Spaß und Erfolg 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

Voraussetzungen für die Anwendung

Diese Applikation "Die Weibullverteilung mit Excel" wurde für die Demonstration der Auswertung normalverteilter Daten entwickelt.

Diese Applikation ist auf der Basis der umfangreichen Erfahrungen des Autors entwickelt worden.

Die Anwendung der Applikation erfordert tiefergehende theoretische Kenntnisse.

Die Vorgehensweise entspricht internationalen Veröffentlichungen.

Die im Originalfile eingetragenen Daten sind Test- oder Beispieldaten und können in der Anwendung überschrieben oder gelöscht werden.

Bedienung

Die Felder sind durch einfachen EXCEL-Schutz gesperrt, die Eingabefelder offen. Die Mappe ist geschützt mit dem Kennwort: "TQU Verlag"

Dieser Schutz kann vom Anwender in eigener Verantwortung geöffnet werden und der Inhalt seinen Bedürfnissen angepasst werden.

Der Autor und der TQU Verlag übernehmen keine Haftung für die Inhalte der Applikation.

Ergebnisse

Das APP unterstützt die Kette "Probieren - Studieren - Kopieren - Weiterkommen".

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.

QUALITY APPS Applikationen für das Qualitätsmanagement

Sie finden dies auf Blatt



Anwendungshinweise

1. Statistik

Eine stetige Zufallsgröße X heißt WEIBULL-verteilt mit den Parametern b und p ($b > 0, p > 0$) wenn für ihre Verteilungsfunktion F_X gilt:

$$F_X(x) = \begin{cases} 1 - \exp(-bx^p) & \text{für } x > 0 \\ 0 & \text{für } x \leq 0 \end{cases}$$

Die WEIBULL-Verteilung gehört zur Klasse der Extremwertverteilungen vom Typ III.

Sie ist eine Grenzverteilung für Minima unabhängiger Zufallsgrößen.

Verbreitet ist die Formel für die Verteilungsfunktion $F(t)$ für die Weibullverteilung mit den Parametern t_0 (Ausfallzeit), T (charakteristische Lebensdauer) und b (Ausfallsteilheit).

Darin gründet sich die Anwendung in der Lebensdauer.

Verbreitet ist folgende Formel für die Verteilungsfunktion:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{T-t_0}\right)^b}$$

t Variable - meist die Zeit

t_0 ausfallfreie Zeit - *threshold*

T charakteristische Lebensdauer - Lageparameter - *scale*

b Ausfallsteilheit - Formparameter - *shape*

Für den Fall $b = 1$ vereinfacht sich die **Weibullverteilung** zur **Exponentialverteilung**.

Die mittlere Lebensdauer ist nur dann gleich der charakteristischen Lebensdauer T .

Im allgemeinen Fall ist die charakteristische Lebensdauer T nicht mit dem arithmetischen Mittelwert gleichzusetzen!

Wird der **arithmetische Mittelwert** benötigt, muss eine Umrechnung von T erfolgen.

$$= T \cdot \exp\left(\frac{1}{b}\right)$$

In der Wahrscheinlichkeitsfunktion liegt bei linkssteilen Verteilungen der Median links vom arithmetischen Mittel.

[Parameter](#)

Die **Standardabweichung** wird nach folgender Formel berechnet:

$$=T*\text{WURZEL}((\text{EXP}(\text{GAMMALN}(1+2/b)))-(\text{EXP}(\text{GAMMALN}(1+1/b)))^2))$$

In Datenauswertungen zur Lebensdauer spielen Mittelwert und Standardabweichung eine geringere Rolle.

Zu beachten ist, dass bei Erreichen der Zeit $t = T$ bereits 63,2% der Teile ausgefallen sind!

[Parameter](#)

Verteilungsfunktion

λ Für Lebensdaueruntersuchungen ist die **Ausfallrate** λ eine wichtige Größe.

Der Verlauf von λ ist zeitabhängig und wird von b dominiert.

Im Falle $b = 1$ (Exponentialverteilung) ist die Ausfallrate konstant! sog. Zufallsausfälle

Im Falle $b > 1$ liegt eine steigende Ausfallrate vor sog. Verschleißausfälle.

Im Falle $b < 1$ liegt eine fallende Ausfallrate vor sog. Frühausfälle.

Alle drei Kurvenabschnitte ergeben die sog. "Badewannenkurve" für das Ausfallverhalten von technischen Produkten.

[Parameter](#)

Ausfallrate

Ausfallrate

Im **Wahrscheinlichkeitsnetz** der Weibullverteilung zeigt die Gerade die

Die praktische Bedeutung des Netzes liegt, wie bei allen Wahrscheinlichkeitsnetzen, in der Interpretation von Messwerten bezüglich der Bewertung des Modells der Verteilung.

t_0 Die Wirkung von t_0 ist im Netz mit der Bildlaufleiste zu beobachten. Mit höherem t_0 wird eine Krümmung im unteren Abschnitt erzeugt.

Diese Eigenschaft wird bei der Interpretation von Messwerten als Indiz für das Vorhandensein eines t_0 benutzt.

Weibullnetz

Weibullnetz

Die Schätzungen von Parametern der Weibullverteilung aus Stichproben ist hier nicht vorgestellt. Bei vollständigen Stichproben ist dies über die Logarithmen der Werte möglich.

In der Lebensdauerwelt liegen aber meist keine vollständigen Stichproben vor. Diese Auswertung gestaltet sich schwieriger. Dafür leistet das Weibullnetz gute Dienste, vor allem wegen der Anschaulichkeit.

Das meist praktizierte Verfahren nach Johnson wird in einem weiteren APP anwendbar vorgestellt werden.

2. EXCEL

Die verwendeten EXCEL Namen sind aufgelistet.

EXCEL-TIP > Die Liste der verwendeten Namen wird über die Funktionstaste F3 ausgegeben

Änderungen an der Datei sollten protokolliert werden.

Die Felder sind zur besseren Orientierung wie folgt farbig unterlegt:

[Namen](#)

[Historie](#)

freie Eingabefelder
Übernahme von Daten (keine Einträge vornehmen)
Beschriftungen
Ergebnisse (keine Einträge vornehmen)



Die Funktion in EXCEL für die Weibullverteilung lautet:

WEIBULL(x;Alpha;Beta;Kumuliert)

x Variable - meist die Zeit

Alpha charakteristische Lebensdauer - Lageparameter - *scale*

Beta Ausfallsteilheit - Formparameter - *shape*

Kumuliert Schalter zwischen Verteilungsfunktion (1) und Wahrscheinlichkeitsfunktion (0).

Die ausfallfreie Zeit t_0 muss in der Tabelle als zusätzliche Spalte berücksichtigt werden.

Ein Umkehrwert für die Verteilung, wie z.B. die Normverteilung, liegt in EXCEL nicht vor.

Werden für Zwecke der Simulation Weibullverteilte Zufallszahlen benötigt, sind diese gemäß folgender Formel zu erzeugen.

=T*(-LN(1-ZUFALLSZAH))^1/b'

www.tqu-verlag.de

[Funktionstabelle](#)

[Funktionstabelle](#)

[Simulation Daten](#)

3. empfehlenswerte Literatur

Taschenbuch Statistik, Rinne Verlag Harri Deutsch, 2003

VDA Band 3 Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten

Empfohlene Internetquellen: www.weibull.de

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

Übersicht

praktische Anwendungen im
Automobilbereich

Übersicht und Anwendungen

Die Parameter der Weibull-Verteilung

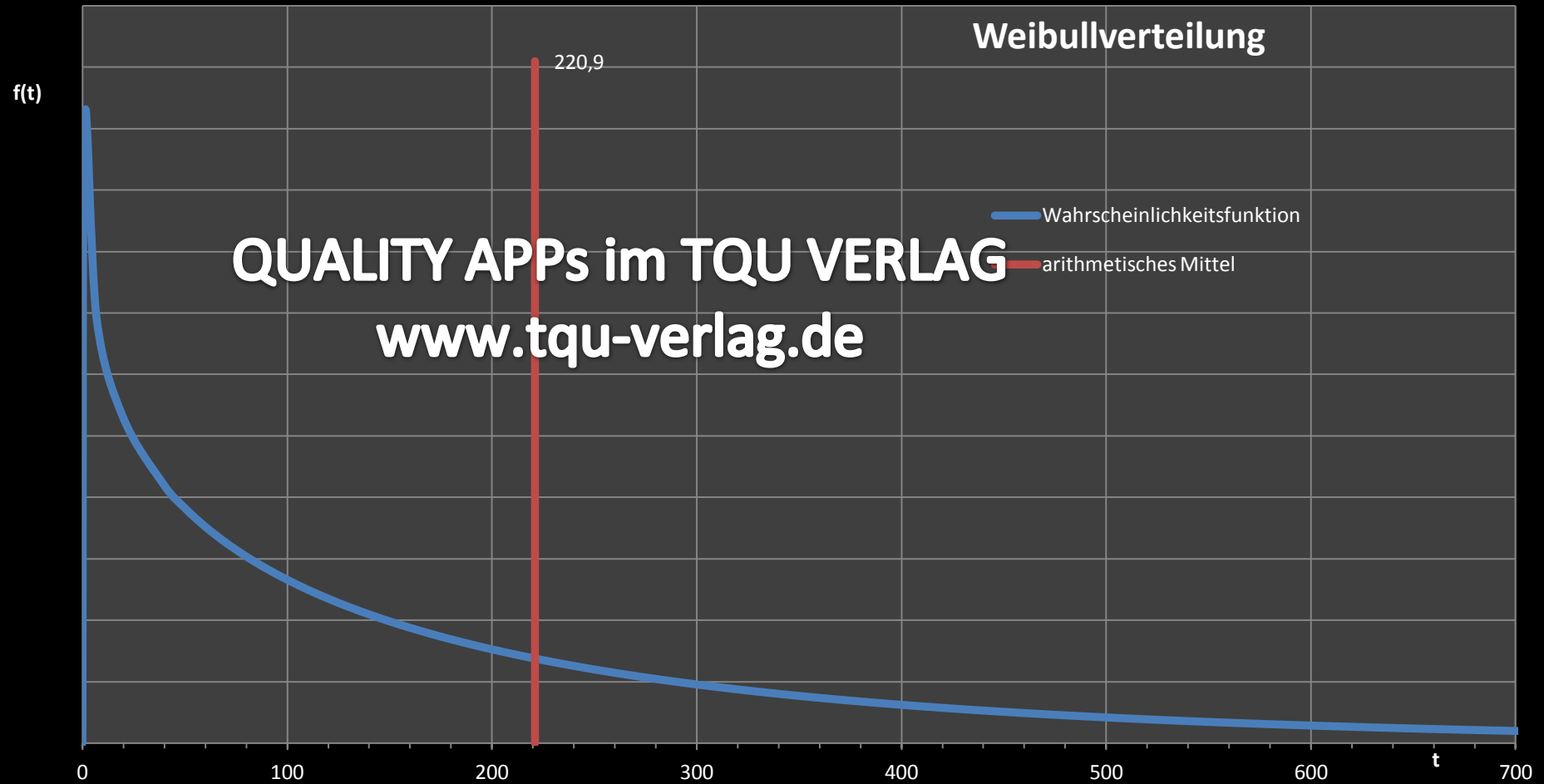
charakteristische Lebensdauer $-t_0$	$T-t_0$	200,0	h	200
Ausfallsteilheit bzw. Formparameter	b	0,83	-	83
untere Grenze (t_0) in h mit demselben Mittelwert	t_0	0,0	h	0
10% Lebensdauer	t_{10}	13,3	h	
Median (50% Quantil)	Median t_{50}	128,6	h	
Standardabweichung	s	17,7	h	
Zeitvariable zur Berechnung von l	$t-t_0$	280,0	h	280
Ausfallrate	l	3,92E-03	1/h	

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{T-t_0}\right)^b}$$

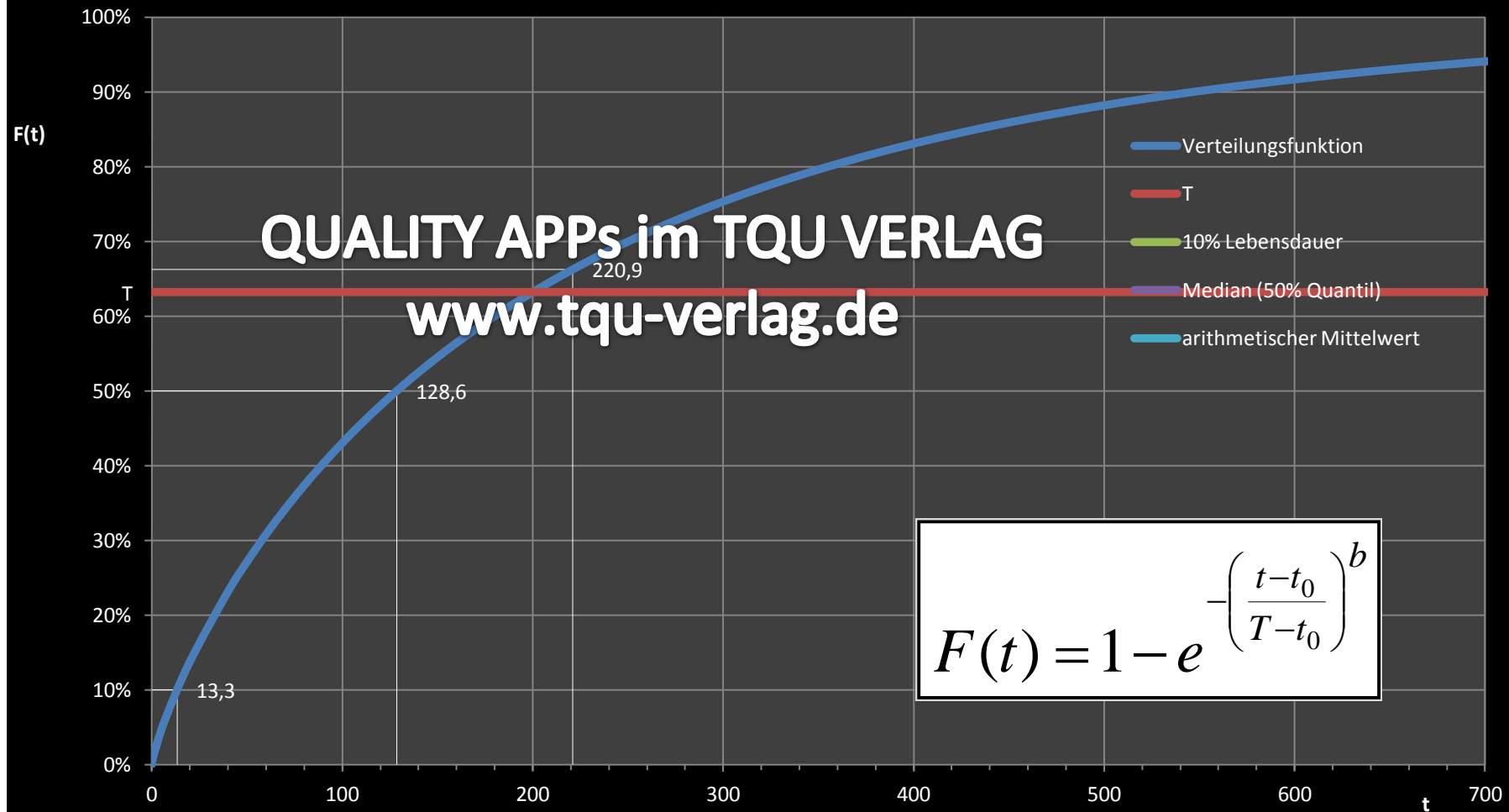
QUALITY APPs im TQU VERLAG

www.tqu-verlag.de

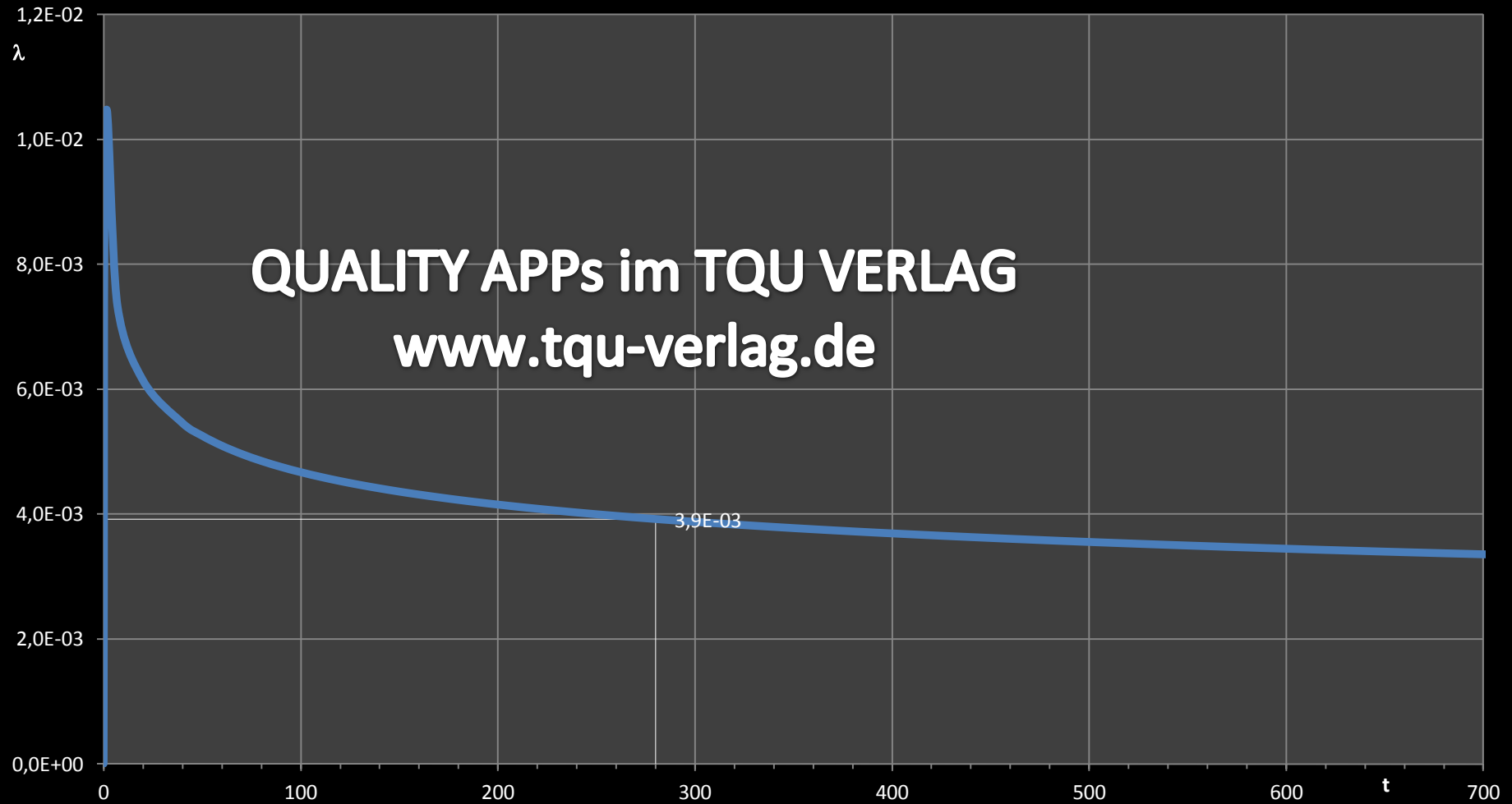
Weibullverteilung



Weibullverteilung



Ausfallrate $\lambda(t)$



QUALITY APPs im TQU VERLAG
www.tqu-verlag.de

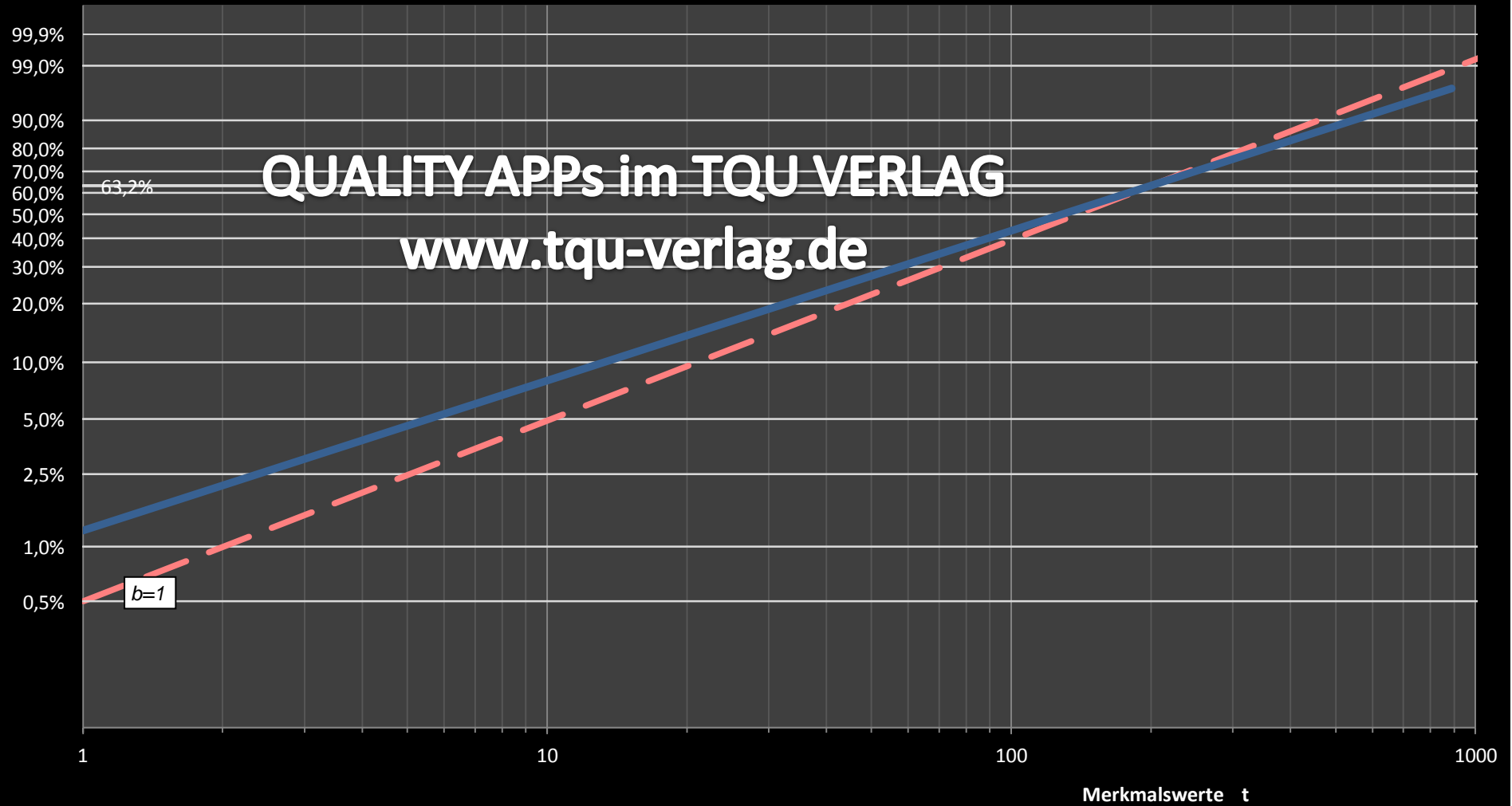
622TQUWeibullverteilung

t	t/T	t ₀	Verteilungs- funktion	Wahrschein- lichkeits- funktion	Ausfallrate	Netz	Werte	t/T
0	0	0	0,0000	0,000	0,0000		m	1,10
1	0,05	1	0,0122	0,101	0,0102	1,23E-02	s	1,34
7	0,10	7	0,0600	0,069	0,0073	6,19E-02	Median t ₅₀	0,64
20	0,15	20	0,1375	0,053	0,0061	1,48E-01	t ₁₀	0,07
40	0,20	40	0,2312	0,042	0,0055	2,63E-01		
50	0,25	50	0,2713	0,038	0,0053	3,16E-01		
60	0,30	60	0,3080	0,035	0,0051	3,68E-01		
70	0,35	70	0,3419	0,033	0,0050	4,18E-01		
80	0,40	80	0,3724	0,030	0,0048	4,75E-01		
90	0,45	90	0,4128	0,028	0,0048	5,35E-01		
100	0,50	100	0,4302	0,027	0,0047	5,63E-01		
110	0,55	110	0,4560	0,025	0,0046	6,09E-01		
120	0,60	120	0,4813	0,024	0,0045	6,54E-01		
130	0,65	130	0,5031	0,022	0,0045	6,99E-01		
140	0,70	140	0,5247	0,021	0,0044	7,44E-01		
150	0,75	150	0,5451	0,020	0,0044	7,88E-01		
160	0,80	160	0,5644	0,019	0,0043	8,31E-01		
170	0,85	170	0,5826	0,018	0,0043	8,74E-01		
180	0,90	180	0,6000	0,017	0,0042	9,16E-01		
190	0,95	190	0,6165	0,016	0,0042	9,58E-01		
200	1,00	200	0,6321	0,015	0,0042	1,00E+00		
210	1,05	210	0,6470	0,015	0,0041	1,04E+00		
220	1,10	220	0,6612	0,014	0,0041	1,08E+00		
230	1,15	230	0,6747	0,013	0,0041	1,12E+00		
240	1,20	240	0,6876	0,013	0,0040	1,16E+00		
250	1,25	250	0,6998	0,012	0,0040	1,20E+00		
260	1,30	260	0,7116	0,011	0,0040	1,24E+00		
270	1,35	270	0,7228	0,011	0,0039	1,28E+00		
280	1,40	280	0,7334	0,010	0,0039	1,32E+00		
290	1,45	290	0,7437	0,010	0,0039	1,36E+00		
300	1,50	300	0,7534	0,010	0,0039	1,40E+00		
310	1,55	310	0,7628	0,009	0,0039	1,44E+00		
320	1,60	320	0,7717	0,009	0,0038	1,48E+00		

Hilfslinien für Diagramme		
Mittel	220,9	0
Mittel	220,9	0,1110
10%	13,3	0
10%	13,3	0,1
50%	128,6	0,5000
T	0	0,6321
T	890,00	0,6321
Mittel	220,9	0,66249
lambda	280,0	0,00392

Weibullnetz (Lebensdauernetz)

Hier verändern wir t_0



163,3205405
7,288280796
118,1346142
31,20120965
576,3170725
422,2568552
433,8784805
33,21908688
122,192269
420,566638
51,66990442
210,6583025
92,22102665
111,833264
7,701232357
326,1930367
73,0303511
116,6630469
100,8412886
98,14149305
17,70006218
233,168194
31,72578171
147,5601191
35,69330821
121,0934778
78,83271402
10,34054631
127,7081187
180,741605
37,42019729
28,85384481
1180,071032
208,145551
557,7990163
556,3216695
180,9771196
4,466887942
299,1721967
830,6455514
929,8853659
488,5781356
686,0713114
118,5671066
163,3727777
64,30661717
34,2045087
81,29199185
194,1682913
165,9164502
103,2837917
423,704024
515,4858212

T	200	charakteristische Lebensdauer
b	0,83	Ausfallsteilheit

Praxis	Simulation	Simulation
270,9	218,6	Mitte Wert
128,6	131,0	Median
287,6	500	Standardabweichung
	5000	Anzahl Daten

Neue Berechnung mit F9!

Bemerkung zur Simulation:

Die Funktion in Spalte A benutzt die ABS() Funk
 In seltenen unerklärlichen Fällen produzieren E
 In EXCEL Foren wurde darüber bereits früher be
 Mit ABS() wird die fatale Folge davon abgesiche

QUALITY APPS im TQU-VERLAG
 www.tqu-verlag.de