



TQU Verlag

# Projektmanagement mit der Critical Chain Methode

Pufferzeiten besser nutzen

# QUALITY APPS Applikationen für das Qualitätsmanagement

## Projektmanagement mit der Critical Chain Methode

### Pufferzeiten besser nutzen

[Autor: Dr. Konrad Reuter](#)

Critical-Chain-Projektmanagement (CCPM) oder auch Critical-Chain-Management (CCM) basiert auf den Ideen von Eliyahu M. Goldratt (Theory of Constraints). Es erweitert das klassische Projektmanagement um die Vermeidung von schädlichem Multitasking und den verbesserten Umgang mit Schätzungen, deren Streuungen und damit verbundenen Zeitpuffern. Das schädliche Multitasking wird vermieden, indem die Menge der Teilprojekte auf ein beherrschbares Maß begrenzt wird. Es wird mit real verfügbaren Ressourcen und nach Prioritäten (Kette) geplant. Der längste Pfad, bezogen auf den Ressourcenverbrauch, wird als "Kritische Kette" bezeichnet. Der verbesserte Umgang mit Schätzungen wird möglich, wenn die unvermeidlichen Streuungen der Bearbeitungszeiten akzeptiert und die damit verbundenen positiven und negativen Zeitreserven (Puffer) im Sinne des Projektes genutzt werden können (Puffermanagement).

Im "klassischen" Projektmanagement (Netzplantechnik) sind die Dauern der Teilprojekte inklusive aller Verzögerungen und Pufferzeiten im Projektplan festgelegt. Das Gesetz von Parkinsons Gesetz, das besagt, dass Puffer immer genutzt und nie gekürzt werden, des Studentensyndroms, das besagt, dass so spät wie möglich begonnen wird, und kombiniert mit dem Gesetz von Murphy, das besagt, dass immer etwas schiefgeht, werden im Projekt diese Reserven nahezu immer vollständig ausgeschöpft, in der Regel sogar überschritten. Verfrühungen kommen so gut wie nie vor. Das geplante Projektende ist ständig in Gefahr. Mit CCPM werden Schätzungen der Puffer so gewählt, dass sie mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit (z. B. 50 Prozent) genutzt werden. Die Differenz zu der klassischen Schätzung wird als "Puffer" bezeichnet. Die Differenz zu der klassischen Schätzung wird als "Puffer" bezeichnet. Hierdurch können sich Verfrühungen und Verspätungen während der gesamten Projektlaufzeit ausgleichen. Insbesondere Verfrühungen können genutzt werden, um den Projektpuffer insgesamt zu kürzen (z. B. um 50 Prozent). Das Ergebnis kann eine sehr hohe Termintreue verbunden mit einer Verkürzung der Durchlaufzeiten sein.

Die Drei-Punkt-Schätzung der Dauern der Zeitpuffer der Teilprojekte (optimistisch, pessimistisch und realistisch) durch die Projektbeteiligten ist in der Regel nicht symmetrisch verteilt. In diesem QUALITY APP wird das Ermitteln der CCPM Projektpuffer einer kritischen Projektkette in der statistisch exakten Berechnung (schiefe Dreiecksverteilung) durchgeführt und durch Simulation der Überlagerungen der Zeitreserven berechnet. Die Berechnung erfolgt für alle Teilprojekte einer kritischen Kette (kritischer Pfad), d. h. die Arbeitsschritte schließen unmittelbar aneinander an. Parallele Teilprojekte werden nicht in die Überlegungen eingeschlossen. Die Applikation ist hilfreich für Projektbeauftragte und Projektleiter, die ressourcenkritische Projekte überdenken und steuern müssen.

Ansprechpartner: Dr. Konrad Reuter Telefon: 0171/6006604

TQU Verlag, Magirus-Deutz-Straße 18, 89077 Ulm Deutschland, Telefon 0731/14660200, [verlag@tqu-group.com](mailto:verlag@tqu-group.com), [www.tqu-verlag.com](http://www.tqu-verlag.com)

# QUALITY APPs Applikationen für das Qualitätsmanagement

## Lizenzvereinbarung

Dieses Produkt "Projektmanagement nach der Critical Chain Methode" 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 einer wesentlichen Beeinträchtigung der Nutzung dieses Softwareproduktes führen, leisten wir kostenlos Ersatz. Bei einem unzulässigen und unautorisierten Einsatz des Produktes ist die Haftung für Schäden, die durch die Nutzung entstehen, ausgeschlossen. Wir übernehmen keine Gewähr dafür, dass die angebotenen Lösungen für bestimmte vom Kunden beabsichtigte Zwecke geeignet sind.

Die Mappe ist insgesamt geschützt. Die einzelnen Blätter sind durch einfache Schutzmaßnahmen geschützt. Zellen, Zeilen, Spalten oder Blätter können ausgeblendet werden. Die Gruppe der Verleger ist nicht verantwortlich für die Verbreitung von Kopien, die ohne Erlaubnis des Verlegers erstellt wurden, übernehmen der Autor und der Verlag keinerlei weitere Verpflichtungen.

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 Schulungs- und Informationsmaßnahmen bei anderen 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.

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

## Projektmanagement mit der Critical Chain Methode

### Pufferzeiten besser nutzen

#### Hintergrund

Critical-Chain-Projektmanagement (CCPM) oder auch Critical-Chain-Management (CCM) basiert auf den Ideen von Eliyahu M. Goldratt (Theory of Constraints). Es erweitert das klassische Projektmanagement um die Vermeidung von schädlichem Multitasking und den verbesserten Umgang mit Schätzungen, deren Streuungen und damit verbundenen Zeitpuffern. Das schädliche Multitasking wird vermieden, indem die Menge der Teilprojekte auf ein beherrschbares Maß begrenzt wird. Es wird mit real verfügbaren Ressourcen und nach Prioritäten (Kette) geplant. Der längste Pfad, bezogen auf den Ressourcenverbrauch, wird als "Kritische Kette" bezeichnet. Der verbesserte Umgang mit Schätzungen wird möglich, wenn die unvermeidlichen Streuungen der Bearbeitungszeiten akzeptiert und die damit verbundenen positiven und negativen Zeitzerserven (Puffer) im Sinne des Projektes genutzt werden können (Puffermanagement).

Im "klassischen" Projektmanagement (Netzplantechnik) wird die Dauer der Projekte inklusive eines ansonsten notwendigen Pufferzeitpuffers auf Grund des Programms Gesetz, das besagt, dass Puffer immer genutzt und nie reduziert werden dürfen, das heißt, das Projekt so möglich früh zu beginnen, und kein Risiko mit dem Gesetz der Physik zu belegen, dass immer etwas schiefeht, werden im Projekt diese Reserven nahezu immer vollständig ausgeschöpft, in der Regel sogar überschritten. Verfrühungen können so gut wie nie vor das geplante Projektende vollständig in Gefahr. Mit CCPM werden Schätzungen der Puffer so gewählt, dass sie mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit (z. B. 50 Prozent) genutzt werden. Die Differenz zu der klassischen Schätzung wird als gemeinschaftlicher Projektpuffer für alle Arbeitspakete an das Projektende gestellt. Hierdurch können sich Verfrühungen und Verspätungen während der gesamten Projektlaufzeit ausgleichen. Insbesondere Verfrühungen können genutzt werden, um den Projektpuffer insgesamt zu kürzen (z. B. um 10 oder 20 %). Der Anteil an Verfrühungen, der in der Projektlaufzeit zu einer Verkürzung der Durchlaufzeiten sein.

#### Lösung

Die Drei-Punkt-Schätzung der Dauern der Zeitpuffer der Teilprojekte (optimistisch, pessimistisch und realistisch) durch die Projektbeteiligten ist in der Regel nicht symmetrisch verteilt. In diesem QUALITY APP wird das Ermitteln der CCPM Projektpuffer einer kritischen Projektkette in der statistisch exakten Berechnung (schiefe Dreiecksverteilung) durchgeführt und durch Simulation der Überlagerungen der Zeitzerserven berechnet. Die Berechnung erfolgt für alle Teilprojekte einer kritischen Kette (kritischer Pfad), d. h. die Arbeitsschritte schließen unmittelbar aneinander an. Parallele Teilprojekte (nach Goldratt: schlechtes Multitasking) werden nicht in die Überlegungen eingeschlossen.

#### Anwendung

Die Applikation ist hilfreich für Projektbeauftragte und Projektleiter, die ressourcenkritische Projekte überdenken und steuern müssen.

#### Nutzung

In der Regel besteht eine Vorstellung, wann ein Gesamtprojekt fertig sein muss und welche Teilprojekte zu bearbeiten sind. In einem Netzplan können die Arbeitsgänge dargestellt werden und der kritische Pfad (längste Bearbeitungsdauer) ermittelt werden. Für die auf diesem Pfad liegenden Teilprojekte und Arbeitsschritte kann die CCPM Methode angewendet werden.

**Schritt 1:** Dreipunktschätzung. Zuerst ermittelt man bei den Projektmitgliedern die pessimistische Schätzung, dann die optimistische und schließlich die realistische Schätzung der notwendigen Bearbeitungszeit für jedes Teilprojekt.

**Schritt 2:** Abgleich der notwendigen Ressourcen

**Schritt 3:** Pufferbildung. Nach CCPM werden die Teilprojekte möglichst spät begonnen, um Nacharbeiten zu vermeiden, wenn sich später neue Erkenntnisse ergeben.

#### Statistik

Für die Nutzung einer asymmetrischen Dreiecksverteilung zur Beschreibung von Zeitdauern gilt folgende Symbolik.

optimistische Zeit - a (minimale Zeit ohne jegliche Verzögerung, technische Prozessdauer)

realistische Zeit - c (Dichtegipfel, Modalwert, Erfahrungswerte analoger Projekte)

pessimistische Zeit - b (unter Berücksichtigung von Risiken)

Bei Prozesszeitmodellen mit einer Zeitachse gegen  $\infty$  wird eine Kappung für b vorgenommen, vorzugsweise bei 95%.

Median für  $b-c > c-a$  (linkssteil, typisch für Zeitdauern)

$$x_m = b - \sqrt{(b-a) \cdot (b-c) / 2}$$

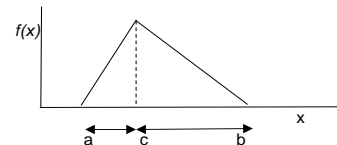
Erwartungswert:

$$x_{\text{quer}} = (a+b+c) / 3$$

Asymmetrie:

$$k = (c-a) / (b-a) \quad (\text{linkssteil bei } k < 0,5)$$

Quantile



$$\text{für } P \leq k : a \cdot \sqrt{\frac{1}{\sigma^2} \left( \frac{k - \mu}{\sigma} \right)^2 - \ln \left( \frac{k - \mu}{\sigma} \right)}$$

$$\text{für } P > k : b \cdot \sqrt{\frac{1}{\sigma^2} \left( \frac{k - \mu}{\sigma} \right)^2 - \ln \left( \frac{k - \mu}{\sigma} \right)}$$

# QUALITY APPs im TQU VERLAG

www.tqu-verlag.de

Die Addition der Zeiten wird mit der Monte-Carlo-Methode vorgenommen (hier besteht Analogie zur Markov-Kette der stochastischen Priorisierung).

Das Blatt "Daten\_S" zeigt die Simulationsergebnisse und die Kennwerte.

Das Blatt "Dichtefunktion" zeigt das Ergebnis der Simulation (die x-Achse muss manuell an die Daten angepasst werden).

Als Vergleich ist eine Normalverteilung mit Mittelwert  $\mu$  und Varianz  $\sigma^2$  dargestellt.

## Blatt "Projekte"

Für die Eintragungen und Ergebnisse von Zeiten ist keine Einheit festgelegt. Der Nutzer muss hier gemäß seinem Projekt eine Einheit zuordnen.

Eintragung der Beschreibung der Prozessschritte und zugeordneten Hauptressource.

Eintragung der geschätzten Zeiten optimistisch, realistische und pessimistisch.

Die Werte für den Median werden berechnet.

Die Schätzwerte aus dieser Planung werden zusammengefasst.

Der Puffer berechnet sich gemäß der Literatur aus der Differenz zwischen dem pessimistischen Wert und dem Median (50/50).

Ein aktueller Simulationswert für die Prozessdauer wird angezeigt.

Simulation auslösen (je nach Rechnerleistung dauert es). Der Abschluss des Simulationslaufes wird angezeigt.

Die Ergebnisse der Simulation werden zusammengefasst.

Für die weitere Planung wird die simulierte Pufferzeit verwendet.

In der Literatur wird auf eine weitere mögliche Verkürzung der Pufferzeit verwiesen.

Diese Kürzung kann ausgewählt werden.

Die Überwachung des Projektes ist mit der Eintragung der Istzeiten für jeden Prozessschritt möglich.

Die realisierte Zeiten gehen als feste Werte in weitere Simulationen ein.

Eine Überschreitung des Endtermins bei der Simulation wird angezeigt.

## Diagramm Projektverfolgung

In der Literatur hat sich eine Grafik zur Projektverfolgung etabliert, wie im Blatt Beispiele dargestellt.

Die Fertigstellung der Teilschritte auf der kritischen Kette bezogen zur Zieldauer ist auf der x-Achse dargestellt.

Die y-Achse stellt den Verbrauch von Pufferzeit bezogen auf den verfügbaren Gesamtpuffer dar.

Idealer Weise sollte der Prozessverlauf nahe dem grünen Bereich liegen.

Falls Prozessschritte kürzer als der geplante Median gelaufen sind, gibt es einen Pufferzeitgewinn, die Kurve knickt nach unten ab.

Der grüne und der rote Bereich sind als Grafik eingebaut und müssen nach dem Simulationslauf und der ggf. Kürzung der Pufferzeit manuell nachgeführt werden.

Zur Orientierung hierfür dienen errechnete Linien rot und grün.

## EXCEL

Die EXCEL Umsetzung verwendet vorteilhafterweise Namen für Variable und Konstanten.

Die farbige Formatierung von Zellen erfolgt funktionsbezogen, teils als bedingte Formatierung.

Die EXCEL-Funktion Modalwert kann bei simulierten Daten nicht verwendet werden.

Die x-Achse der Dichtefunktion ist manuell nachzuführen (Achse formatieren, Grenzen).

## Schutz

Dieses APP ist lauffähig ab Excel 2010. Das APP enthält Makros, die zu Beginn einer Bearbeitung aktiviert werden müssen. Bei den eingetragenen Daten handelt es sich um Vorschläge und Testdaten, sie müssen vor der Anwendung vom Benutzer entsprechend verändert oder gelöscht werden. Es wird empfohlen das Original vorher zu sichern. Die Mappe ist insgesamt geschützt. Der Schutz kann nicht aufgehoben werden. Die einzelnen Zellen und Blätter der Mappe sind durch einfachen Excel-Schutz geschützt. Einzelne Zellen, Blätter oder Zeilen wie Spalten können zum Schutz gesperrt oder ausgeblendet sein. Werden vom Anwender die eingerichteten Schutzmaßnahmen aufgehoben, lehnen der Autor und der Verlag alle weiteren Verpflichtungen ab. Quellen sind benannt und übernommene Inhalte sind gekennzeichnet. Für benannte Links wird keinerlei Haftung übernommen.

## 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.

Prozessbeschreibung			Zeitschätzungen				Simulation	Realisierung
Benennung	Ressource	Code	optimist	realist	pessimist	50/50	Zeit	Istzeit
Projekt vorbereiten		P_1	2,0	4,5	9,0	5,03	3,99	6,0
Projektleiter festlegen		P_2	1,0	2,0	3,0	2,00	2,39	2,0
Projekt spezifizieren		P_3	10,0	15,0	20,0	15,00	14,36	17,0
Arbeitspakete festlegen		P_4	5,0	8,0	13,0	8,53	11,97	11,0
Projektteam festlegen		P_5	6,0	7,0	12,0	8,13	7,00	5,0
Kick off vorbereiten		P_6	1,0	2,0	3,0	2,00	1,46	4,0
Projekt starten		P_7	1,0	2,0	3,0	2,00	2,65	
Projektbesprechung		P_8	2,0	3,0	5,0	3,27	3,77	
Teilprojekte vorstellen		P_9	4,0	6,0	12,0	7,10	8,99	
Projektaudit		P_10	1,0	2,0	4,0	2,27	1,58	
		P_11						
		P_12						
		P_13						
		P_14						
		P_15						
		P_16						
		P_17						
		P_18						
		P_19						
		P_20						
		P_21						
		P_22						
		P_23						
		P_24						

QUALITY APPS im TQU VERLAG

[www.tqu-verlag.de](http://www.tqu-verlag.de)

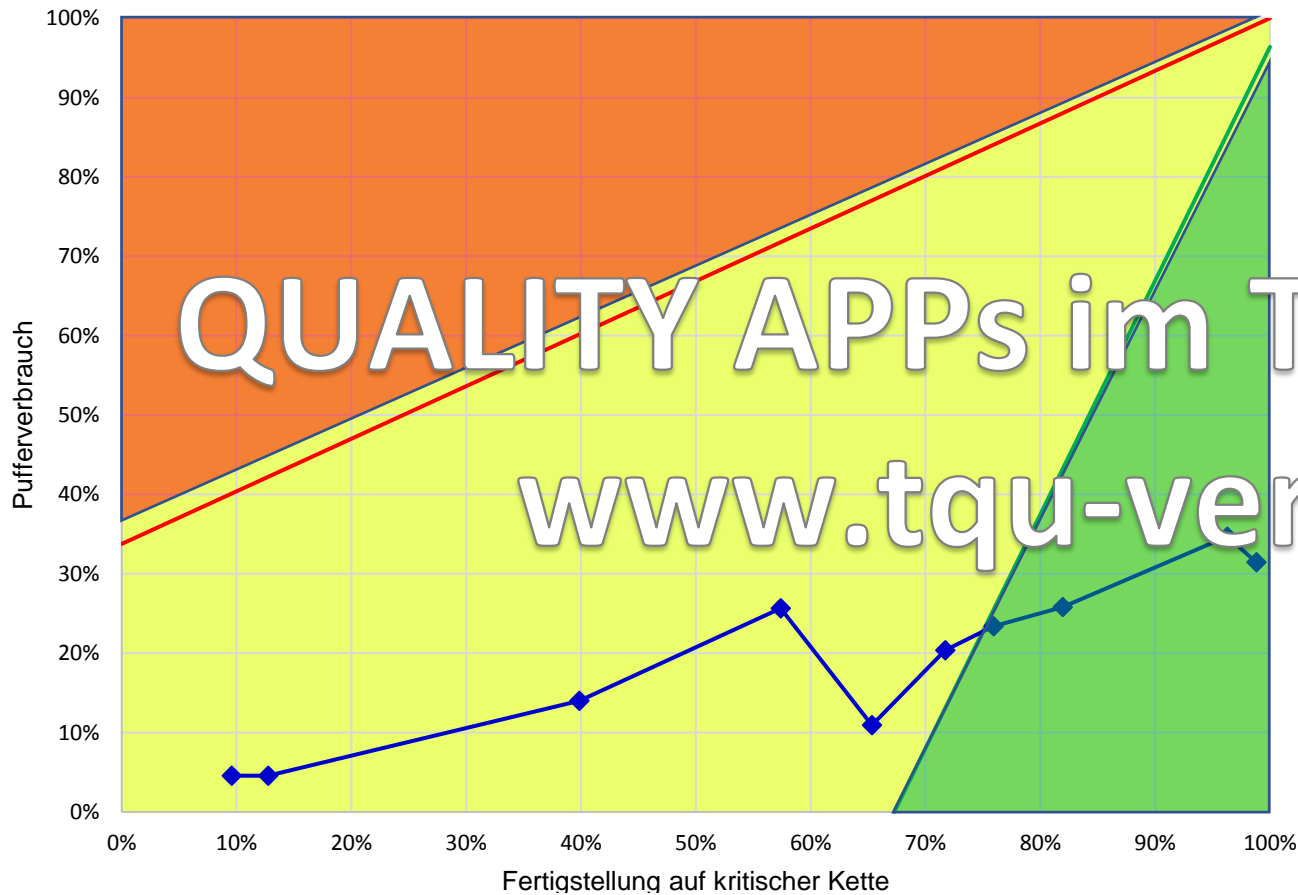
Schätzwerte aus Planung					
optimist	realist	50/50	pessimist	Puffer	Schritte
33,00	51,50	55,32	84,00	28,68	10

Simulation						
optimist	realist	50/50	pessimist	Puffer	n =	aktuell F9
42,21	55,24	41,55	69,81	28,26	5.000	58,16

Quantile	
2,5%	97,5%
48,91	63,71

Planung Puffer	
pess.- 50/50	Kürzung
28,3	25%
Planung Projekt	
Puffer	Dauer
21,2	62,75

Prozessdauer
61,99
im Plan

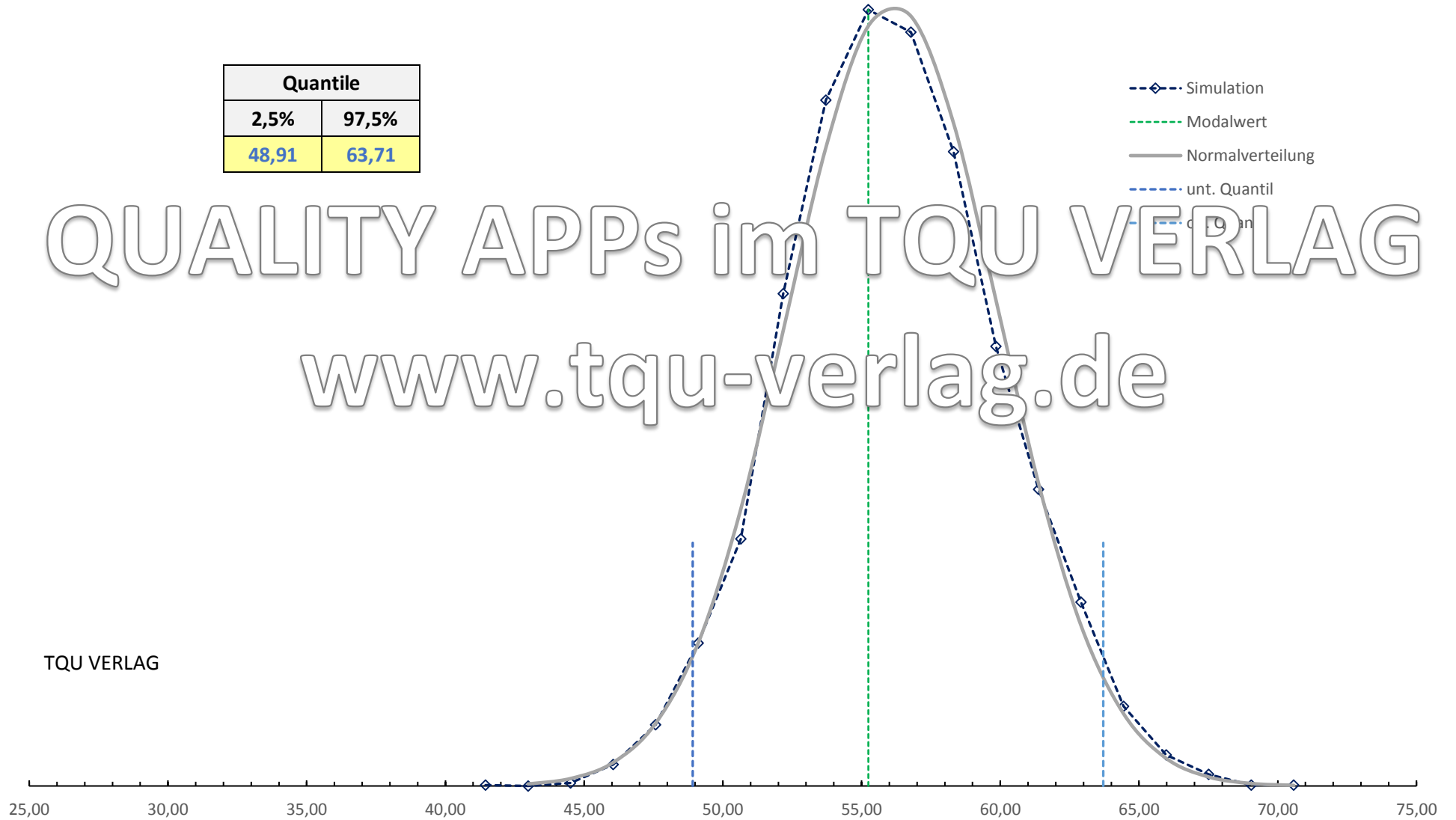


Quantile	
2,5%	97,5%
48,91	63,71

- ◇— Simulation
- Modalwert
- Normalverteilung
- unt. Quantil
- o. Quantil

# QUALITY APPs im TQU VERLAG

[www.tqu-verlag.de](http://www.tqu-verlag.de)





data

54,5297667  
 56,5738254  
 51,8610986  
 51,1425084  
 59,5066083  
 53,9382569  
 53,3040724  
 61,1188181  
 52,896258  
 52,7799749  
 58,8806124  
 53,0834929  
 57,9116618  
 54,88939  
 52,0671  
 54,4740049  
 56,2053392  
 57,2305769  
 53,4210085  
 55,7687815  
 60,4222335  
 52,3032914  
 54,655779  
 57,1910433  
 57,4085257  
 56,2425339  
 63,3390746  
 55,6430062  
 57,2631715  
 57,4892526  
 52,3841902  
 55,7239584

Statistik							
Mittel	56,132	Median	56,012				
Stabw	3,783	Schiefe	0,107				
Max	69,809	Quantil	48,913	2,5%	Auswählen		
Min	42,213	Quantil	63,711	97,5%			
R	27,596						
n	5000	Kl. Weite	1,5331				
Klassen	h(x)	Klassenmitte	f(x)	F(x)	NV	NV	NV
1	42,2126	1	41,44609	0,0002	0,0002		0,0001
2	43,7457	0	42,97919	0	0,0002	0,00041	0,0005
3	45,2788	3	44,51229	0,0006	0,0008	0,00153	0,0021
4	46,8119	22	46,04539	0,0044	0,0052	0,00482	0,0069
5	48,3450	63	47,57849	0,0126	0,0178	0,01290	0,0198
6	49,8781	147	49,11159	0,0294	0,0472	0,02938	0,0492
7	51,4112	254	50,64469	0,0506	0,0978	0,05891	0,1060
8	52,9443	505	52,17779	0,1012	0,1990	0,11681	0,1997
9	54,4774	705	53,71089	0,141	0,3402	0,13120	0,3309
10	56,0105	798	55,24399	0,1596	0,4998	0,15626	0,4872
11	57,5436	775	56,77709	0,155	0,6548	0,15828	0,6455
12	59,0767	677	58,31019	0,134	0,7852	0,13635	0,7818
13	60,6098	452	59,84329	0,0904	0,8756	0,09989	0,8817
14	62,1429	305	61,37639	0,061	0,9366	0,06224	0,9439
15	63,6760	189	62,90949	0,0378	0,9744	0,03298	0,9769
16	65,2091	82	64,44259	0,0164	0,9908	0,01486	0,9918
17	66,7422	32	65,97569	0,0064	0,9972	0,00569	0,9975
18	68,2753	12	67,50879	0,0024	0,9996	0,00186	0,9993
19	69,8084	1	69,04189	0,0002	0,9998	0,00051	0,9998
20	71,3415	1	70,57499	0,0002	1	0,00012	1,0000
häufigste Klasse		798	Modalwertermittlung				
Zeile		10	0,1596				
Wert		55,24399	empirischer Modalwert				

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

Name	Zuordnung	Bedeutung
a	=Projekte!\$D\$3:\$D\$27	<i>optimistische Zeitdauer</i>
b	=Projekte!\$F\$3:\$F\$27	<i>pessimistisch Zeitdauer</i>
c_	=Projekte!\$E\$3:\$E\$27	<i>realistische Zeitdauer</i>
data	=Daten_S!\$A\$2:\$A\$10000	<i>Simulationsdaten</i>
k	=Projekte!\$Y\$3:\$Y\$27	<i>Form der Verteilung, <math>k &lt; 0,5</math> &gt;&gt; linkssteil</i>
median	=Projekte!\$G\$2:\$G\$27	<i>50/50 Wert</i>
n	=Daten_S!\$E\$7	<i>Anzahl Simulationen</i>
P	=Projekte!\$Z\$3:\$Z\$27	<i>Wahrscheinlichkeit</i>
t_p	=Projekte!\$M\$14	<i>Projektdauer</i>

TQU Verlag, Magirus-Deutz-Straße 18, 89077 Ulm Deutschland, Telefon 0731/14660200, verlag@tqu-gro