



TQU VERLAG

**Sequentielle
Stichproben-
prüfung**

Probieren und Studieren

Sequentielle Stichprobenprüfung

Effizientere Prüfpläne für attributive Prüfungen

[Autor: Dr. Konrad Reuter](#)

Bei der sequentiellen Stichprobenprüfung (Sequential Sampling) wird der Stichprobenumfang nicht vor Beginn festgelegt. Zunächst wird eine kleine Stichprobe gezogen und analysiert. Es folgt dann eine Entscheidung, ob die vorliegende Information hinreichend ist, um eine Hypothese abzulehnen oder anzunehmen, oder ob mehr Information durch Ziehung weiterer Einheiten beschafft werden soll. Dieser Entscheidungsprozess wird fortgesetzt, bis ein hinreichender Informationsstand erreicht ist. Diese sequentielle ("aufeinander folgende") Vorgehensweise ermöglicht eine Minimierung des zur Erzielung einer bestimmten Genauigkeit erforderlichen Stichprobenumfangs. Diese durchaus intelligente Vorgehensweise basiert auf Forschungsarbeiten von Abraham Wald und wird auch "Waldscher Folgetest" genannt.

Abraham Wald (1902 bis 1950) lebte in der Zeit von 1918 bis 1948 nach seiner Flucht aus Deutschland in den USA. Er ist in der Statistik als Begründer der Sequential Sampling bekannt. Er entwickelte die Theorie der sequentiellen Stichprobenprüfung (Sequential Probability Ratio Test). Im Zweiten Weltkrieg war er Mitglied der Forschungsgruppe für Qualitätsmanagement an der Columbia University. Er entwickelte hier seine sequentielle Stichprobenmethode zur Qualitätskontrolle in der Rüstungsindustrie. Die Arbeiten wurden wegen ihrer immensen wirtschaftlichen Bedeutung für die Kriegswirtschaft als geheim eingestuft und wurden erst nach dem Krieg veröffentlicht. 1948 wurde er Präsident des Institute of Mathematical Statistics und Vizepräsident der American Statistical Association. Er starb im Jahre 1950 mit seiner Frau bei einem Flugzeugabsturz auf dem Weg zu einer Gastvorlesung in Indien. *

Die sequentielle Stichprobenprüfung nach Wald ist eine Vorgehensweise, bei der die Stichprobenumfangs festlegung nicht im Voraus erfolgt, sondern erst dann, wenn die Stichprobe eine Entscheidung über die Qualität des Produktes zulässt. In der Praxis ist es oft nicht möglich, die sequentielle Stichprobenprüfung durchzuführen, da die sequentiellen Verfahren fast sicher mit endlichem Stichprobenumfang enden. Anders ausgedrückt ist die Befürchtung, dass die sequentiellen Verfahren quasi unendlich laufen, unbegründet. Das Verfahren wird durch Grafiken anschaulich unterstützt. Sequentielle Stichprobenverfahren sollten immer dann zur Anwendung kommen, wenn die Prüfkosten oder die Prüfzeiten besonders hoch sind.

In diesem QUALITY APP aus der Reihe Probieren und Studieren wird der Folgetest nach Wald im Anwendungsfall Stichprobenprüfung attributiver Merkmale umgesetzt, wie er zum Beispiel in der Wareneingangsprüfung oder in der Endprüfung industriell erzeugter Produkte vorkommt. Eindrucksvoll wird bewiesen, dass in vielen Fällen erhebliche Einsparungen an Prüfkosten möglich werden können. Es wird weiter mathematisch gezeigt, dass die sequentiellen Verfahren fast sicher mit endlichem Stichprobenumfang enden. Anders ausgedrückt ist die Befürchtung, dass die sequentiellen Verfahren quasi unendlich laufen, unbegründet. Das Verfahren wird durch Grafiken anschaulich unterstützt. Sequentielle Stichprobenverfahren sollten immer dann zur Anwendung kommen, wenn die Prüfkosten oder die Prüfzeiten besonders hoch sind.

Die Applikation ist so gestaltet, dass interaktiv die Grundlagen der Auswertung der Analysedaten und deren wichtigsten Kenngrößen verstanden und angewendet werden können. Dieses QUALITY APP liefert dem Qualitäts- und dem Produktionsmanagement wertvolle Unterstützung bei der statistischen Bewertung von Analysedaten. Die Applikation ist im Excel-Format und kann sofort eingesetzt werden.

Ansprechpartner: Dr. Konrad Reuter
Telefon: 0171/6006604

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

*Quelle Wikipedia

QUALITY APPS Applikationen für das Qualitätsmanagement

Lizenzvereinbarung

Dieses Produkt " Sequentielle Stichprobenprüfung " wurde vom Autor Dr. Konrad Reuter 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. Beschreibungen und Funktionen verstehen sich als Beschreibung von Nutzungsmöglichkeiten und nicht als rechtsverbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften. Wir übernehmen keine Gewähr dafür, dass die angebotenen Lösungen für bestimmte vom Kunden beabsichtigte Zwecke geeignet sind.

Sie erlauben sich damit, das 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 Informationsmaterialien oder anderen Unternehmen (Beratung, Schulungsrichtung etc.) verwenden, vollziehen Sie sich unabhängig von dem in Weg in einer entsprechenden Vereinbarung in Verbindung mit unseren Produkten. Unsere Produkte werden kontinuierlich weiterentwickelt. Bitte kontaktieren Sie uns, wenn Sie ein Update wünschen.

Das APP ist zu Test- und Anwendungszwecken geeignet.

Dieses APP ist lauffähig unter Excel. Die Daten sind als Drucken und als Daten in Excel-Dateien für die Verwendung in Berichten geeignet bzw. ersetzt werden.

Die Mappe ist insgesamt geschützt. Die einzelnen Blätter sind geschützt. Die einzelnen Blätter der Mappe sind als Excel-Dateien geschützt. Einzelne Blätter oder Zeilen wie Spalten können ausgeblendet sein. Werden vom Anwender die eingestellten Schutzmaßnahmen aufgehoben oder Programmveränderungen vorgenommen, lehnen der Autor und der Verlag alle weiteren Verpflichtungen ab.

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.

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

1. Statistik

1.1 kurze Einführung

Die Sequentialstichprobenpläne entstammen der Überlegung, von Einfach- über Zweifach- und Mehrfachstichprobenplänen zu immer kleineren Teilstichproben zu kommen, bis praktisch nach jedem geprüften Teil entschieden wird.

Die Entscheidung wird getroffen zwischen:

"Weiterprüfen" weil die erforderliche Information entsprechend den gewählten Risiken noch nicht erreicht ist,

"Ablehnung H₀" weil die Rückweiselinie überschritten ist,

"Annahme H₀" weil die Annahmelinie überschritten ist.

Es treten die in der Statistik üblichen Risiken auf:

Fehler 1. Art, α-Risiko, auch Lieferantenrisiko, auch falscher Alarm

Als ein "guter" Bestandteil wird durch Zufall eine "schlechte" Stichprobe gezogen, der Lieferant weist für die Lieferung zu wenig Mängel auf.

Fehler 2. Art, β-Risiko, auch Abnehmerisiko, auch verpasste Gelegenheit

Aus einem "schlechten" Los wird durch Zufall eine "gute" Stichprobe gezogen, der Abnehmer nimmt - fälschlicherweise - an, dass das Los gut ist.

Damit verknüpft sind die Fehleranteile

Fehleranteil beim Risiko α -> p_α

Fehleranteil beim Risiko β -> p_β

Es gilt die Forderung p_α < p_β.

Geprüft wird die Nullhypothese H₀ (p <= p_α) gegen H₁ (p >= p_β).

Kriterium ist das Wahrscheinlichkeitsverhältnis: $\frac{P(p_{\beta}, n)}{P(p_{\alpha}, n)}$

Für die Fortsetzung der Prüfung gilt:

$$\frac{\beta}{1 - \alpha} < \frac{P(p_{\beta}, n)}{P(p_{\alpha}, n)} < \frac{1 - \beta}{\alpha}$$

Aus diesen Bedingungen werden die Grenzl意思ien für Annahme bzw. Rückweisung unter Zugrundelegung der Binomialverteilung berechnet.

[Grafikdaten](#)

Die Anwendung der Binomialverteilung verlangt wie auch bei der Stichprobenprüfung nach AQL, dass der Stichprobenumfang n < 0,1N ist.

[Arbeitsblatt](#)

Da der Stichprobenumfang n ja zu Beginn der Prüfung noch nicht fest liegt, wird für drei Fehleranteile der mittlere Stichprobenumfang errechnet.

Damit ist eine Abschätzung zum zu erwartenden Stichprobenaufwand und der dafür erforderlichen Losgröße möglich.

1.2 Grafik

Der Test wird in der Regel durch eine spezielle Grafik unterstützt.

[Arbeitsblatt](#)

Die Anzahl der fehlerhaften Teile r wird auf der Y-Achse dargestellt.

Die X-Achse wird mit der Anzahl der bisher geprüften Teile belegt.

Die Annahmelinie (grün) grenzt den Bereich der Nullhypothese ab.

Die Rückweiselinie (rot) grenzt den Bereich der Alternativhypothese ab.

Zwischen diesen beiden Linien befindet sich der Bereich des "Weiterprüfens".

Die Auswirkung der Änderung der Prüfbedingungen kann an der Grafik gut beobachtet werden.

Die senkrechte Stützungslinie wird bei 0,1*N eingezeichnet.

1.3 Operationscharakteristik OC

OC

Die Berechnung der Operationscharakteristik (OC) kann für 5 Punkte erfolgen.

[Grafikdaten](#)

Auf ein Glätten der Kurve durch EXCEL wurde verzichtet, da zu wenige Punkte vorliegen und sich deshalb unsinnige Kurvenabschnitte ergeben können.

1.4 durchschnittlicher Prüfaufwand

Prüfaufwand

Die Berechnung des durchschnittlichen Prüfaufwandes kann analog der OC für 5 Punkte erfolgen.

[Grafikdaten](#)

Die Kurve zeigt ein Maximum an der Stelle der größten Entscheidungsunsicherheit.

2. Anwendung

Im Blatt Merkmal sind die charakterisierenden Angaben zum Produkt einzutragen.

[Merkmal](#)

Die Risiken für den Fehler 1. Art und den Fehler 2. Art sind vor Beginn festzulegen.

[Arbeitsblatt](#)

Gleiches gilt für die zugewiesenen Fehleranteile p_α und p_β.

Als Anhaltspunkte können Werte der AQL Einfachstichprobenprüfung verwendet werden.

Nach diesen Eingaben ist zu beachten, ob die Losgröße N die für Anwendung der Binomialverteilung erforderliche Voraussetzung n <= 0,1N erfüllt.

Die Spalte mit den fehlerhaften Teilen wird komplett auf "Null" gesetzt (auch als Musterdatei).

Die Anzahl der fehlerhaften Teile r kann sich jeweils nur um 1 erhöhen.

Das vierte Feld der Funktion "Gültigkeit" für die Eingabe der r-Werte ist für die Berechnung des durchschnittlichen Prüfaufwandes bzw. der Losgröße N erforderlich.

Das vierte Feld der Funktion "Gültigkeit" für die Eingabe der r-Werte ist für die Berechnung des durchschnittlichen Prüfaufwandes bzw. der Losgröße N erforderlich. Das vierte Feld der Funktion "Gültigkeit" für die Eingabe der r-Werte ist für die Berechnung des durchschnittlichen Prüfaufwandes bzw. der Losgröße N erforderlich.

Die einzutragende Summe der geprüften Teile muss in jeder Zeile mindestens um 1 größer als die vorhergehende Zeile sein. www.tqu-verlag.de

Zusätzlich erfolgt eine numerische Anzeige der jeweiligen Entscheidung.

Weiterhin wird die Anzahl Teile bis zum Erreichen der Annahmelinie berechnet unter der Voraussetzung, dass keine weiteren fehlerhaften Teile gefunden werden.

Wird die Stückzahl $n = 0,1N$ erreicht, sollte der Test abgebrochen werden (Stutzung).

3. EXCEL

Die EXCEL-Lösung stützt sich auf folgende Prinzipien:

Funktionelle Aufteilung auf verschiedene Blätter.

Optische Hervorhebung von Zellen in Abhängigkeit von ihrer Funktion.

Kommentierung wesentlicher Zellen

Vergaben von Namen für Variable.

Die Liste muss nach Änderungen mit F3 manuell aktualisiert werden.

Textliche Kommentierungen in rot kursiv.

Bezug auf Zellen mit Funktionen

Reagieren auf Bedingungen /Verzweigungen

Ausblenden von Zellinhalten, die nicht zutreffend sind, insbesondere bei Grafiken.

Erzwingung einer geeigneten Zahlenformatierung im Protokoll mit vorgegebener Stellenzahl.

Verknüpfung von Zellinhalten über "&"

Zellen werden in Berechnungsblättern und Protokollen nicht über "Zellen verbinden" formatiert!

Als Lösung dient die Formatierung schmaler Spalten und die Formatierung

benachbarter Zellen mit "Über Auswahl zentrieren".

Die Nachteile verbundener Zellen sind damit vermieden..

Ausblenden von Blättern, die nicht ständig gebraucht werden.

Blattschutz gegen versehentliches Überschreiben bitte nutzerintern anpassen.

Herstellung von Testblättern zur Überprüfung der Daten in der Datei.

Protokollblätter ermöglichen die Abänderung der Daten.

Eingabe Daten
errechnete Werte
Bezeichnungen

[Namen](#)

Bemerkungen

VERGLEICH(;;0)
INDIREKT()
ISTLEER()
ISTZAHL()
WENN(;;)
FEST(;;)
="text1"&BEZUG

QUALITY APPS im TQU VERL [TQC](#) [TQM](#)

4. Quellen

Müller et al.: Lexikon der Qualität, VCH, 1995

Sachs, L.: Angewandte Statistik, Springer Verlag 7. Auflage 1992

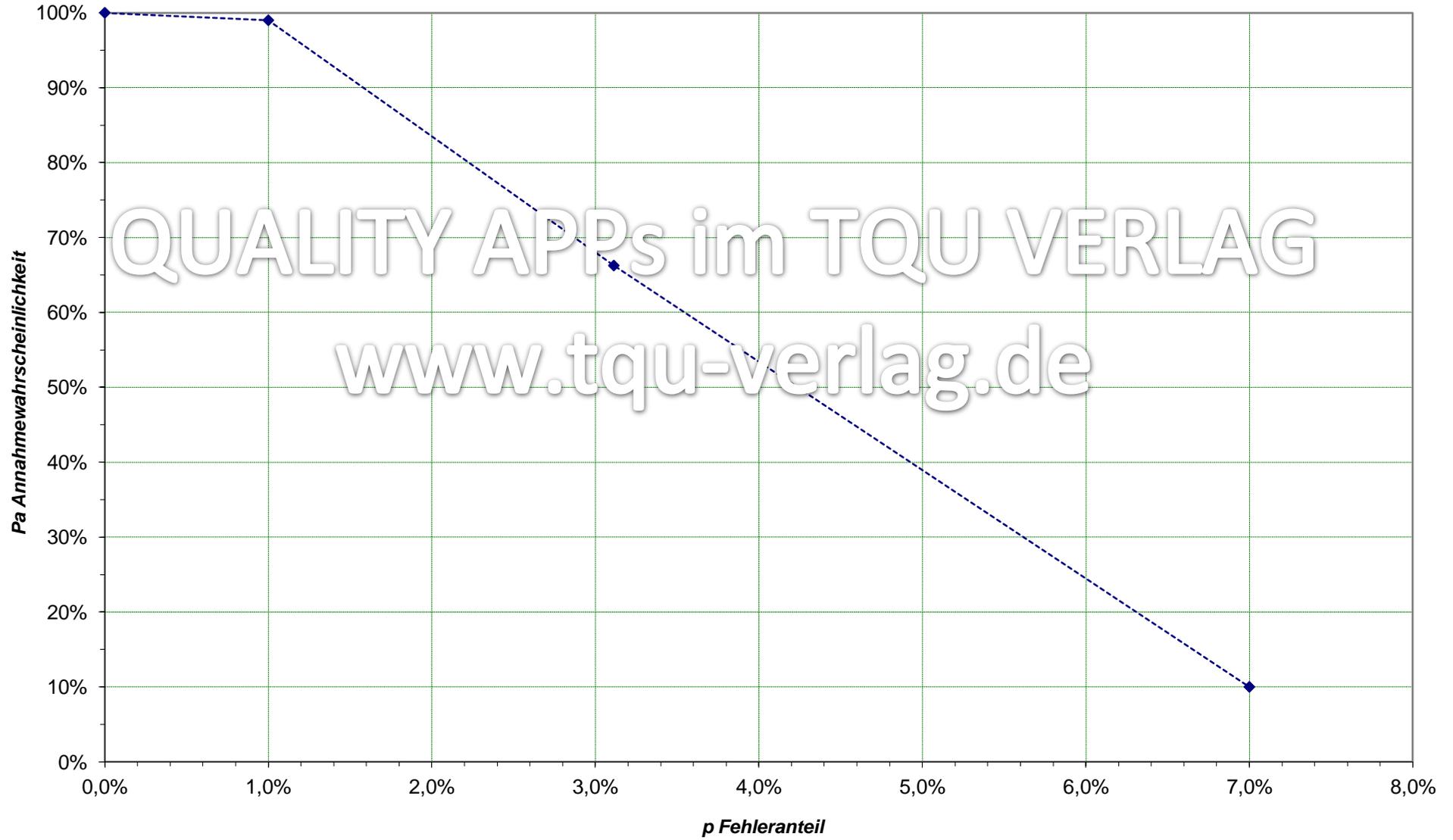
Schindowski, Schürz: Statistische Qualitätskontrolle, Verlag Technik 1974

Bezeichnung	Testteil		
Teile-Nr.	4711		
Auftrag-Nr.	30025		
Losumfang	1500		
Merkmal	Lehrenhaltigkeit		
Lehre	0815		
Prüfer			
Datum	11.11.2012		
Ergebnis	geprüft	132	Teile
	fehlerhaft	3	
	Los	Weiterprüfen	

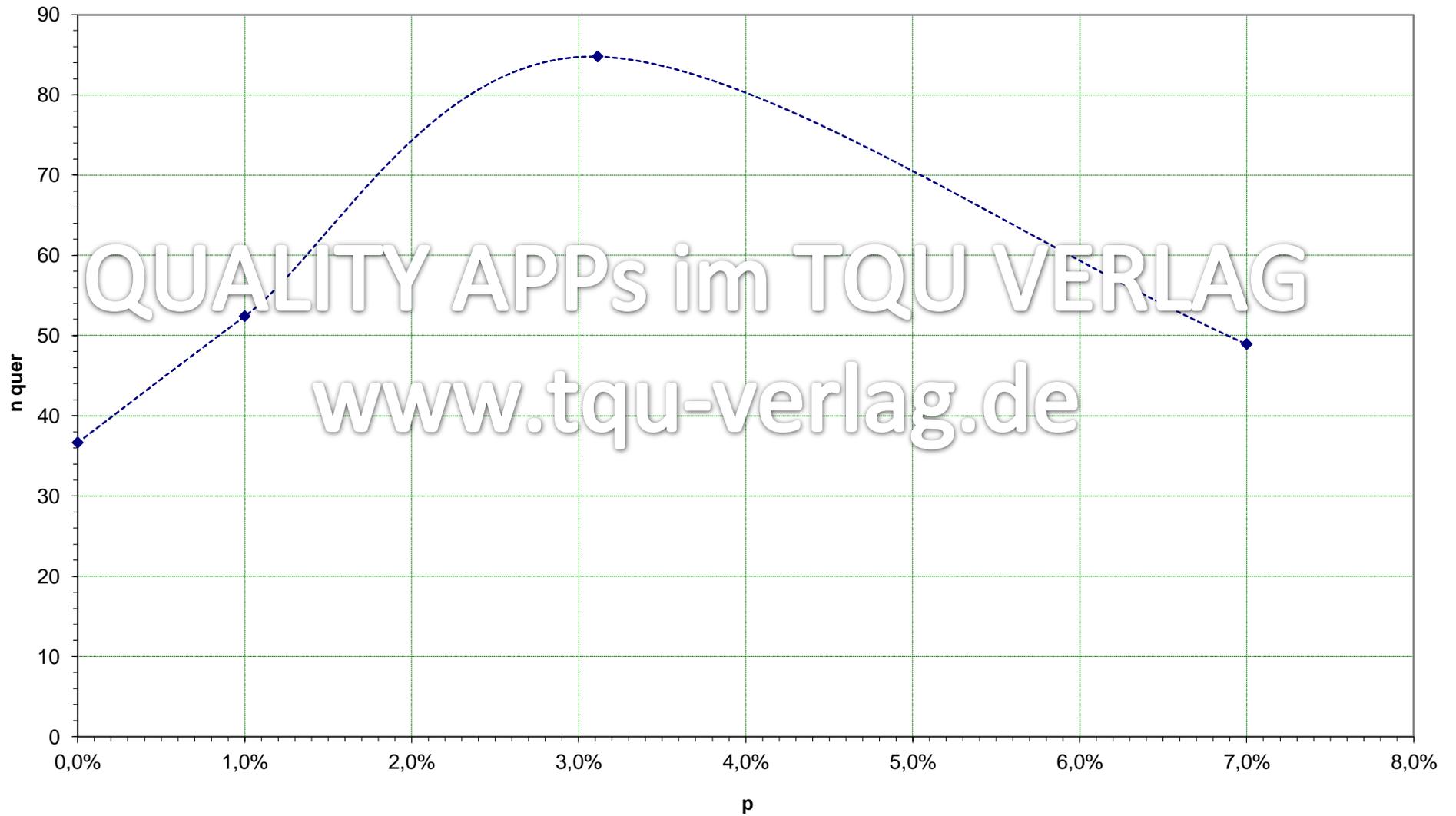
QUALITY APPs im TQU VERLAG

www.tqu-verlag.de

OC



durchschnittlicher Prüfaufwand



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

Abnehmer- risiko	Lieferanten- risiko	vorgegebene Fehleranteile		Dateneingabe Test		Vergleich			Datum	Tester	Ergebnis
		p_β	p_α	n	r						
β	α					18,000	4,665	0,105	01.11.2012	Reuter	i.O.
10%	5%	10,000%	1,00%			90,000	0,108	0,104			
						1	1				
						n.i.C.					

QUALITY APPS im TQU VERLAG

Die Testdaten kopieren und im Arbeitsblatt manuell als "Wert" einkopieren.
www.tqu-verlag.de