

TQU VERLAG

# Die Auslesepaarung

Funktionstoleranzen  
optimal sichern



## Die Auslesepaarung Funktionstoleranzen optimal sichern

[Autor: Jürgen P. Bläsing](#)

Werkstücke werden häufig in Kombination mit anderen Bauteilen verwendet. Ein Beispiel dafür sind Wellen und Buchsen. Aus Funktionsgründen ist es in der Praxis oft notwendig, das Schließmaß (Schließspiel) zu optimieren. Dies führt zu technologischen Schwierigkeiten, verbunden mit erheblichen Kosten der Fertigung. Die Auslesepaarung kann in diesen Fällen ein alternatives Lösungsansatz sein. Statt einer engen Toleranzanforderung an die gefertigten Teile werden die gefertigten Teile in vorgegebene Klassen sortiert (ausgelesen). Anschließend werden nur Teile miteinander kombiniert (gepaart), die in geeigneten Klassen sortiert sind. Die gefertigten Teile werden vom Nennwert ausgehend nach links und rechts in Klassen eingeteilt, die jeweils eine von der Funktionstoleranz abhängige Breite von aufweisen. Bei einer Kombination von Wellen und Buchsen aus derselben Klasse ergibt sich die Verteilung des Schließmaßes aus der Faltung der Klassen von Welle und Buchse. Das Spiel jeder Kombination liegt damit in dem Sollbereich. Bei der Auslesepaarung können Verluste entstehen durch Teile, die nicht in eine der Klassen zuordnungsbar sind.

Diese Applikation zeigt das Grundprinzip der Auslesepaarung und unterstützt bei Überlegungen zum Minimieren der Verluste. Angenommen wird eine Normalverteilung der produzierten Teile. Die Anzahl der Klassen kann bis zu 20 variiert werden. Das Arbeiten wird durch grafische Darstellungen visualisiert.

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

## Lizenzvereinbarung

Dieses Produkt "Die Auslesepaarung" 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. 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 ausschließlich für bestimmte von Kunden selbst absichtliche Zwecke geeignet sind.

Die Mappe ist insgesamt geschützt, die einzelnen Blätter sind durch einfachen Excel-Schutz geschützt. Zellen, Zeilen, Spalten oder Blätter können ausgeblendet oder gesperrt sein. Werden die Schutzmaßnahmen von Anwendern aufgehoben, treten für den TQU 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

## Die Auslesepaarung Funktionstoleranzen optimal sichern

### Hintergrund

Werkstücke werden häufig nicht alleine sondern in Kombination mit anderen verwendet. Ein Beispiel dafür sind Wellen und Buchsen. Aus Funktionsgründen ist es in der Praxis oft notwendig, das Schließmaß (Spiel) eng zu tolerieren. Die engen Spiele führen in der Regel zu technologischen Schwierigkeiten, verbunden mit erheblichen Kosten der Fertigung. Die Auslesepaarung kann in diesen Fällen eine interessante Lösung sein. Statt einer Einengung der Herstelltoleranzen werden die gefertigten Teile in vorbereitete Klassen sortiert (ausgelesen). Anschließend werden nur Teile miteinander kombiniert (gepaart), die in geeigneten Klassen sortiert sind. Diese Vorgehensweise (Auslesepaarung) erlaubt die Fertigung oder den Einkauf der Einzelteile innerhalb einer praktikablen marktüblichen Herstelltoleranz bei Sicherung der optimalen Funktionstoleranz. Allerdings ist mit dem Verfahren ein zusätzlicher Aufwand hinsichtlich Prüf-, Sortier- und Logistikkosten verbunden. Die mit dem Verfahren verbundene eingeschränkte Austauschbarkeit der Teile kann durch ein geeignetes Baugruppenmanagement beherrscht werden. Die Vorgehensweise wurde von Prof. O. Kienzle, Berlin, im Jahr 1942 veröffentlicht.

### Lösung

Buchsen und Wellen werden so hergestellt, dass jeweils prozessstypische, zum Beispiel normalverteilte Maße, entstehen. Die Passung zwischen Bohrung und Welle darf funktionsbedingt einen maximalen Wert (Größtspiel  $s_g$ ) nicht überschreiten und einen minimalen Wert (Kleinstspiel  $s_k$ ) nicht unterschreiten. Die Prozesse werden so eingestellt, dass der Abstand der Mittelwerte von Buchsen und Wellen dem Sollwert (Nennspiel) der Funktionspassung entspricht:  $(s_g + s_k)/2$ . Die gefertigten Teile werden in Klassen sortiert, die jeweils eine von der Funktionstoleranz abhängige Breite von aufweisen:  $(s_g - s_k)/2$ . Bei einer Kombination von Wellen und Buchsen ergibt sich die Klasse, die jeweils die Funktionstoleranz erfüllt. Das Spiel jeder Kombination liegt damit in dem Sollbereich (Größtspiel - Kleinstspiel). Bei dieser Vorgehensweise können Verluste entstehen durch Teile, die sich nicht einer der Klassen zuordnen lassen oder durch Teile, die außerhalb der Herstelltoleranzen OT bzw. UT liegen. Verluste entstehen auch dann, wenn die Produktionsstreuung der beteiligten Komponenten nicht identisch ist. Üblicherweise orientiert man sich an dem Bauteil, das schwieriger herstellbar ist (Bezugsteil), zum Beispiel an der Bohrung einer Buchse, und legt dann die Parameter Mittelwert und Streuung des Gegenstücks, zum Beispiel der Welle, fest.

### Anwendung

Folgende Vorgehensweise kann empfohlen werden:

- Festlegen der funktionsbedingten Spieltoleranz (Größtspiel  $s_g$ , Kleinstspiel  $s_k$ )
- Berechnen der Klassenbreite:  $(s_g - s_k)/2$
- Stichprobe aus der Gesamtheit der Bezugsteile mit Feststellen von Mittelwert und Streuung
- Herstelltoleranzen festlegen oder übernehmen
- Wahl einer geeigneten Klassenzahl, in die sortiert werden soll unter Beachtung einer optimalen Ausbringung
- Festlegen der Messtechnik; die notwendige Genauigkeit orientiert sich an der Klassenbreite
- Festlegen der Mittelwertseinstellung für das zu kombinierende Gegenstück, zum Beispiel Welle

### Nutzung

Das QualityApp zeigt das Grundprinzip der Auslesepaarung und unterstützt bei Überlegungen zum Minimieren der Verluste. Angenommen wird eine Normalverteilung der produzierten Teile. Die Anzahl der Klassen kann bis zu 20 Klassen variiert werden. Das Arbeiten wird durch grafische Darstellungen visualisiert.

### Schutz:

Dieses APP ist lauffähig unter Excel. 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.

## Die Auslesepaarung

### Funktion

Größtspiel der Passung sg	0,200 mm
Kleinstspiel der Passung sk	0,100 mm
Klassenbreite	0,05 mm
Zahl der Klassen	13

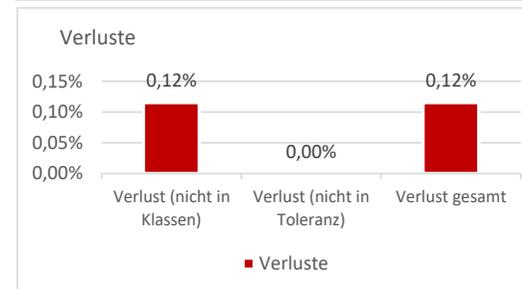
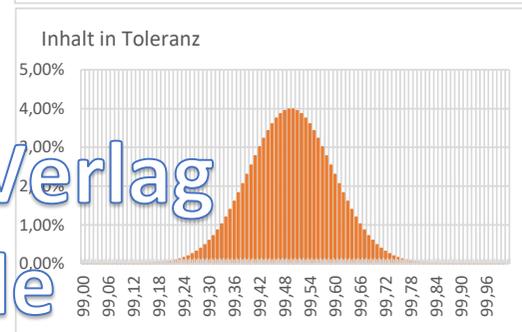
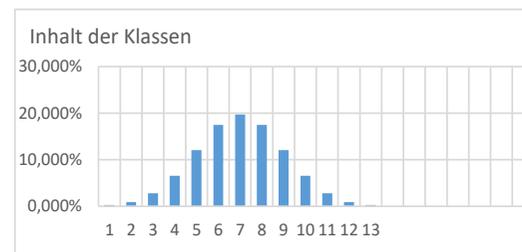
### Herstellprozess Stichprobe

Mittelwert xquer	99,500 mm
Standardabweichung s	0,100 mm

### Grundgesamtheit

Obere Toleranzgrenze	100,000 mm
Untere Toleranzgrenze	99,000 mm
Toleranz	1,000 mm
Cp	1,67
Cpko	1,67
Cpku	1,67

Klasse	Klassengrenzen		Inhalt Klasse
	links	rechts	
1	99,175	99,225	0,24%
2	99,225	99,275	0,92%
3	99,275	99,325	2,78%
4	99,325	99,375	6,56%
5	99,375	99,425	12,10%
6	99,425	99,475	17,47%
7	99,475	99,525	19,74%
8	99,525	99,575	17,47%
9	99,575	99,625	12,10%
10	99,625	99,675	6,56%
11	99,675	99,725	2,78%
12	99,725	99,775	0,92%
13	99,775	99,825	0,24%



### Ergebnisse

Inhalt der Klassen gesamt	99,88%
Inhalt in Toleranz	100,00%
Verlust (nicht in Klassen)	0,12%
Verlust (nicht in Toleranz)	0,00%
Verlust gesamt	0,12%

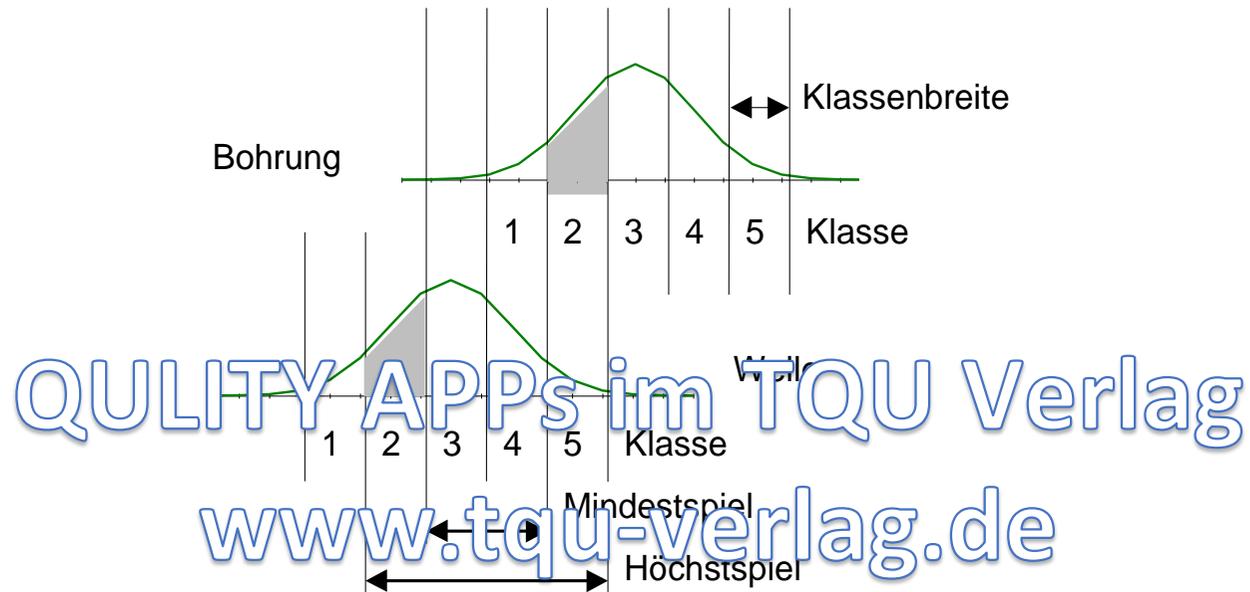
### Lage Gegenstück Mittelwert

Welle	99,35 mm
Bohrung	99,65 mm

### notwendige Messtechnik

Genauigkeit	+ - 0,0025 mm
-------------	---------------

## Die Auslesepaarung



weitere Quellen: Design for Six Sigma: Konzepte zur Toleranzeinengung über Korrelationen (hs-karlsruhe.de)  
Auslese-Paarung | SpringerLink

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