



# Toleranzanalyse linearer Maßketten

Berechnungseinheit	Toleranzen ISO 286	Toleranzen ANSI B4.1	Passungen ISO 286	Passungen ANSI B4.1	ISO 2768
SI Units (N, mm, kW...)	11	7	g 7	G 7	LC 3 m

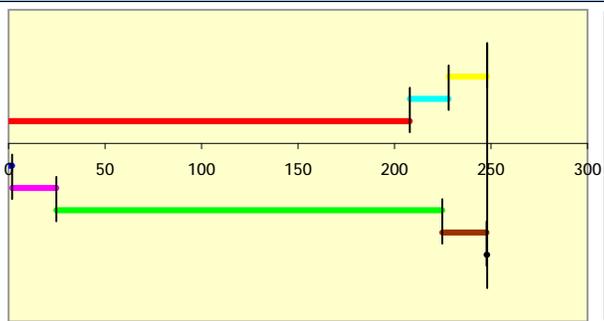
Projektinformationen

## A Basisanalyse der Toleranzen

### 1.0 Vorschlag und Optimierung der Maßkette

#### 1.1 Vorschlag der Maßkette

Marke	Name des Teiles	Teilmaße [mm]						Optimierte Toleranz		
		Nennwert	Toleranz	Minimum	Maximum	$\mu$	$\sigma$	fix	WC	RSS
A	Welle	208.000	+0.03600 -0.03600	207.96400	208.03600	208.00000	0.012000	<input type="checkbox"/>	+0.04600 0	+0.25500 -0.20500
B	Sicherungsring	-1.750	0 -0.06000	1.69000	1.75000	1.72000	0.010000	<input checked="" type="checkbox"/>	0 -0.06000	0 -0.06000
C	Lager	-23.000	0 -0.12000	22.88000	23.00000	22.94000	0.020000	<input checked="" type="checkbox"/>	0 -0.12000	0 -0.12000
D	Lagerbuchse	20.000	+0.02600 -0.02600	19.97400	20.02600	20.00000	0.008667	<input checked="" type="checkbox"/>	+0.02600 -0.02600	+0.02600 -0.02600
E	Gehäuse	-200.000	+0.14500 -0.14500	199.85500	200.14500	200.00000	0.048333	<input checked="" type="checkbox"/>	+0.14500 -0.14500	+0.14500 -0.14500
F	Lagerbuchse	20.000	+0.02600 -0.02600	19.97400	20.02600	20.00000	0.008667	<input checked="" type="checkbox"/>	+0.02600 -0.02600	+0.02600 -0.02600
G	Lager	-23.000	0 -0.12000	22.88000	23.00000	22.94000	0.020000	<input checked="" type="checkbox"/>	0 -0.12000	0 -0.12000
H								<input type="checkbox"/>		
I								<input type="checkbox"/>		
J								<input type="checkbox"/>		
Z	Schließmaß	0.250	+0.53300 -0.23300	0.01700	0.78300	0.40000	0.059417	<input type="checkbox"/>		



A	B
C	D
E	F
G	H
I	J
K	L
M	N
O	P
Q	R
S	T
U	V
W	X
Y	Z

#### 1.2 Optimierung der Maßkette

#### 1.3 Grenzmaße des Schließmaßes:

1.4 Unteres Abmaß	LL	0.05000	[mm]
1.5 Oberes Abmaß	UL	0.80000	[mm]

#### 1.6 Parameter der Optimierung:

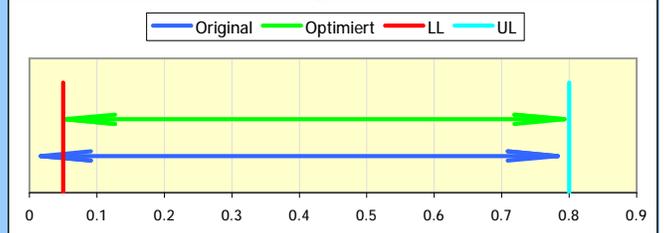
1.7 Optimierungsprozess	Zentrierung und Optimierer
1.8 Toleranzgenauigkeit	genormte Toleranz
1.9 Minimale Toleranzgröße	Toleranzklasse 6
1.10 Geforderte Ausbeute	99.73 ( $\pm 3$ Sigma)
1.11 Optimierung starten	

### 2.0 Parameter für das Schließmaß

2.1 Geforderte Grenzmaße	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2 Erlaubtes unteres Abmaß	LL 0.05000 [mm]
2.3 Erlaubtes oberes Abmaß	UL 0.80000 [mm]
2.4 Mittelwert	0.425000 [mm]

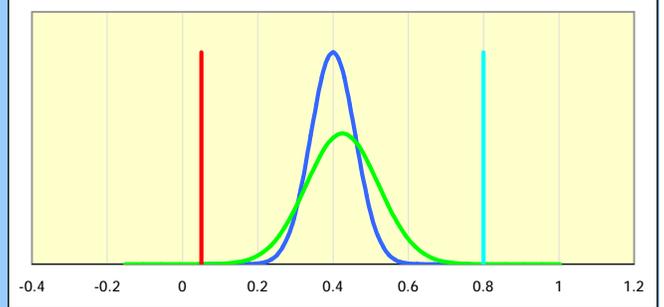
	Original	Optimiert	
2.5 Arithmetische Rechnung			
2.6 Mittelwert	$\mu$ 0.400000	0.423000	[mm]
2.7 Toleranz	$\pm T$ 0.383000	0.370000	[mm]
2.8 Minimale Größe	$Z_{min}$ 0.017000	0.053000	[mm]
2.9 Maximale Größe	$Z_{max}$ 0.783000	0.793000	[mm]

#### 2.19 Arithmetische Rechnung (WC)



	Original	Optimiert	
2.10 Statistische Rechnung			
2.11 Mittelwert	$\mu$ 0.400000	0.425000	[mm]
2.12 Standardabweichung	$\sigma$ 0.059417	0.096250	[mm]
2.13 Produktionsausbeute	Y 100.000	99.990	[%]
2.14 Ausschuss	R 0.0	97.8	[PPM]
2.15 Grenzmaße für die Ausbeute	99.73 ( $\pm 3$ Sigma)		[%]
2.16 Toleranz	$\pm T$ 0.178250	0.288751	[mm]
2.17 Minimale Größe	$Z_{min}$ 0.221750	0.136249	[mm]
2.18 Maximale Größe	$Z_{max}$ 0.578250	0.713751	[mm]

#### 2.20 Statistische Rechnung (RSS) Grenzmaße



## B Deformation des Systems aufgrund von Temperaturänderung

### 3.0 Vorschlag der Maßkette

3.1 Betriebstemperatur	T	100.0	[°C]
------------------------	---	-------	------

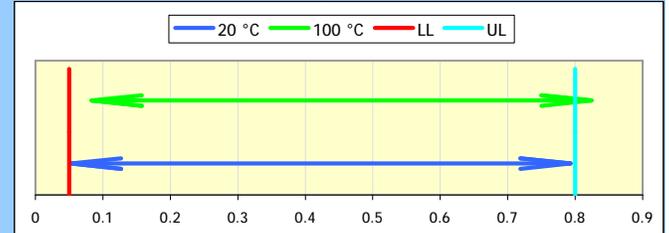
### 3.2 Vorschlag der Maßkette

Marke	Name des Teiles	Teilmaße [mm]				Wärmeausdehnungskoeffizient		Funktionsabmaße	
		Nennwert	Toleranz	Minimum	Maximum	[10 <sup>-6</sup> /°C]	<input checked="" type="checkbox"/>	Minimum	Maximum
▲	A Welle	208.000	+0.04600 0	208.00000	208.04600	Unlegierter Stahl ▼	11.4	208.18970	208.23574
	B Sicherungsring	-1.750	0 -0.06000	1.69000	1.75000	Unlegierter Stahl ▼	11.4	1.69154	1.75160
	C Lager	-23.000	0 -0.12000	22.88000	23.00000	Unlegierter Stahl ▼	11.4	22.90087	23.02098
	D Lagerbuchse	20.000	+0.02600 -0.02600	19.97400	20.02600	Unlegierter Stahl ▼	11.4	19.99222	20.04426
	E Gehäuse	-200.000	+0.14500 -0.14500	199.85500	200.14500	Gusseisen ▼	9.5	200.00689	200.29711
	F Lagerbuchse	20.000	+0.02600 -0.02600	19.97400	20.02600	Unlegierter Stahl ▼	11.4	19.99222	20.04426
	G Lager	-23.000	0 -0.12000	22.88000	23.00000	Unlegierter Stahl ▼	11.4	22.90087	23.02098
	H					Unlegierter Stahl ▼	11.4		
	I					Unlegierter Stahl ▼	11.4		
▼	J					Unlegierter Stahl ▼	11.4		
	Z Schließmaß	0.250	+0.54300 -0.19700	0.05300	0.79300			0.08347	0.82410

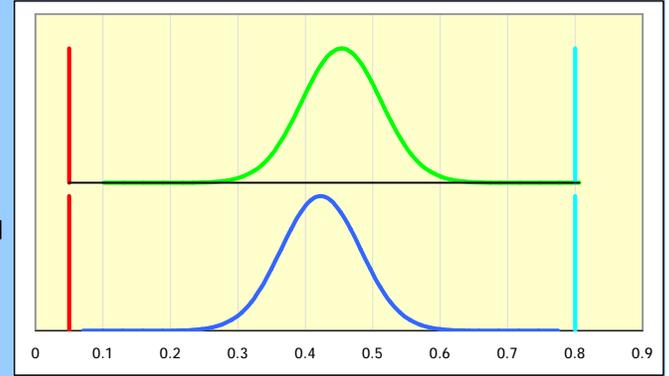
### 4.0 Parameter für das Schließmaß

4.1	Material	Unlegierter Stahl ▼ <input type="checkbox"/>	
4.2	Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha$	0.0 [10 <sup>-6</sup> /°C]	
4.3	<b>Grenzmaße</b>	<b>20 °C</b>	<b>100 °C</b>
4.4	Unteres Abmaß LL	0.05000	0.050000 [mm]
4.5	Oberes Abmaß UL	0.80000	0.800000 [mm]
4.6	Mittelwert	0.425000	0.425000 [mm]
4.7	<b>Arithmetische Rechnung</b>	<b>20 °C</b>	<b>100 °C</b>
4.8	Mittelwert $\mu$	0.423000	0.453786 [mm]
4.9	Toleranz $\pm T$	0.370000	0.370315 [mm]
4.10	Minimale Größe $Z_{min}$	0.053000	0.083470 [mm]
4.11	Maximale Größe $Z_{max}$	0.793000	0.824101 [mm]
4.12	<b>Statistische Rechnung</b>	<b>20 °C</b>	<b>100 °C</b>
4.13	Mittelwert $\mu$	0.423000	0.453786 [mm]
4.14	Standardabweichung $\sigma$	0.058695	0.058743 [mm]
4.15	Produktionsausbeute Y	100.000	100.000 [%]
4.16	Ausschuss R	0.0	0.0 [PPM]
4.17	Grenzmaße für die Ausbeute	99.73 ( $\pm 3$ Sigma) ▼ [%]	
4.18	Toleranz $\pm T$	0.176085	0.176228 [mm]
4.19	Minimale Größe $Z_{min}$	0.246915	0.277558 [mm]
4.20	Maximale Größe $Z_{max}$	0.599085	0.630013 [mm]

### 4.21 Arithmetische Rechnung (WC)



### 4.22 Statistische Rechnung (RSS) Grenzmaße



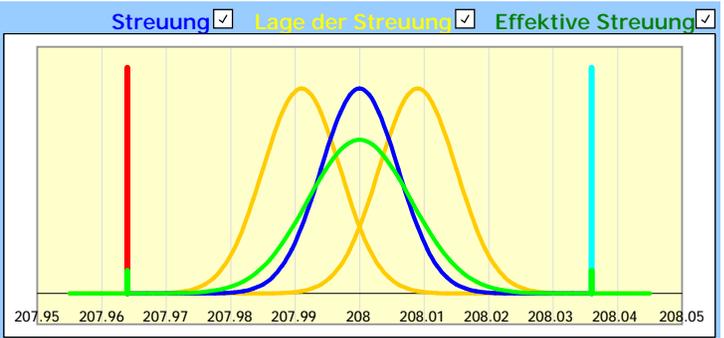
### C Erweiterte statistische Analyse (6 Sigma)

### 5.0 Vorschlag der Maßkette

### 5.1 Vorschlag der Maßkette

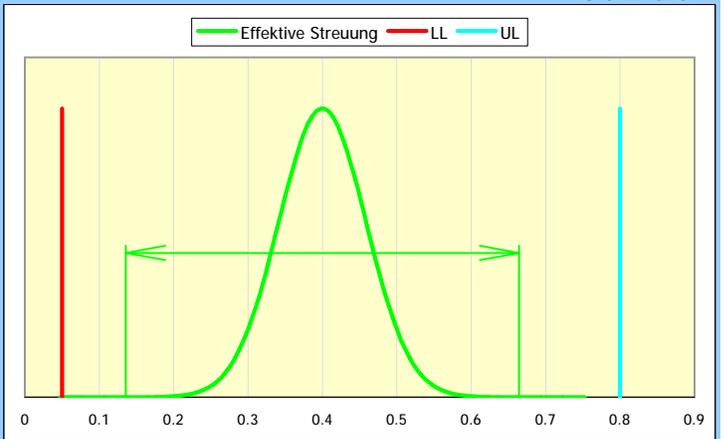
Marke	Name des Teiles	Teilmaße [mm]		Verteilung	Index der Prozessfähigkeit			Effektive Streuung	
		Nennwert	Toleranz		$C_p$ <input checked="" type="checkbox"/>	k	$C_{pk}$	$\mu$	$\sigma$
▲	A Welle	208.000	+0.03600 -0.03600	Normal (6 Sigma) ▼	2.00000	0.250	1.50000	208.00000	0.008000
	B Sicherungsring	-1.750	0 -0.06000	Normal (3 Sigma) ▼	1.00000	0.000	1.00000	1.72000	0.010000
	C Lager	-23.000	0 -0.12000	Normal (3 Sigma) ▼	1.00000	0.000	1.00000	22.94000	0.020000
	D Lagerbuchse	20.000	+0.02600 -0.02600	Normal (3 Sigma) ▼	1.00000	0.000	1.00000	20.00000	0.008667
	E Gehäuse	-200.000	+0.14500 -0.14500	Normal (3 Sigma) ▼	1.00000	0.000	1.00000	200.00000	0.048333
	F Lagerbuchse	20.000	+0.02600 -0.02600	Normal (3 Sigma) ▼	1.00000	0.000	1.00000	20.00000	0.008667
	G Lager	-23.000	0 -0.12000	Normal (3 Sigma) ▼	1.00000	0.000	1.00000	22.94000	0.020000
	H			Normal (3 Sigma) ▼	1.00000				
	I			Normal (3 Sigma) ▼	1.00000				
▼	J			Normal (3 Sigma) ▼	1.00000				
	Z Schließmaß	0.250	+0.53300 -0.23300					0.40000	0.058740

5.2	Parameter für das ausgewählte Teilmaß		A	▼	
5.3	Toleranzgrenzen	207.96400	208.03600	[mm]	
5.4	Mittelwert	$\mu$	208.000000	[mm]	
5.5	Verschiebung	$\Delta\mu$	0.009000	[mm]	
5.6	Standardabweichung	$\sigma$	0.006000	[mm]	
5.7	Effektive Streuung				
5.8	Mittelwert	$\mu$	208.000000	[mm]	
5.9	Standardabweichung	$\sigma$	0.008000	[mm]	
5.10	Ausschuss	R	6.8	[PPM]	
5.11	Grenzmaße	$\pm 4.5 \text{ Sigma}$ ▼	207.96400	208.03600	[mm]



6.0  Parameter für das Schließmaß

6.1	Geforderte Grenzmaße		Grenzmaße <input checked="" type="checkbox"/>	
6.2	Erlaubtes unteres Abmaß	LL	0.050000	[mm]
6.3	Erlaubtes oberes Abmaß	UL	0.800000	[mm]
6.4	Mittelwert		0.425000	[mm]
6.5	Statistische Methode (6 Sigma)			
6.6	Mittelwert	$\mu$	0.400000	[mm]
6.7	Standardabweichung	$\sigma$	0.058740	[mm]
6.8	Fähigkeitsindex	$C_p / C_{pk}$	2.12804	1.98617
6.11	Produktionsausbeute	Y	100.000	[%]
6.12	Ausschuss	R	0.0	[PPM]
6.13	Grenzmaße für die Ausbeute		99.999 ( $\pm 4.5 \text{ Sigma}$ ) ▼	[%]
6.14	Toleranz	$\pm T$	0.264328	[mm]
6.15	Minimale Größe	$Z_{min}$	0.135672	[mm]
6.16	Maximale Größe	$Z_{max}$	0.664328	[mm]



D Selektive Montage

7.0  Vorschlag der Maßkette

7.1 Vorschlag der Maßkette

Marke	Anzahl	Name des Werkstückes	Werkstückmaße [mm]		Anzahl der Intervalle	Grenzmaße in der Toleranzuntergruppe [mm]					
			Nennwert	Toleranz		1	2	3	4	5	6
A	1	Äußerer Ring	160.000	+0.05400 +0.01400	10	160.014 160.018	160.018 160.022	160.022 160.026	160.026 160.03	160.03 160.034	160.034 160.038
B	1	Innerer Ring	-120.000	-0.01200 -0.04700	4	119.953 119.96175	119.96175 119.9705	119.9705 119.97925	119.97925 119.988		
C	2	Rollen	-20.000	+0.00500 -0.01600	10	19.984 19.9861	19.9861 19.9882	19.9882 19.9903	19.9903 19.9924	19.9924 19.9945	19.9945 19.9966
D	1				10						
E	1				10						
F	1				10						
G	1				10						
H	1				10						
I	1				10						
J	1				10						

7.2 Abmaße des Schließmaßes

Z	Kombinationen der Teileuntergruppen						Abmaße [mm]			
	A1	B1	C1	D1	E1	F1	Mittelwert	$\pm$ Toleranz	Minimum	Maximum
	▼	▼	▼	▼	▼	▼	0.074500	0.058500	0.016000	0.133000
	F1	G1	H1	I1	J1	▼	0.088525	0.008475	0.080050	0.097000

8.0  Paaren von Teilen

8.1	Montageparameter		8.8	Aussuchen geeigneter Montagekombinationen				
8.2	Austauschbarkeit Werkstückes sicherstellen	Ja ▼	8.9	Aussuchen	Alle Kombinationen ▼ ▼ ▼			
8.3	Werkstück mit sichergestellten Austauschbarkeit	B ▼	8.10	Suchprozess				
8.4	Grenzmaße		8.11	Suchergebnisse				
8.5	Unteres Abmaß	LL	0.06000	0.04000	[mm]	8.12	Anzahl der möglichen Kombinationen	400
8.6	Oberes Abmaß	UL	0.09000	0.10500	[mm]	8.13	Anzahl geeigneter Kombinationen	75

