

# Inhalt

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	2
2.1	Begriffe	2
2.2	Messunsicherheit	4
2.3	Ermittlung der Messunsicherheit	7
2.3.1	Mathematisches Modell	7
2.3.2	Eingangsgrößen	7
2.3.3	Methoden A und B	7
2.3.4	Standardunsicherheiten	7
2.3.5	Sensitivitätskoeffizienten	8
2.3.6	Standardunsicherheit der Messgröße	8
2.3.7	Erweiterte Messunsicherheit	9
2.4	Andere Verteilungen	10
2.5	Systematische Messabweichungen	12
2.6	Messprozesseignung	13
2.7	Bestätigung der Konformität	15
3	Besonderheiten von Koordinatenmessungen	16
3.1	Überblick	16
3.2	Ausgleichsrechnung	17
3.2.1	Einführung	17
3.2.2	Kovarianzmatrix	18
3.2.3	Kreis	19
3.2.4	Kugel	24
3.2.5	Ebene	27
3.2.6	Zylinder	29
3.2.7	Kegel	31
3.2.8	Bevorzugte Messpunktanordnungen	35
3.2.9	Lochmuster	36
3.3	Geometrieabweichungen	39
3.3.1	Längenmessabweichungen	39
3.3.2	Richtungsabweichungen	41
3.3.3	Formabweichungen	43
3.3.4	Vereinfachte Grenzwerte	45
3.3.5	Beispiel	47
4	Einflussgrößen bei Koordinatenmessungen	48
4.1	Allgemeines	48
4.2	Werkstückoberfläche	49
4.2.1	Ermittlungsmethode B	49
4.2.2	Ermittlungsmethode A	51
4.3	Taster	52
4.3.1	Einmessen	52
4.3.2	Rotationsabweichungen	52
4.4	Geometrieabweichungen	55

4.5	Temperatur	56
4.6	Definition der Messgröße	59
4.7	Lageabweichungen	62
4.8	Bezugssystem	65
4.9	Drehtisch	67
4.10	Aufspannung	69
5	Virtuelles KMG	70
5.1	Konzept	70
5.2	Vorgehen	71
5.3	Beispiel	72
5.4	Grenzen der Methode	73
6	Kalibrierte Werkstücke	74
6.1	Konzept	74
6.2	Vorgehen	74
6.3	Beispiel	75
6.4	Grenzen der Methode	77
7	Berechnung der Messunsicherheit	78
7.1	Allgemeines	78
7.2	Vorgehen	79
7.3	Beispiele	81
7.3.1	Überblick	81
7.3.2	Durchmesser	83
7.3.3	Abstand	85
7.3.4	Position	89
7.3.5	Symmetrie	95
7.3.6	Koaxialität	99
7.3.7	Koaxialität zur gemeinsamen Achse	101
7.3.8	Richtung	105
7.3.9	Form	108
7.4	Grenzen der Methode	110
7.5	Anwendung in der Praxis	111
8	Berechnungstabellen	115
8.1	Überblick	115
8.2	Durchmesser	117
8.3	Abstand	119
8.4	Position	124
8.5	Symmetrie	133
8.6	Koaxialität	139
8.7	Koaxialität zur gemeinsamen Achse	143
8.8	Richtung und Winkel	146
8.9	Form	151
8.10	Lauf	153
9	Andere Bauformen und Sensoren	154
9.1	Überblick	154
9.2	Gelenkarm-KMG	154

9.3	Optische Koordinatenmesssysteme	155
9.4	KMG mit Bildverarbeitung	156
9.5	Multisensor-KMG	158
9.6	Computertomografiegeräte	160
10	Unabhängige Messabweichungen	162
10.1	Fragestellung	162
10.2	Filterung	163
10.3	Harmonische Analyse	164
10.4	Modell für Oberflächenmessungen	165
10.5	Messunsicherheit	167
10.6	Beispiele	169
11	Literatur	171
	Stichwortregister	175