

Claus P. Keferstein, Wolfgang Dutschke

Fertigungsmesstechnik

Praxisorientierte Grundlagen, moderne Messverfahren

6., überarbeitete und erweiterte Auflage 2008

Mit 207 Abbildungen



Teubner

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		1-1
1	Einführung	1 -1
1.1	Übersicht und Struktur des Buches.....	1 - 1
1.2	Bedeutung und Entwicklung der Fertigungsmesstechnik.....	1-3
1.3	Fertigungsmesstechnik innerhalb des Qualitätsmanagements.....	1-6
1.4	Ausbildung in der Fertigungsmesstechnik.....	1-9
2	Grundlagen der Fertigungsmesstechnik	2-12
2.1	Übersicht.....	2 -12
2.2	Grundbegriffe, Definitionen.....	2 -13
•2.2,1	Normen; Richtlinien und GPS.....	2 -16
2.2.2	Maße und Maßtoleranzen.....	2 -17
2.2.3	SI Einheitensystem.....	2 -18
2.2.4	Bewegungsmöglichkeiten eines starren Körpers im Raum.....	2-19
2.3	Maßverkörperungen, Laserinterferometer, Messsysteme.....	2-20
2.3.1	Endmaße, Parallelendmaße.....	2 - 20
2.3.2	Laserinterferometer.....	2-24
2.3.3	Digitale Messsysteme für Länge und Winkel.....	2-33
2.4	Messunsicherheit und deren Ursachen.....	2-35
2.4.1	Bedeutung der Messunsicherheit.....	2-36
2.4.2	Entscheidungsregeln beim Prüfen von Werkstücken.....	2-36
2.4.3	Ursachen für Messunsicherheit.....	2-39
2.4.4	Statistische Grundbegriffe zur Ermittlung der Messunsicherheit.....	2-49
2.4.5	Grundlegende Begriffe im Zusammenhang mit Messunsicherheit.....	2-50

2.4.6	Methoden zur Ermittlung der Messunsicherheit	2-53
2.4.7	Korrekte Angabe von Messergebnissen	2-58
2.4.8	Maßnahmen zur Verringerung der Messunsicherheit	2-58
2.4.9	Vereinfachte Vorgehensweise	2-58
2.4.10	Messunsicherheitbestimmung, ein Beispiel aus der Praxis	2-59
3	Messtechnik im Betrieb und Messraum	3-62
3.1	Übersicht	3 - 62
3.2	Koordinatenmesstechnik	3-63
3.2.1	Grundlagen	3 - 63
3.2.2	Aufbau von Koordinatenmessgeräten	3-68
3.2.3	Bauarten von Koordinatenmessgeräten	3-80
3.2.4	Messunsicherheit von Koordinatenmessgeräten	3-87
3.3	Form- und Lagemesstechnik	3-91
3.3.1	Grundlagen	3 - 91
3.3.2	Form- und Lagetolerierung	3-92
3.3.3	Form- und Lageprüfverfahren	3 - 97
3.4	Oberflächen- und Konturmesstechnik	3 -104
3.4.1	Grundlagen	3 -104
3.4.2	Oberflächen- und Konturprüfgeräte	3-115
3.5	Präzisionsmesstechnik, Abbekomparator, Endmaßprüfung	3-119
3.6	Messräume, Anforderungen, Gestaltung, Klimatisierung	3-122
3.6.1	Grundlagen	3 - 122
3.6.2	Kenngrößen	3 - 122
3.6.3	Klassifikation	3- 124
3.6.4	Architektur und Ausrüstung	3 - 125
4	Fertigungsorientierte Messtechnik	4 -127
4.1	Übersicht	4 -127
4.2	Messmittel und Lehren für Werkstatt und Produktion	4-128
4.2.1	Lehren, Taylorscher Grundsatz	4-129
4.2.2	Längenaufnehmer, Messsignal, Skalen- und Ziffernanzeige	4 -132
4.2.3	Messuhr und Feinzeiger, mechanisch	4 - 133
4.2.4	Längenmessgeräte, induktiv, kapazitiv, analog / digital	4 - 135
4.2.5	Längenmessgeräte, pneumatisch	4 -140

4.3	Messvorrichtungen / Mehrstellenmesstechnik	4 - 143
4.3.1	Baukastensysteme für Messvorrichtungen.....	4- 143
4.3.2	Messautomaten, Messzellen und Automatisierungstechnik	4- 145
4.4	Messen in der Maschine, Längenregelung.....	4 - 146
4.4.1	Beherrschte Fertigung/Produktion.....	4 - 146
4.4.2	Messsteuerung beim Außenrundschleifen.....	4- 148
4.4.3	Weitere Einsatzgebiete von Meßsteuerungen.....	4- 149
4.5	Sichtprüfung durch den Menschen.....	4 - 149
4.5.1	Arten visueller Prüfungen.....	4 - 149
4.5.2	Gestaltung von Sichtprüfearbeitsplätzen.....	4 - 151
4.5.3	Licht und Beleuchtung.....	4 - 153
4.6	Automatisierte Sichtprüfung mit Bildverarbeitung	4- 154
4.6.1	Aufgaben der automatisierten Sichtprüfung.....	4- 155
4.6.2	Aufbau von Systemen zur automatisierten Sichtprüfung.....	4- 161
4.6.3	Systemintegration in die Produktion.....	4 - 169
4.7	Statistische Prozessregelung (SPC).....	4 - 171
4.7.1	Grundlagen.....	4 - 171
4.7.2	Qualitätsfähigkeitskennzahlen.....	4-176
4.7.3	Kurzzeitfähigkeit.....	4 - 178
4.7.4	Vorläufige und Langzeit-Prozessfähigkeit	4 - 179
4.7.5	Qualitätsregelkarten (QRK).....	4 - 180
5	Berührungslos / optische Messverfahren	5 -183
5.1	Übersicht	5 - 183
5.2	Entwicklung und Ordnungssystem.....	5 - 184
5.2.1	Entwicklung.....	5 - 184
5.2.2	Ordnungssystem.....	*• 5 - 185
5.3	Integrierbare optische Sensoren.....	5 - 189
5.3.1	Laser-Autofokusverfahren (1D).....	5 - 189
5.3.2	Chromatischer Sensor (1D).....	5 - 190
5.3.3	Lasertriangulation (1D, 2D).....	5 - 191
5.3.4	Konoskopische Holographie (1D, 2D).....	5 - 194
5.3.5	Kombination: Streifenprojektion (3D) / Bildverarbeitung (2D).....	5 - 195
5.4	Eigenständige optische Messsysteme (1D bis 2.5D).....	5 - 197
5.4.1	Laserscanner (2D).....	5 - 197
5.4.2	Messmikroskop.....	5 - 197

5.4.3	Profilprojektor.....	5 - 199
5.4.4	Messverfahren am Bild und im Bild.....	5 - 200
5.4.5	Optische 2,5D - Koordinatenmesstechnik.....	5 - 201
5.5	Optische 3D - Koordinatenmesstechnik.....	5 - 206
5.5.1	Streifenprojektions-/ Topometrie-/ Moireeverfahren.....	5 - 208
5.5.2	Theodolit.....	5 - 209
5.5.3	Photogrammetrie.....	5 - 210
5.5.4	Lasertracker.....	5 - 212
5.6	Stationäre optische und tomographische 3D-Messsysteme.....	5 - 214
5.6.1	IndoorGPS.....	5 - 214
5.6.2	Computer Tomographie (3D).....	5 - 215
5.7	Systemintegration und Standardisierung optischer Sensoren.....	5 - 217
6	Prüfmittelmanagement	6-219
6.1	Übersicht.....	6 - 219
6.2	Bedeutung und Zusammenhänge.....	6 - 219
6.3	Beherrschte Prüfprozesse.....	6 - 221
6.3.1	Fähigkeit des Messmittels, Verfahren 1.....	6 - 222
6.3.2	Fähigkeit eines Messprozesses mit Bedienerinfluss, Verfahren 2	6 - 225
6.3.3	Fähigkeit eines Messprozesses ohne Bedienerinfluss, Verfahren 3. . . .	6 - 228
6.3.4	Messbeständigkeit eines Messprozesses, Verfahren 4.....	6 - 229
6.3.5	Fähigkeit für Prüfprozesse bei attributiven Merkmalen, Verfahren 5	6 - 230
6.4	Prüfplanung.....	6 - 231
6.4.1	Prüfplanerstellung.....	6 - 231
6.4.2	Funktions- und prozessorientierte Prüfplanung.....	6 - 232
6.4.3	Prüfplanung und beherrschte Fertigung.....	6 - 234
6.4.4	Kalibrierwesen, Rückführbarkeit.....	6 - 236
6.4.5	Prüfmittelverwaltung.....	6 - 239
7	Literatur- und Normenverzeichnis	7 - 241
7.1	Literaturverzeichnis.....	7 - 241
7.1.1	Einführung.....	7 - 241
7.1.2	Grundlagen der Fertigungsmesstechnik.....	7 - 242
7.1.3	Messen im Betrieb und Messraum.....	7 - 242
7.1.4	Fertigungsorientierte Messtechnik.....	7 - 243

X		Inhaltsverzeichnis
7.1.5	Berührungslos/optische Messverfahren.....	7 - 244
7.1.6	Prüfmittelmanagement.....	7 - 245
7.2	Verzeichnis der Normen und Richtlinien.....	7 - 245
7.2.1	Einführung.....	7 - 245
7.2.2	Internationale Normen.....	7 - 246
7.2.3	Nationale Normen.....	7 - 250
7.2.4	Nationale Richtlinien.....	7 - 253
8	Stichwortverzeichnis	8 - 258
9	Abkürzungsverzeichnis	9 - 269