

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1 - 1</b>
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
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Fertigungsmesstechnik</b>	<b>2 - 10</b>
2.1	Übersicht.....	2 - 10
2.2	Grundbegriffe, Definitionen .....	2 - 11
2.2.1	Normen, Richtlinien und GPS .....	2 - 14
2.2.2	Maße und Maßtoleranzen .....	2 - 15
2.2.3	Passung .....	2 - 16
2.2.4	SI Einheitensystem .....	2 - 17
2.3	Maßverkörperungen, Laserinterferometer, Messsysteme .....	2 - 19
2.3.1	Endmaße, Parallelendmaße.....	2 - 19
2.3.2	Laserinterferometer.....	2 - 22
2.3.3	Digitale Messsysteme für Länge und Winkel.....	2 - 30
2.4	Messunsicherheit und deren Ursachen .....	2 - 32
2.4.1	Bedeutung der Messunsicherheit .....	2 - 33
2.4.2	Entscheidungsregeln beim Prüfen von Werkstücken .....	2 - 33
2.4.3	Ursachen für Messunsicherheit.....	2 - 36
2.4.4	Statistische Grundbegriffe zur Ermittlung der Messunsicherheit.....	2 - 45
2.4.5	Grundlegende Begriffe im Zusammenhang mit Messunsicherheit .....	2 - 47
2.4.6	Methoden zur Ermittlung der Messunsicherheit.....	2 - 49

2.4.7	Korrekte Angabe von Messergebnissen .....	2 - 54
2.4.8	Maßnahmen zur Verringerung der Messunsicherheit.....	2 - 55
2.4.9	Vereinfachte Vorgehensweise .....	2 - 55
2.4.10	Messunsicherheitbestimmung, ein Beispiel aus der Praxis .....	2 - 56
<b>3</b>	<b>Messtechnik im Betrieb und Messraum</b>	<b>3 - 59</b>
3.1	Übersicht.....	3 - 59
3.2	Koordinatenmesstechnik .....	3 - 60
3.2.1	Grundlagen.....	3 - 60
3.2.2	Aufbau von Koordinatenmessgeräten.....	3 - 65
3.2.3	Bauarten von Koordinatenmessgeräten .....	3 - 73
3.2.4	Messunsicherheit von Koordinatenmessgeräten.....	3 - 80
3.3	Form- und Lagemesstechnik .....	3 - 82
3.3.1	Grundlagen.....	3 - 82
3.3.2	Form- und Lagetolerierung.....	3 - 83
3.3.3	Form- und Lageprüfverfahren .....	3 - 88
3.4	Oberflächen- und Konturmesstechnik .....	3 - 95
3.4.1	Grundlagen.....	3 - 95
3.4.2	Oberflächen- und Konturprüfgeräte.....	3 - 106
3.5	Präzisionsmesstechnik, Abbekomparator, Endmaßprüfung.....	3 - 110
3.6	Messräume, Anforderungen, Gestaltung, Klimatisierung.....	3 - 113
3.6.1	Grundlagen.....	3 - 113
3.6.2	Spezifikation .....	3 - 113
3.6.3	Klassifikation .....	3 - 116
3.6.4	Architektur und Ausrüstung.....	3 - 116
<b>4</b>	<b>Fertigungsorientierte Messtechnik</b>	<b>4 - 118</b>
4.1	Übersicht.....	4 - 118
4.2	Messmittel und Lehren für Werkstatt und Produktion.....	4 - 119
4.2.1	Lehren, Taylorscher Grundsatz.....	4 - 120
4.2.2	Längenaufnehmer, Messsignal, Skalen- und Ziffernanzeige.....	4 - 123
4.2.3	Messuhr und Feinzeiger, mechanisch.....	4 - 124
4.2.4	Längenmessgeräte, induktiv, kapazitiv, inkremental.....	4 - 126
4.2.5	Längenmessgeräte, pneumatisch .....	4 - 131
4.3	Messvorrichtungen / Mehrstellenmesstechnik .....	4 - 134

4.3.1	Baukastensysteme für Messvorrichtungen.....	4 - 134
4.3.2	Messautomaten, Messzellen und Automatisierungstechnik.....	4 - 136
4.4	Messen in der Maschine, Längenregelung.....	4 - 137
4.4.1	Beherrschte Fertigung/Produktion .....	4 - 137
4.4.2	Messsteuerung beim Außenrundscheifen .....	4 - 139
4.4.3	Weitere Einsatzgebiete .....	4 - 140
4.5	Sichtprüfung durch den Menschen .....	4 - 140
4.5.1	Arten visueller Prüfungen .....	4 - 140
4.5.2	Gestaltung von Sichtprüfearbeitsplätzen .....	4 - 142
4.5.3	Licht und Beleuchtung .....	4 - 144
4.6	Automatisierte Sichtprüfung mit Bildverarbeitung .....	4 - 145
4.6.1	Aufgaben der automatisierten Sichtprüfung .....	4 - 146
4.6.2	Aufbau von Systemen zur automatisierten Sichtprüfung.....	4 - 152
4.6.3	Systemintegration in die Produktion.....	4 - 160
4.7	Statistische Prozessregelung (SPC) .....	4 - 162
4.7.1	Grundlagen .....	4 - 162
4.7.2	Qualitätsfähigkeitskennzahlen .....	4 - 167
4.7.3	Kurzzeitfähigkeit.....	4 - 169
4.7.4	Vorläufige und Langzeit-Prozessfähigkeit.....	4 - 170
4.7.5	Qualitätsregelkarten (QRK) .....	4 - 171
<b>5</b>	<b>Berührungslos/optische Messverfahren</b>	<b>5 - 174</b>
5.1	Übersicht.....	5 - 174
5.2	Entwicklung und Ordnungssystem .....	5 - 175
5.2.1	Entwicklung .....	5 - 175
5.2.2	Ordnungssystem .....	5 - 176
5.3	Messmikroskop und Profilprojektor .....	5 - 178
5.3.1	Messmikroskop .....	5 - 178
5.3.2	Profilprojektor .....	5 - 179
5.3.3	Messverfahren am Bild und im Bild.....	5 - 180
5.4	Punkt- und linienförmige Messverfahren (1D, 2D).....	5 - 181
5.4.1	Lasertriangulation.....	5 - 181
5.4.2	Laser-Autofokusverfahren .....	5 - 184
5.4.3	Konoskopische Holographie .....	5 - 185
5.4.4	Laserscanner.....	5 - 186
5.5	Optische 2,5D - Koordinatenmesstechnik .....	5 - 187

5.6	Optische 3D - Koordinatenmesstechnik .....	5 - 192
5.6.1	Streifenprojektions- / Topometrische- / Moireeverfahren .....	5 - 194
5.6.2	Photogrammetrie.....	5 - 195
5.6.3	Theodolitenmesstechnik .....	5 - 197
5.6.4	Lasertracker .....	5 - 198
5.7	Systemintegration und Standardisierung optischer Sensoren.....	5 - 199
<b>6</b>	<b>Prüfmittelmanagement</b>	<b>6 - 201</b>
6.1	Übersicht.....	6 - 201
6.2	Bedeutung und Zusammenhänge .....	6 - 201
6.3	Beherrschte Prüfprozesse .....	6 - 203
6.3.1	Fähigkeit des Messmittels, Verfahren 1 .....	6 - 204
6.3.2	Fähigkeit eines Messprozesses mit Bedienerinfluss, Verfahren 2.....	6 - 207
6.3.3	Fähigkeit eines Messprozesses ohne Bedienerinfluss, Verfahren 3 .....	6 - 210
6.3.4	Messbeständigkeit eines Messprozesses, Verfahren 4 .....	6 - 211
6.3.5	Fähigkeit für Prüfprozesse bei attributiven Merkmalen, Verfahren 5 ....	6 - 212
6.4	Prüfplanung .....	6 - 213
6.4.1	Prüfplanerstellung.....	6 - 213
6.4.2	Funktions- und prozessorientierte Prüfplanung.....	6 - 214
6.4.3	Prüfplanung und beherrschte Fertigung.....	6 - 216
6.4.4	Kalibrierwesen, Rückführbarkeit.....	6 - 218
6.4.5	Prüfmittelverwaltung .....	6 - 221
<b>7</b>	<b>Literatur- und Normenverzeichnis</b>	<b>7 - 224</b>
7.1	Literaturverzeichnis.....	7 - 224
7.2	Verzeichnis der Normen und Richtlinien .....	7 - 228
<b>8</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>8 - 237</b>
<b>9</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>9 - 248</b>