

Einleitung	XIII
Teil I Normenforderungen an das Prüfmittelmanagement und deren Umsetzung	1
1 Grundlagen	3
1.1 Prüfmittelmanagement in der ISO 9000 und ISO 9001	3
1.2 Prüfmittel, Messmittel, Überwachungsmittel?	5
1.3 Fazit	7
1.4 Literatur	7
2 Umsetzung des Prozessansatzes der ISO 9001 für Prüfprozesse	9
2.1 Forderungen der ISO 9001	9
2.2 Planen und Einführen der Prüfprozesse	17
2.3 Fazit	31
2.4 Literatur	32
3 Lenkung von Prüf- und Messmitteln nach ISO 9001 – Verwaltung und Überwachung	33
3.1 Forderungen der ISO 9001	33
3.2 Identifizierung von Mess- und Prüfmitteln	34
3.3 Festlegung der Nummernkreise	35
3.4 Stammdaten für jedes Prüfmittel	36
3.5 Prüfmittelüberwachung	38
3.5.1 Überwachung	38

3.5.2	Kalibrierung	40
3.5.3	Einige Kalibrierprozesse	56
3.5.4	Bewertung von Kalibrierergebnissen	61
3.5.5	Kalibrierschein	62
3.6	Fazit	66
3.7	Literatur	66
4	Forderungen anderer Normen an das Prüfmittelmanagement	69
4.1	DIN 32937:2006-07 Mess- und Prüfmittelüberwachung	72
4.2	DIN ISO EN 10012 Messmanagementsysteme	73
4.3	Forderungen an Prüfmittel	74
4.4	Literatur	79
Teil II	Standard-Methoden zur Messunsicherheitsanalyse, Messsystemanalyse und Prüfprozesseignung	83
	Literatur	86
5	Messunsicherheitsanalyse nach GUM	87
5.1	Messunsicherheit	89
5.2	GUM schrittweise	91
5.2.1	Schritt 1: Festlegung der Messgröße, Beschreibung der Messaufgabe	92
5.2.2	Schritt 2: Ermittlung und Benennung aller Einflüsse, die Auswirkung auf das Messergebnis haben	92
5.2.3	Schritt 3: Ermittlung der Standardunsicherheit	94
5.2.4	Schritt 4: Ermittlung der kombinierten Standardunsicherheit	106
5.2.5	Schritt 5: Ermittlung der erweiterten Unsicherheit	107
5.3	Dokumentation	110
5.3.1	Erstellen eines Unsicherheitsbudgets	110
5.3.2	Darstellung des Ergebnisses	111
5.4	Fazit	113
5.5	Literatur	113

6	Messsystemanalyse (MSA)	115
6.1	Auswahl eines Messgeräts mit hinreichender Auflösung	119
6.2	Auswahl eines geeigneten Normals oder Referenzteils	120
6.3	Verfahren 1 (Messsystem)	121
6.4	Verfahren 2 (für Messprozesse mit Bedienereinfluss)	129
6.4.1	Schritt 1: Auswahl der Prüfobjekte und der Prüfer	131
6.4.2	Schritt 2: Vorbereitende Dokumentation	132
6.4.3	Schritt 3: Durchführung der Messungen des ersten Prüfers	132
6.4.4	Schritt 4: Durchführung der Messungen weiterer Prüfer	132
6.4.5	Schritt 5: Überprüfung der Teileauswahl	133
6.4.6	Schritt 6: Berechnung von Mittelwerten	134
6.4.7	Schritt 7: Berechnung der Varianzen von Teilsummen	135
6.4.8	Schritt 8: F-Test	135
6.4.9	Schritt 9: Schätzung der Kennwerte EV, AV, PV, IA und TV	136
6.4.10	Schritt 10: Berechnung der Streuung des Messsystems (Kennwert GRR)	138
6.4.11	Schritt 11: Beurteilung der Fähigkeit	138
6.4.12	Schritt 12: Berechnung der Anzahl unterscheidbarer Bereiche im Messprozess	140
6.4.13	Die relative Bedeutung der Kenngrößen EV, AV, IA und PV	141
6.4.14	Der Beitrag der Streuungskomponenten zur Gesamtvarianz	141
6.5	Verfahren 3 (für Messprozesse ohne Bedienereinfluss)	142
6.6	Vorgehen bei „nicht fähigen Messsystemen“	142
6.7	Verfahren 4 (Linearitätsstudie)	144
6.8	Verfahren 5 (fortlaufende Überwachung der Messbeständigkeit)	147
6.9	Verfahren 6: Attributive Messsystemanalyse	149
6.9.1	Lehren	149

6.9.2	Erfassung der Ergebnisse	150
6.9.3	Methoden der Datenanalyse	151
6.10	Fazit	153
6.11	Literatur	154
7	Prüfprozesseignung nach VDA 5	155
7.1	Messunsicherheit an den Spezifikationsgrenzen (DIN EN ISO 14253-1)	161
7.2	Einflüsse auf die Unsicherheit beim Messen	163
7.2.1	Systematische Messabweichung (Genauigkeit, Bias)	163
7.2.2	Wiederholpräzision (Messgerätestreuung)	164
7.2.3	Vergleichspräzision (Bedienerstreuung)	165
7.2.4	Zeitabhängige Streuung (Stabilität, Messbeständigkeit)	166
7.2.5	Linearität (Streuung im Messbereich)	166
7.3	Eignungsprüfung von Messprozessen	168
7.3.1	Standardunsicherheiten, Standard- messunsicherheiten $u(x_i)$	169
7.3.2	Kombinierte Standardunsicherheit $u(y)$	171
7.3.3	Erweiterte Messunsicherheit U	173
7.3.4	Unsicherheitsbudget	174
7.3.5	Eignungskennwerte und deren Grenzwerte	175
7.3.6	Kleinste prüfbare Toleranz	177
7.3.7	Lineare Berücksichtigung an den Toleranzgrenzen	177
7.3.8	Langzeitbetrachtung und laufende Überprüfung	178
7.4	Eignungsnachweis bei attributiven Prüfmitteln	179
7.4.1	Umgang mit nicht geeigneten Messsystemen und -prozessen	179
7.4.2	Firmeninterne Vorgehensweise	179
7.5	Besondere Prüfprozesse	180
7.5.1	Kleine Toleranzen oder Geometrielemente	180
7.5.2	Sonderfälle	180
7.6	Fazit	181

7.7	Exkurs: Messunsicherheitsbetrachtungen in der Inline-Messtechnik (VDA 5.1)	182
7.7.1	Ermittlung der Messsystem- und Messprozesseignung	183
7.7.2	Praxisorientierte Erklärungen	188
7.8	Literatur	189
Literatur	191
Index	195