

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung (V. Gundelach, L. Litz)</b>	<b>1</b>
1.1	Prozeßmeßtechnik als Baustein der Prozeßautomatisierung	1
1.2	Anwenderanforderungen an die moderne Prozeßmeßtechnik	5
1.3	Begriffsdefinitionen im meßtechnischen Umfeld	8
<b>2</b>	<b>Messen von Zustands- und Quantitätsgrößen</b>	<b>11</b>
2.1	Temperaturmessung (H. Rathert)	11
2.1.1	Überblick	11
2.1.2	Physikalische Meßprinzipien	12
2.1.2.1	Widerstandsthermometer	13
2.1.2.2	Thermoelemente	15
2.1.2.3	Strahlungsthermometer	16
2.1.3	Aufgaben, Meßbedingungen, Merkmale der Meßgrößen	17
2.1.4	Einbau von Thermometern	20
2.1.4.1	Thermometermeßeinsätze	20
2.1.4.2	Thermometerschutzrohre	21
2.1.4.3	Temperaturmessung im Rührkesselreaktor	23
2.1.5	Gerätetechnik der Meßwertverarbeitung	24
2.1.5.1	Zweileiter-Kopftransmitter für Widerstandsthermometer	26
2.1.5.2	Zweileiter-Kopftransmitter für Thermoelemente	28
2.1.6	Beispiel Destillationskolonne	29
	Literatur	31
2.2	Druck- und Differenzdruckmessung (H. Gehlert)	31
2.2.1	Grundlagen	31
2.2.1.1	Einsatzbereiche	31
2.2.1.2	Grundbegriffe	32
2.2.2	Meßgeräte	34
2.2.2.1	Sensortechnologien	34
2.2.2.2	Meßgerätevarianten für Systemdruck	36
2.2.2.3	Meßgeräte für Differenzdruck	41
	Literatur	46
2.3	Durchflußmessung (D. Fehler)	46
2.3.1	Einführung	46
2.3.1.1	Bezeichnungen, Einheiten	47

2.3.1.2	Allgemeine strömungsmechanische Grundlagen, Definitionen . . . . .	47
2.3.1.3	Gliederung der Meßverfahren anhand physikalischer Meßeffekte . . . . .	52
2.3.2	Meßverfahren mit Ausnutzung strömungsmechanischer Effekte	52
2.3.2.1	Wirkdruckverfahren 1: Blenden und Düsen . . . . .	53
2.3.2.2	Wirkdruckverfahren 2: Staudrucksonden . . . . .	55
2.3.2.3	Wirkdruckverfahren 3: Schwebekörper . . . . .	58
2.3.2.4	Turbinenzähler . . . . .	60
2.3.2.5	Wirbelzähler . . . . .	62
2.3.2.6	Dralldurchflußmesser . . . . .	65
2.3.3	Volumenzähler . . . . .	66
2.3.3.1	Auslaufzähler . . . . .	66
2.3.3.2	Verdrängerzähler . . . . .	67
2.3.4	Magnetisch induktive Durchflußmesser (MID) . . . . .	69
2.3.5	Akustische Meßverfahren (Ultraschall-Durchflußmessung) . .	72
2.3.5.1	Laufzeitverfahren . . . . .	72
2.3.5.2	Doppler-Verfahren . . . . .	75
2.3.6	Thermische Meßverfahren . . . . .	77
2.3.6.1	Veränderung der Temperaturverteilung . . . . .	77
2.3.6.2	Tracer-Verfahren: Laufzeitmessung . . . . .	78
2.3.6.3	Hitzdraht-Anemometer: Heißfilmdurchflußmeßsysteme . . . .	79
2.3.7	Coriolis-Durchflußmesser . . . . .	80
2.3.7.1	Coriolis-Durchflußmessung für Schüttgüter (rotierende Bezugssysteme) . . . . .	82
2.3.7.2	Coriolis-Durchflußmessung für Flüssigkeiten und Gase (schwingende Bezugssysteme) . . . . .	83
2.3.8	Laser-Doppler-Anemometer/Laser-Interferenz-Anemometer .	85
2.3.9	Korrelationsdurchflußmessung . . . . .	87
2.3.10	Schlußbemerkung . . . . .	90
	Literatur . . . . .	90
2.4	Füllstandmessung (G. Kötzle, V. Gundelach) . . . . .	91
2.4.1	Einleitung . . . . .	91
2.4.2	Geräteausführungen . . . . .	91
2.4.2.1	Elektromechanisches Lotsystem . . . . .	93
2.4.2.2	Beeinflussung von Rotation oder Vibration, Resonanzdämpfung . . . . .	94
2.4.2.3	Schwimmer und Auftriebskörper . . . . .	96
2.4.2.4	Hydrostatische Meßmethoden . . . . .	97
2.4.2.5	Kapazitive Füllstandmessung . . . . .	99
2.4.2.6	Konduktive Füllstandmessung . . . . .	100
2.4.2.7	Messung mit Ultraschall . . . . .	100
2.4.2.8	Radiometrische Füllstandmessung . . . . .	102
2.4.2.9	Messung mit Mikrowellen (Radar, geführte HF-Impulse) . . . .	103
	Literatur . . . . .	106

2.5	Wägetechnik (K. Horn) . . . . .	107
2.5.1	Grundlagen und Begriffe . . . . .	107
2.5.1.1	Menge und Masse . . . . .	107
2.5.1.2	Träge Masse und Trägheitswaagen . . . . .	107
2.5.1.3	Schwere Massen und Schwerkraftwaagen . . . . .	108
2.5.1.4	Massestrom und Durchsatz . . . . .	110
2.5.2	Waagengattungen . . . . .	111
2.5.2.1	Mechanische Hebelwaagen . . . . .	111
2.5.2.2	Elektromechanische Waagen . . . . .	111
2.5.3	Wichtige Wägezellen-Prinzipien . . . . .	114
2.5.3.1	Elektrodynamische Wägezellen . . . . .	114
2.5.3.2	Dehnungsmeßstreifenwägezellen . . . . .	115
2.5.4	Elektrische Auswerteeinrichtungen in Ausschlagverfahren . . . . .	121
2.5.4.1	Analoge Meßsignalbildung . . . . .	123
2.5.4.2	Analog-Digital-Umsetzung . . . . .	124
2.5.4.3	Sicherheitsbetrachtungen zu den Ausschlagverfahren . . . . .	124
2.5.5	Auswerteeinrichtungen im Kompensationsverfahren . . . . .	125
2.5.6	Intelligente Wägezellen . . . . .	126
2.5.7	Durchsatzmessung fester Wägegüter . . . . .	126
2.5.7.1	Prallplatten-Durchsatzmeßeinrichtungen . . . . .	127
2.5.7.2	Meßschuppen-Durchsatzmeßeinrichtungen . . . . .	127
2.5.7.3	Förderbandwaagen . . . . .	129
2.5.7.4	Dosierbandwaagen . . . . .	132
2.5.7.5	Impulsförderbandwaagen . . . . .	133
2.5.8	Strukturen von Wägeanlagen . . . . .	134
2.5.8.1	Nettowaagen . . . . .	135
2.5.8.2	Abfüllwaagen . . . . .	135
2.5.8.3	Mehrkomponenten-Gattier-Wägeanlagen . . . . .	135
2.5.8.4	Mehrkomponenten-Dosieranlagen . . . . .	137
2.5.9	Prozeßsteuerung von Wägeanlagen . . . . .	138
2.5.10	Verwendete Symbole und Abkürzungen . . . . .	138
	Literatur . . . . .	139
<b>3</b>	<b>Prozeßanalysenmeßtechnik . . . . .</b>	<b>141</b>
3.1	Probetechnik (G. Oesterle) . . . . .	141
3.1.1	Einleitung . . . . .	141
3.1.2	Wahl des Entnahme- bzw. Einbauortes . . . . .	144
3.1.3	Entnahmeeinrichtungen . . . . .	145
3.1.4	Probenaufbereitung . . . . .	147
3.1.4.1	Allgemeines . . . . .	147
3.1.4.2	Entfernen von Festkörpern . . . . .	149
3.1.4.3	Entfernen kondensierbarer Bestandteile, Trocknen . . . . .	153
3.1.4.4	Entfernen von Querempfindlichkeits- und Störkomponenten . . . . .	154
3.1.4.5	Druckminderung und Druckerhöhung . . . . .	157

3.1.4.6	Probentransport und Probenleitung . . . . .	158
3.1.4.7	Abstrombehandlung . . . . .	160
3.1.5	Rückblick . . . . .	161
	Literatur . . . . .	162
3.2	Messung der Dichte in Flüssigkeiten und Gasen (A. Rother) . .	163
3.2.1	Allgemeine Grundlagen, Begriffe, Einheiten und Bedeutung . .	163
3.2.2	Meßprinzipien der Dichtemeßgeräte und ihre technischen Spezifikationen . . . . .	164
3.2.2.1	Allgemeine Geräteeigenschaften . . . . .	164
3.2.2.2	Schwingungsmethode für Flüssigkeiten und Gase . . . . .	166
3.2.2.3	Radiometrische Dichtemessung . . . . .	172
3.2.2.4	Auftriebsmethode für Gase . . . . .	174
3.2.2.5	Dichtemessung mit Coriolis-Durchflußmessern . . . . .	175
3.2.2.6	Gasdichtebestimmung mit Prozeßgaschromatographen . . . .	176
3.2.3	Fragen aus der Anwendungspraxis . . . . .	177
3.2.3.1	Aufgabengebiete . . . . .	177
3.2.3.2	Aufgabenstellungen . . . . .	179
3.2.3.3	Planungsaspekte . . . . .	179
3.2.3.4	Ausgeführte Dichtemeßsysteme . . . . .	181
3.2.4	Tabellen: Dichtemeßgeräte für Gase und Flüssigkeiten . . . . .	184
3.3	Wärmeleitfähigkeit von Gasen (U. Deptolla) . . . . .	189
3.3.1	Einleitung . . . . .	189
3.3.2	Grundlagen . . . . .	189
3.3.3	Aufbau der Meßeinrichtung . . . . .	190
3.3.4	Anwendungen . . . . .	192
3.3.4.1	H <sub>2</sub> -Spurenmessung bei der Chloralkalielektrolyse . . . . .	193
	Literatur . . . . .	194
3.4	Flammenionisationsdetektor (FID) (U. Deptolla) . . . . .	194
3.4.1	Einleitung . . . . .	194
3.4.2	Grundlagen . . . . .	195
3.4.3	Aufbau eines FID . . . . .	196
3.4.4	Anwendungsbeispiele . . . . .	199
3.5	Sauerstoffmessung in Gasen (K. Schorpp) . . . . .	201
3.5.1	Paramagnetische Sauerstoffmessung . . . . .	201
3.5.1.1	Grundlagen . . . . .	201
3.5.1.2	Sauerstoffanalysatoren nach der thermomagnetischen Methode . . . . .	202
3.5.1.3	Sauerstoffanalysatoren nach der magnetopneumatischen und magnetomechanischen Methode . . . . .	205
3.5.1.4	Geräteeigenschaften und Anwendungen der verschiedenen paramagnetischen Sauerstoffanalysatoren . . . . .	210
3.5.2	Zirkondioxid-Sonde . . . . .	213

3.5.2.1	Grundlagen	213
3.5.2.2	Meßmethoden	214
3.5.3	Gasanalysatoren mit elektrochemischen Sauerstoffsensoren	216
3.5.3.1	Grundlagen	216
3.5.3.2	Eigenschaften und Anwendungen	218
	Literatur	219
3.6	Messung der Feuchte (L. Kessner, G. Oesterle)	219
3.6.1	Einleitung	219
3.6.1.1	Warum Feuchtemessung?	219
3.6.1.2	Gebräuchliche Maßeinheiten	220
3.6.2	Grundsätzliche Möglichkeiten zur Bestimmung des Wassergehaltes	221
3.6.2.1	Absolutverfahren	221
3.6.2.2	Indirekte Meßverfahren	221
3.6.3	Verfahren und Geräte zur Messung der Feuchte von Gasen (Hygrometer)	222
3.6.3.1	Messung der Taupunkttemperatur	222
3.6.3.2	Hygrometer mit Schwingquarz (piezoelektrische Hygrometer)	224
3.6.3.3	Kapazitive Hygrometer/Metalloxidsensoren	225
3.6.3.4	Elektrolysehygrometer (coulometrische Hygrometer)	226
3.6.3.5	Optische Feuchtemeßgeräte	227
3.6.3.6	Kapazitive Polymerhygrometer	227
3.6.3.7	Lithiumchloridtaupunkthygrometer	228
3.6.3.8	Verdunstungsmeßverfahren (Psychrometer)	229
3.6.3.9	Leitfähigkeitshygrometer	230
3.6.3.10	Probleme bei der Gasfeuchtemessung	230
3.6.4	Feuchtemessung in nicht-wäßrigen Flüssigkeiten	231
3.6.4.1	Karl-Fischer-Titration	231
3.6.4.2	Metalloxidsensoren	232
3.6.4.3	Infrarotabsorption	232
3.6.5	Feuchtemessung in festen Stoffen (Schüttgüter, Folien, Papier und andere Bahnen)	233
3.6.5.1	Besondere Probleme bei der Feuchtemessung in festen Stoffen	233
3.6.5.2	Feuchtemessung nach dem kapazitiven Verfahren	234
3.6.5.3	Feuchtemessung mit Mikrowellen	235
3.6.5.4	Feuchtemessung durch Infrarotspektroskopie	236
3.6.5.5	Radiometrische Feuchtemessung	236
3.6.6	Meßstellen zur Wasserbestimmung im Prozeß	238
3.6.6.1	Aufbau von Meßstellen zur kontinuierlichen Feuchtemessung in Prozessen	238
3.6.6.2	Wartung und Überprüfung von Feuchtemeßstellen	238
	Literatur	239
3.7	Prozeßgaschromatographie (T. Maurer, H. Mahler)	240
3.7.1	Prozeßgaschromatographie – ein Überblick	240

3.7.1.1	Die Rolle der Gaschromatographie in der Prozeßanalysetechnik . . . . .	240
3.7.1.2	Grundlagen der Gaschromatographie . . . . .	241
3.7.1.3	Begriffe und Kenngrößen . . . . .	243
3.7.1.4	Erarbeitung von chromatographischen Methoden . . . . .	244
3.7.2	Funktionselemente einer chromatographischen Prozeßanalyseenanlage . . . . .	245
3.7.2.1	Grundsätzlicher Aufbau . . . . .	245
3.7.2.2	Analytische Bausteine eines Prozeßgaschromatographen . . . . .	246
3.7.3	Spezielle Anforderungen des prozeßmäßigen Einsatzes an das chromatographische System . . . . .	255
3.7.3.1	Probenspezifische Erfordernisse . . . . .	255
3.7.3.2	Analytische Kriterien . . . . .	260
3.7.3.3	Gerätekommunikation . . . . .	262
3.7.4	Industrielle Applikationsbeispiele . . . . .	266
3.7.4.1	Bestimmung der H <sub>2</sub> S- und SO <sub>2</sub> -Konzentration im Prozeßgas einer Schwefelrückgewinnungsanlage (Claus-Verfahren) . . . . .	266
3.7.4.2	Analyse von p-Kresol und Kresolderivaten zur Steuerung einer Destillationsanlage . . . . .	268
3.7.4.3	PINA-Analytik eines Leichtbenzins . . . . .	269
3.7.4.4	Analyse von H <sub>2</sub> S- und CS <sub>2</sub> -Spuren zur Optimierung der Abgasreinigung . . . . .	270
3.7.4.5	BTEX-Messung im Abgas von Anlagen (Emissionen) oder in der Umgebungsluft (Immisionen) . . . . .	271
3.7.4.6	Vinylchlorid-Monitoring in der Raumluft von Industrieanlagen . . . . .	272
3.7.5	Entwicklungen und Trends . . . . .	273
	Literatur . . . . .	274
3.8	Nichtdispersive Infrarot (NDIR-) Photometer (H. J. Seiberth, V. Wander) . . . . .	275
3.8.1	Grundlagen . . . . .	275
3.8.1.1	Einleitung . . . . .	275
3.8.1.2	Molekülspektren . . . . .	275
3.8.1.3	Strahlungsabsorption . . . . .	278
3.8.1.4	Referenzstrahlengang, Stoff- bzw. Wellenlängenvergleich . . . . .	279
3.8.2	Meßverfahren der NDIR-Technik . . . . .	280
3.8.2.1	Meßanordnungen . . . . .	281
3.8.2.2	Gerätebeispiele . . . . .	289
3.8.3	Anwendungen . . . . .	297
3.8.3.1	Einfachere Meßaufgaben . . . . .	297
3.8.3.2	Geräteinsatz in der Prozeßtechnik . . . . .	297
	Literatur . . . . .	300
3.9	Ultraviolett/Visible (UV/VIS)-Photometer (U. Deptolla) . . . . .	300
3.9.1	Einleitung . . . . .	300
3.9.2	Aufbau von Photometern . . . . .	301

3.9.2.1	Entladungslampen als Strahlungsquellen	301
3.9.2.2	Selektivierungsmethoden	302
3.9.2.3	Detektoren	303
3.9.2.4	Signalverarbeitung zur Auswertung	303
3.9.3	Ausführungsbeispiele	304
3.9.3.1	Radas 2 (Hartmann & Braun)	304
3.9.3.2	Optas Modell 3700 (Bernath Atomic)	305
3.9.3.3	In-situ-Meßsystem GM 31 (Sick)	306
3.10	Fourier-Transform-Infrarot-(FTIR-)Spektrometrie (V. Karfik)	307
3.10.1	Grundlagen	307
3.10.1.1	Einleitung	307
3.10.1.2	Strahlungsabsorption	307
3.10.1.3	Spektralbereiche	308
3.10.2	Aufbau eines FTIR-Spektrometers	309
3.10.1.2	Strahler	309
3.10.2.2	Interferometer	310
3.10.2.3	Meßküvette	314
3.10.2.4	Detektor	315
3.10.3	Verarbeitung des Meßsignals	316
3.10.3.1	Fourier-Transformation: Rekonstruktion des Spektrums	316
3.10.3.2	Berechnen der Analysenergebnisse	317
3.10.4	Vorteile der FTIR- Spektrometer gegenüber dispersiv arbeitenden Spektrometern	317
3.10.5	FTIR-Spektrometer-Ausführungen	318
3.10.5.1	Doppelpendelinterferometer Michelson Bomem TM	319
3.10.5.2	Refraktives Interferometer Transept TM	320
3.10.6	Anwendungen der FTIR-Spektrometer	320
3.10.6.1	Mittleres Infrarot	321
3.10.6.2	Nahes Infrarot (NIR)	321
	Literatur	322
3.11	Analyse wäßriger Flüssigkeiten (K.-P. Seefeld)	323
3.11.1	Elektrochemische On-line-Meßverfahren in der Betriebsanalyse	323
3.11.2	pH-Wert	323
3.11.2.1	Grundlagen	323
3.11.2.2	pH-Meßtechnik	326
3.11.2.3	Nernst-Gleichung des pH-Werts	329
3.11.2.4	Struktur und Aufbau des pH-Glases	329
3.11.2.5	pH-Meßumformer mit modernen Selbstüberwachungs- funktionen	331
3.11.2.6	pH-Ionensensitiver Feldeffekttransistor (- ISFET)	333
3.11.3	Redoxmessung	335
3.11.3.1	Grundlagen	335
3.11.3.2	Redoxmeßtechnik	337
3.11.3.3	Anwendungen	339

3.11.4	Elektrolytische Leitfähigkeit . . . . .	342
3.11.4.1	Grundlagen . . . . .	343
3.11.4.2	Leitfähigkeitsmeßtechnik . . . . .	347
3.11.5	Messung von gelöstem Sauerstoff . . . . .	354
3.11.5.1	Anwendungsgebiete für die Messung von gelöstem Sauerstoff	354
3.11.5.2	Grundlagen . . . . .	356
3.11.5.3	Meßtechnische Bestimmungsmethoden . . . . .	358
3.11.6	Messung von gelöstem Chlor . . . . .	365
3.11.6.1	Grundlagen . . . . .	365
3.11.6.2	Chlorbestimmung mit der DPD-Methode . . . . .	366
3.11.6.3	Amperometrische Chlorbestimmungen . . . . .	367
3.11.7	Trübungsmessung . . . . .	371
3.11.7.1	Einsatzgebiete für Trübungsmessungen . . . . .	372
3.11.7.2	Meßmethoden zur Streulichterfassung . . . . .	373
3.12	Analysenautomaten für Flüssigkeiten und Gase (K. Oder-Wieczorek, G. Kassebeer) . . . . .	378
3.12.1	Einsatzbereiche für Analysenautomaten . . . . .	378
3.12.1.1	Alte und neue Märkte . . . . .	378
3.12.1.2	Anwendungsfelder . . . . .	378
3.12.1.3	Applikationen . . . . .	380
3.12.2	Definition, Grundprinzipien, konstruktive Merkmale . . . . .	382
3.12.2.1	Analysenautomat statt Meßgerät . . . . .	382
3.12.2.2	Aufbau und Organisation eines Analysenautomaten und seiner Peripherie . . . . .	382
3.12.2.3	Qualitätskriterien . . . . .	384
3.12.2.4	Entwicklungstendenzen . . . . .	387
3.12.3	Analysenautomaten für Einzelparameter . . . . .	388
3.12.3.1	Titrierautomaten . . . . .	388
3.12.3.2	Analysenautomaten mit ionensensitiven Elektroden . . . . .	391
3.12.3.3	Automatische Kolorimeter . . . . .	394
3.12.4	Analysenautomaten für Summenparameter . . . . .	395
3.12.4.1	CSB (chemischer Sauerstoffbedarf)-Analysenautomaten für den On-line-Betrieb . . . . .	395
3.12.4.2	Analysenautomaten für den BSB (biologischer Sauerstoffbedarf)- Wert . . . . .	398
3.12.4.3	Analysenautomaten für die TOC (total organic carbon)/ TN (total nitrogen)-Messung . . . . .	399
	Literatur . . . . .	402
4	<b>Moderne Sensorsysteme: Eigenschaften, Handhabung, Kommunikation . . . . .</b>	<b>403</b>
4.1	Möglichkeiten und Eigenschaften moderner Sensorsysteme (L. Litz) . . . . .	403
4.1.1	Meßumformer und Sensorsysteme . . . . .	403



4.1.2	Grundfunktion und geschichtliche Entwicklung der Meßeinrichtung . . . . .	403
4.1.3	Klassische Meßeinrichtung und Meßumformer . . . . .	405
4.1.4	Intelligente Meßeinrichtungen und Sensorsysteme . . . . .	407
4.1.5	Ausblick . . . . .	411
	Literatur . . . . .	413
4.2	Digitale Feldkommunikation (M. Becker) . . . . .	413
4.2.1	Einführung . . . . .	413
4.2.2	Netzwerktopologien . . . . .	415
4.2.3	ISO-OSI-Referenzmodell . . . . .	416
4.2.4	Grundlagen digitaler Feldkommunikation . . . . .	419
4.2.4.1	Überblick . . . . .	419
4.2.4.2	Übertragungsmedien . . . . .	419
4.2.4.3	Standardisierte Schnittstellen . . . . .	420
4.2.4.4	Datensicherung . . . . .	421
4.2.4.5	Telegrammformat und -aufbau . . . . .	422
4.2.4.6	Zugriffsverfahren . . . . .	423
4.2.5	Smart-Technik und HART-Protokoll . . . . .	424
4.2.5.1	Übersicht . . . . .	424
4.2.5.2	HART-Protokoll . . . . .	425
4.2.6	Feldbus-Technik . . . . .	428
4.2.6.1	Überblick . . . . .	428
4.2.6.2	Profibus . . . . .	429
4.2.6.3	Controller Area Network (CAN) . . . . .	431
4.2.7	Kommunikationssysteme für den eigensicheren Bereich . . . . .	432
	Literatur . . . . .	432
4.3	Anzeige-Bedien-Oberflächen (ABO) (G. Pinkowski) . . . . .	433
4.3.1	Einleitung . . . . .	433
4.3.2	Optimales Bedienkonzept . . . . .	434
4.3.3	Bedienmöglichkeiten von Sensorsystemen . . . . .	436
4.3.3.1	ABO am Sensorsystem . . . . .	436
4.3.3.2	Handbediengerät/Hand-Held-Terminal (HHT) . . . . .	436
4.3.3.3	Systembedienstation . . . . .	438
4.3.4	ABO nach VDI 2187 . . . . .	438
4.3.4.1	Hardware . . . . .	439
4.3.4.2	Software . . . . .	439
4.3.5	Handhabung der ABO . . . . .	439
4.3.5.1	Verbindungsaufbau . . . . .	440
4.3.5.2	Anzeige . . . . .	440
4.3.5.3	Diagnose . . . . .	440
4.3.5.4	Gerätedaten . . . . .	441
4.3.5.5	Vergleichen . . . . .	442
4.3.5.6	Optionen . . . . .	442
4.3.5.7	Ende . . . . .	442
4.3.5.8	Hilfe . . . . .	442

4.3.6	Konzeptvariationen . . . . .	442
	Literatur . . . . .	443
4.4	Instandhaltung moderner Meßeinrichtungen (J. Rathje) . . . .	444
4.4.1	Einleitung . . . . .	444
4.4.2	Definition des Begriffs Instandhaltung nach DIN 31051 . . . .	444
4.4.3	Erweiterung des Begriffs Instandhaltung in der Praxis . . . .	444
4.4.4	Konventionelle Meßeinrichtungen . . . . .	445
4.4.5	Moderne Meßeinrichtungen . . . . .	445
4.4.5.1	Wartung . . . . .	446
4.4.5.2	Inspektion . . . . .	446
4.4.5.3	Instandsetzung . . . . .	446
4.4.5.4	Inbetriebnahme . . . . .	447
4.4.5.5	Fehlersuche . . . . .	447
4.4.5.6	Verwalten der Feldgeräte . . . . .	447
4.4.6	Zentrale Instandhaltungskonsole . . . . .	448
4.4.6.1	Bedienoberfläche „Cornerstone“ . . . . .	448
4.4.6.2	Bedienung einer Radarfüllstandmessung . . . . .	449
4.4.6.3	Monitoringfunktionen . . . . .	454
	Literatur . . . . .	454
	<b>Übergreifendes Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>455</b>
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>456</b>