

Inhaltsverzeichnis

1. Optische Betriebsanalysengeräte. Von H. Hummel	1
1.1. Absorptionsphotometer	2
1.1.1. Allgemeine Grundlagen	2
1.1.2. Photometer für den Bereich 200 bis 2500 nm (UV-, vis-, NIR-Bereich)	11
1.1.3. Photometer für den Wellenlängenbereich 2500 bis 15000 nm (IR-Bereich)	28
1.2. Sonstige optische Betriebsgeräte	54
1.2.1. Reflexionsphotometer	55
1.2.2. Optische Trübungsmesser	56
1.2.3. Fluoreszenzphotometer	58
1.2.4. Laser-Photometer	58
1.2.5. ATR-Photometer	59
1.2.6. Betriebsrefraktometer	61
1.3. Optische Analysatoren, die auf einer im Meßgut erzeugten Strahlung beruhen	63
1.3.1. Emissionsphotometer	63
1.3.2. Chemolumineszenzphotometer	64
1.4. Kombinierte Systeme	67
1.4.1. Gasanalyse	67
1.4.2. Flüssigkeitsanalyse	68
2. Gasanalyse mittels Paramagnetismus. Von H. Brode	71
2.1. Physikalische Grundlagen der magnetischen Sauerstoffmessung	71
2.2. Methoden der magnetischen Sauerstoffmessung	73
2.2.1. Die magnetische Drehwaage	73
2.2.2. Thermomagnetische Sauerstoffmessung	77
2.2.3. Sauerstoffmessung auf der Grundlage des Quincke-Effekts	86
2.3. Anwendung der magnetischen Sauerstoffmessung	91
2.3.1. Rauchgasüberwachung	91
2.3.2. Sauerstoffmessung in der chemischen Verfahrenstechnik	93
2.3.3. Eichung und Nachprüfung der Geräte	94
3. Gasanalyse durch Messung der Wärmeleitfähigkeit. Von H. Warncke	95
3.1. Physikalische Grundlagen	95
3.2. Messung der absoluten Wärmeleitfähigkeit von Gasen	98
3.3. Meßprinzip des Wärmeleitgerätes als Gasanalysator	99
3.4. Abhängigkeit von Brückenstrom und Temperatur	101

3.5. Erhöhung der Spezifität durch Differenzmessung	105
3.6. Wichtige Anwendungen und kommerzielle Geräte	106
3.6.1. Siemens-Wärmeleitgeräte	107
3.6.2. Der „Caldos 4 T“ von Hartmann & Braun	109
3.6.3. Das „Thermatron“ vom MSA	111
3.6.4. Wärmeleitanalytator 7866 von Leeds und Northrup	112
4. Messung der Wärmetonung zur Gasanalyse und Brennwertbestimmung. Von <i>W. Stieler, H. Warncke</i>	113
4.1. Grundsätzliche Möglichkeiten zur Prozeßanalyse durch Ausnutzung einer Wärmetonung	113
4.2. Wärmetonungsgeräte zur Prozeßanalyse	115
4.3. Gaswarngeräte zum Nachweis brennbarer Stoffe in Luft (Explosionsschutz).	118
4.3.1. Aufgabe von Gaswarngeräten	118
4.3.2. Funktion und Eigenschaften von Gaswarngeräten	119
4.3.3. Ausführungsformen	122
4.3.4. Errichtung und Betrieb von Gaswarnanlagen	123
4.3.5. Anwendungsbeispiele. Erfahrungen	127
4.4. Gaswarngeräte zum Nachweis toxischer Stoffe	128
4.4.1. CO-Messer von Dräger	128
4.4.2. CO-Warngerät 730 P von Auer	129
4.4.3. Gaswarngeräte von Sieger	130
4.5. Automatisches Gas-Kalorimeter. Von <i>F. Wodtke</i>	131
4.5.1. Definition der Meßgröße und Meßprinzip	131
4.5.2. Funktionsweise des Gaskalorimeters	131
4.5.3. Besondere Funktionskriterien	133
4.5.4. Die Eichung des Gaskalorimeters	133
4.5.5. Sicherheitseinrichtungen	133
4.5.6. PTB-Anforderungen an die Aufstellungsräume	134
4.6. Automatisches Wobbezahlmeßgerät. Von <i>F. Wodtke</i>	135
4.6.1. Definition der Meßgeräte und Meßprinzip	135
4.6.2. Funktionsweise	135
4.6.3. Sicherheitseinrichtungen	136
5. Stoffanalyse durch Messung der Dichte. Von <i>J. Grüssel, W. Stieler</i>	137
5.1. Begriffsbestimmungen	137
5.2. Flüssigkeitsdichtemessung	139
5.2.1. Wägemethoden	139
5.2.2. Hydrostatische Dichtemessung	142
5.2.3. Auftriebsmethoden	144
5.2.4. Radiometrische Dichtebestimmung	146
5.2.5. Schwingdichtemesser	149
5.3. Gasdichtemessung	152
5.3.1. Aerostatische Dichtemessung	153
5.3.2. Auftriebsmethode	155
5.3.3. Dynamische Methoden	156
5.3.4. Gasdichtemessung mit Schwingelementen	157

6. Feuchtemessung. Von <i>F. Diehl, K. Mennicken</i> . Für die 3. Auflage bearbeitet von <i>K. Güssow</i>	161
6.1. Einleitung	161
6.2. Grundbegriffe der Feuchtigkeitsmessung	161
6.2.1. Feuchtigkeitsgehalt von Gasen	161
6.2.2. Wassergehalt von Flüssigkeiten und Feststoffen	169
Vorbemerkungen zu den Kapiteln 6.3 und 6.4	170
6.3. Verfahren zur Gasfeuchtemessung	170
6.3.1. Psychrometer	170
6.3.2. Taupunktmeßgeräte	177
6.3.3. Haarhygrometer und verwandte Geräte	186
6.3.4. Leitfähigkeitshygrometer	188
6.3.5. Elektrolysehygrometer	190
6.3.6. Kapazitive Hygrometer	192
6.3.7. Schwingquarz-Sorptionshygrometer	193
6.3.8. Verschiedene Verfahren	193
6.3.9. Prüfverfahren	194
6.4. Verfahren zur Wassergehaltsmessung von Flüssigkeiten und Feststoffen	196
6.4.1. Meßverfahren, die das Gut nicht verändern	197
6.4.2. Meßverfahren, die das Gut verändern	205
6.5. Einige Bemerkungen zur Regelung der Feuchtigkeit	208
7. Staubmeßverfahren. Von <i>K. Borho</i>	211
7.1. Allgemeines	211
7.2. Begriffe und Definitionen	211
7.2.1. Staubbefallung in strömenden Gasen (nach VDI-Richtlinien 2066) ..	211
7.2.2. Staubkonzentration am Arbeitsplatz	211
7.3. Grundlegende Meßverfahren	212
7.3.1. Staubbefallung in strömenden Gasen	212
7.3.2. Staubkonzentration am Arbeitsplatz	215
7.4. Registrierende Meßgeräte	216
7.4.1. Verfahren ohne Abscheidung des Staubes	216
7.4.2. Verfahren mit Abscheidung des Staubes	219
7.4.3. Eichung registrierender Meßgeräte	223
8. Prozeßchromatographie. Von <i>H. Warncke, F.-R. Kloft</i>	225
8.1. Theoretische Grundlagen	225
8.2. Grundsätzlicher Aufbau einer chromatographischen Betriebsmeßanlage	228
8.3. Bausteine eines Prozeß-Chromatographen	230
8.3.1. Versorgung mit Trägergas, Brenngas und Hilfsgasen	230
8.3.2. Automatische Probeneingabe	232
8.3.3. Trennsäulen	238
8.3.4. Detektoren	243
8.3.5. Temperaturregelungen	248
8.3.6. Programmiergeräte	250
8.3.7. Darstellung der Meßergebnisse	253
8.3.8. Übernahme der Regelungen, Programmierungen und Auswertungen des Prozeßchromatographen durch Prozeßrechner	258
8.3.9. Spezielle Entnahm- und Aufbereitungstechniken	262

8.4. Applikation von Prozeß-Chromatographen.....	264
8.5. Betriebsaufstellungen und Explosionsschutz	266
8.6. Spezielle Ausführungen und Entwicklungen.....	268
8.6.1. Spurenanalyse mit Speicherdosierung.....	268
8.6.2. Pneumatischer Prozeß-Chromatograph	269
8.6.3. Entwicklungstendenzen	270
9. Elektrochemische Meßmethoden	273
9.1. Stoffanalyse durch Messung der elektrolytischen Leitfähigkeit. Von <i>J.-U. Arnold</i>	273
9.1.1. Aufgaben der Leitfähigkeitsmessung in der betrieblichen Meßtechnik.....	273
9.1.2. Physikalische Grundlagen	274
9.1.3. Meßschaltungen und Gerätetechnik	283
9.1.4. Anwendungsbeispiele.....	298
9.2. pH-Messung	305
9.2.1. Grundlagen der pH-Messung. Von <i>O. Petersen</i>	305
9.2.2. Die technische Ausführung von pH-Betriebsmeßanlagen. Von <i>U. Fritze</i>	334
9.3. Die technische Messung der Redoxspannung. Von <i>U. Fritze</i>	367
9.3.1. Zur Theorie der Redoxspannung.....	367
9.3.2. Die technische Ausführung der Betriebs-Redoxmeßanlage.....	376
9.3.3. Hinweise zur Montage und Wartung	382
9.4. Weitere potentiometrische und amperometrische Prozeßanalysenmethoden (Ionensensitive Elektroden, Polarographie, Coulometrie). Von <i>U. Fritze</i>	383
9.4.1. Grundsätzliches	384
9.4.2. Potentiometrische Betriebsverfahren (Ionensensitive Elektroden) ..	385
9.4.3. Amperometrische Meßverfahren	390
Literatur zu Abschnitt 9.4.....	403
9.5. Prozeß-Titriermethoden. Von <i>K. Güssow</i>	403
9.5.1. Einleitende Bemerkungen	403
9.5.2. Der betriebliche Titriermethoden (Prozeß-Titriermethoden (PTA)) ..	405
9.5.3. Technische Ausführung	407
9.5.4. Beispiele technischer Ausführung	407
9.5.5. Die Meßwertverarbeitung	411
9.6. Spezielle elektrochemische Spurenmeßverfahren. Von <i>W. Breuer, J. Deprez, D. Kitzelmann</i>	411
9.6.1. Einleitung	411
9.6.2. Elektrochemische Meßverfahren	412
9.6.3. Ausführungsbeispiele	418
9.6.4. Anwendung von ionenleitenden Festkörpern als Gassensoren	426
Literatur zu Abschnitt 9.6.....	429
10. Rheologische Betriebsmeßverfahren. Von <i>E. Muschelknautz, M. Heckenbach</i>	431
10.1. Einleitung	431
10.2. Grundlagen und rheologische Phänomene	432
10.2.1. Definition der Viskosität	432
10.2.2. Bezeichnungen, Dimensionen und Einheiten	433
10.2.3. Modellvorstellungen für die Viskosität	436
10.2.4. Die Temperatur- und Druckabhängigkeit der Viskosität von Flüssigkeiten	439
10.2.5. Abweichungen vom Newtonschen Verhalten	441
10.2.6. Grundtatsachen der Viskoelastizität	444

10.3.	Theorie der Viskositätsmessungen	449
10.3.1.	Theorie der Rotationsviskosimeter	449
10.3.2.	Theorie der Kapillarviskosimeter	462
10.3.3.	Theorie der Kugelfallviskosimeter	472
10.4.	Meßgeräte	480
10.4.1.	Rotationsviskosimeter	481
10.4.2.	Kapillarviskosimeter	491
10.4.3.	Kugelfallviskosimeter	503
10.5.	Andere rheologische Meßgeräte	505
11.	Volumetrische Analysenverfahren. Von H. Warncke	513
11.1.	Meßprinzip	513
11.1.1.	Absorptionsgröße	513
11.1.2.	Verbrennungsgeräte	514
11.2.	Ausführungsformen	515
11.2.1.	Antriebsarten	515
11.2.2.	Absorption und Verbrennung	515
11.2.3.	Mehr Fachgeräte	515
11.2.4.	Fernanzeige und Signalgabe	516
11.2.5.	Meßfehler	516
11.2.6.	Chemikalienregenerierung	518
11.3.	Anwendungen	518
11.4.	Sonderausführungen für korrosive Meßgase	518
12.	Handprüfmethoden. Von E. Drose	521
12.1.	Die Meßaufgaben	521
12.1.1.	Messen bei Ausnahmesituationen	521
12.1.2.	Stichprobenmessungen	522
12.1.3.	Messungen zur Lecksuche	522
12.2.	Besondere Anforderungen an ortsveränderliche Meßgeräte	522
12.3.	Reaktionsröhrenchen	523
12.4.	Adsorptionsmethode	525
13.	Spezielle physikalische Analysenverfahren für Betriebszwecke. Von N. Joop	527
13.1.	Dispersive und Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie. Von G. Bayer, W. Leßnig	528
13.1.1.	Einleitung	528
13.1.2.	Grundlagen der dispersiven IR-Spektroskopie	529
13.1.3.	Fourier-Transformations-IR-Spektroskopie	533
Literatur zu Abschnitt 13.1	536	
13.2.	Hochfrequenz-Spektroskopie. Von H.-G. Fitzky	536
13.2.1.	Einleitung	536
13.2.2.	Mikrowellengasspektroskopie	537
13.2.3.	Dielektrische Spektroskopie	539
13.2.4.	Kernresonanz-Spektroskopie	543
13.2.5.	Elektronenspinresonanz	548
Literatur zu Abschnitt 13.2	549	

13.3. Massenspektrometrie. Von <i>G. Müller</i>	550
13.3.1. Prinzip der Massenspektrometrie	550
13.3.2. Massenspektrometer	551
13.3.3. Massenspektrometrie in der Betriebskontrolle	554
13.3.4. Beispiele zur Prozeßsteuerung	554
Literatur zu Abschnitt 13.3	556
13.4. Röntgenfluoreszenzspektroskopie. Von <i>J. Scharschmidt</i>	557
13.4.1. Prinzip der Röntgenfluoreszenzanalyse	557
13.4.2. Röntgenfluoreszenzspektrometer	558
13.4.3. Röntgenfluoreszenzanalyse in der Betriebskontrolle	559
13.4.4. Beispiel zur Prozeßkontrolle	560
Literatur zu Abschnitt 13.4	561
13.5. Lasermeßverfahren. Von <i>A. Zembrod</i>	561
13.5.1. Laser	561
13.5.2. Lasermeßverfahren	562
Literatur zu Abschnitt 13.5	570
13.6. Farbmeßtechnik. Von <i>A. Brockes</i>	571
13.6.1. Grundlagen	571
13.6.2. Meßgeräte	574
13.6.3. Produktionskontrolle	575
13.6.4. Farbrezeptberechnung	575
Literatur zu Abschnitt 13.6	576
13.7. Sensitometrie und Densitometrie. Von <i>M. Faust</i>	577
13.7.1. Sensitometrische Prüfverfahren in der Betriebstechnik	577
13.7.2. Sensitometer	577
13.7.3. Densitometer	579
Literatur zu Abschnitt 13.7	582
14. Eich- und Prüfgasmische und Ihre Herstellung. Von <i>W. Breuer, W.-J. Becker</i>	583
14.1. Einleitung	583
14.1.1. Grundbegriffe	583
14.1.2. Konzentrationsangabe	583
14.1.3. Prüfgas-Kenngrößen	584
14.2. Verfahren zur Herstellung von Prügasen	584
14.2.1. Statische und dynamische Verfahren	584
14.2.2. Diskontinuierliche und kontinuierliche Verfahren	586
14.2.3. Störgrößen	586
14.2.4. Lagerung von Prüfgas	586
14.2.5. Beurteilung der Herstellungsverfahren	587
14.3. Praktische Beispiele	587
14.3.1. Prüfgase in Druckgasbehältern	587
14.3.2. Durchflußverfahren	588
14.3.3. Periodische Injektion mit Dosierküken oder Dosierschleifen	589
14.3.4. Dosierpumpen	591
14.3.5. Permeation	592
Literatur zu Kapitel 14	593
15. Entnahmetechnik. Von <i>G. Oesterle</i>	595
15.1. Aufgabe der Entnahmetechnik	595
15.2. Klärung der Aufgabenstellung	596
15.2.1. Verfahrenstechnische Aufgabenstellung	596
15.2.2. Bedingungen am Entnahmestandort und Beschaffenheit des Meßgutes	597
15.2.3. Wahl des Entnahmestandortes	597

15.3. Meßgutentnahme	598
15.3.1. Allgemeines	598
15.3.2. Bauformen der Entnahmesonden für Gase	600
15.3.3. Entnahme von Flüssigkeiten	605
15.4. Meßgut-Leitungen	607
15.4.1. Werkstoffe für Meßgutleitungen	607
15.4.2. Verlegung der Meßgutleitungen	607
15.5. Meßgut-Aufbereitung	608
15.5.1. Allgemeines	608
15.5.2. Aufbereitung von Meßgasen	609
15.5.3. Aufbereitung von flüssigem Meßgut	614
15.6. Beseitigung des Meßgutes nach der Analyse	616
16. Meßstrategie und Qualitätskriterien. Von D. Kühner, W. Breuer	617
16.1. Einleitung	617
16.2. Überlegungen und Begriffe zur systematischen Planung von Messungen	618
16.2.1. Zusammenhang zwischen Objektsystem und Meßresultat	619
16.2.2. Meßplanung im zeitlichen Ablauf	620
16.3. Kenngrößen zur Bestimmung der Qualität von Meßverfahren	622
16.3.1. Eichung von Analysenverfahren	622
16.3.2. Zeitverhalten	628
16.3.3. Nichtstationäres Verhalten	629
16.3.4. Anwendung	629
16.4. Auswertung von Meßdaten	630
16.4.1. Punktmessung	631
16.4.2. Auswertung von Datenkollektiven	631
16.4.3. Zusammenfassung	637
17. Planung, Ausführung und Betreuung von Analysenmeßanlagen. Von L. Schupmehl, W. Melzer	639
17.1. Einführung	639
17.2. Planung	639
17.2.1. Vorplanung	640
17.2.2. Ausführungsplanung	642
17.3. Meßanlagen-Ausführung	645
17.3.1. Gerätetechnik	646
17.3.2. Montagetechnik	646
17.4. Betreuung	648
17.4.1. Aufgabenabgrenzung	648
17.4.2. Instandhaltung	649
17.4.3. Meßanlagenverbesserung	651
17.5. Methoden verbesserter Instandhaltung	652
17.5.1. Programmierte Wartung	652
17.5.2. Automatisierung	653
18. Übersicht über verschiedene Analysenverfahren (Auswahlschema). Von H. Hummel	655
Sachverzeichnis	661