

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<i>R. Grabowski</i>	
<b>1 Sensoren zur Temperaturmessung</b>	<b>5</b>
<i>R. Grabowski</i>	
1.1 Funktionsbeschreibungen	5
1.1.0 Allgemeine Aussagen	5
1.1.1 Kontaktthermometer	7
1.1.2 Strahlungsthermometer	10
1.2 Gegenwärtiger Entwicklungsstand	12
1.2.0 Allgemeine Aussagen zum Entwicklungsstand	12
1.2.1 Entwicklungsstand der Kontaktthermometer	14
1.2.2 Entwicklungsstand der Strahlungsthermometer	24
1.3 Einsatzbereiche im Umweltschutz	27
1.4 Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	29
1.5 Literatur	33
<b>2 Sensoren zur Druckmessung</b>	<b>37</b>
<i>R. Grabowski</i>	
2.1 Funktionsbeschreibungen	37
2.2 Gegenwärtiger Entwicklungsstand	39
2.3 Einsatzbereiche im Umweltschutz	43
2.4 Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	44
2.5 Literatur	45
<b>3 Sensoren zur Partikelmessung</b>	<b>47</b>
<i>R. Grabowski</i>	
3.0 Vorbemerkungen	47
3.1 Funktionsbeschreibungen	49
3.2 Gegenwärtiger Entwicklungsstand	52
3.3 Einsatzbereiche im Umweltschutz	52
3.4 Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	53
3.5 Literatur	54
<b>4 Sensoren zur Geschwindigkeits- und Durchflußmessung</b>	<b>57</b>
<i>R. Grabowski</i>	
4.0 Allgemeine Aussagen	57
4.1 Funktionsbeschreibungen	57
4.2 Gegenwärtiger Entwicklungsstand	63
4.3 Einsatzbereiche im Umweltschutz	70
4.4 Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	72
4.5 Literatur	74
<b>5 Spektroskopische Sensorsysteme für Stoffkonzentrationen in Gasen</b>	<b>77</b>
<i>G. Schmidke</i>	
5.0 Einleitung	77
5.1 Fluoreszenz-Spektroskopie	78
5.2 Fouriertransformations-Spektroskopie	88
5.3 Differentielle Absorptionsspektroskopie	95

5.4	Infrarot-Spektroskopie mit abstimmbaren Diodenlasern	101
5.5	Chemilumineszenz	116
5.6	Dynamische Derivativ-Spektroskopie	120
5.7	Sonstige spektroskopische Sensorsysteme	125
5.8	Zusammenfassung	125
6	Chemische Sensoren	131
6.0	Übersicht zu Chemischen Sensoren	131
	<i>W. Göpel</i>	
6.0.1	Funktionsbeschreibung	131
6.0.2	Gegenwärtiger Entwicklungsstand	133
6.0.3	Einsatzbereiche im Umweltschutz	133
6.0.4	Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	136
6.0.5	Weiterführende Literatur	137
6.1	Ionensensitive Elektroden	139
	(Chemische Sensoren mittels ionensensitiver Elektroden in Flüssig-Elektrolyten)	
	<i>W. Göpel</i>	
6.1.1	Funktionsbeschreibung	139
6.1.2	Gegenwärtiger Entwicklungsstand	140
6.1.3	Einsatzbereiche im Umweltschutz	153
6.1.4	Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	154
6.1.5	Literatur	166
6.2	Halbleiter-Sensoren	167
	(Chemische Sensoren mittels Leitfähigkeitsänderungen von Halbleitern)	
	<i>W. Weppner</i>	
6.2.1	Funktionsbeschreibung	167
6.2.2	Gegenwärtiger Entwicklungsstand	171
6.2.3	Einsatzbereiche von Halbleiter-Widerstandssensoren im Umweltschutz	178
6.2.4	Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	180
6.2.5	Literatur	181
6.3	Festkörper-Elektrolyt-Sensoren	183
	<i>W. Weppner</i>	
6.3.1	Funktionsbeschreibung	183
6.3.2	Gegenwärtiger Entwicklungsstand	184
6.3.3	Einsatzbereiche im Umweltschutz	195
6.3.4	Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	199
6.3.5	Literatur	200
6.4	Feldeffekt-Sensoren	201
	(Chemische Sensoren mittels Grenzschicht-Effekten von Feldeffekttransistoren)	
	<i>W. Weppner</i>	
6.4.1	Funktionsbeschreibung	202
6.4.2	Gegenwärtiger Entwicklungsstand	203
6.4.3	Einsatzbereiche im Umweltschutz	206
6.4.4	Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	207
6.4.5	Literatur	207

6.5	Optochemische Sensoren	209
	<i>W. Göpel</i>	
6.6	Massensensitive Chemische Sensoren	211
	<i>W. Göpel</i>	
6.7	Kalorimetrische Chemische Sensoren	213
	<i>W. Göpel</i>	
7	Biosensoren	215
	<i>K. Cammann</i>	
7.1	Einleitung	215
7.2	Zur Definition von Biosensoren	217
7.3	Funktionsbeschreibung	219
7.4	Gegenwärtiger Entwicklungsstand	225
7.4.1	Biosensoren auf biokatalytischer Basis	225
7.4.2	Biosensoren auf Basis einer spezifischen Biokomplexierung	232
7.5	Einsatzbereiche im Umweltschutz	238
7.5.1	Probenmatrices	239
7.5.2	Emissions- und Immissionsmessungen	240
7.5.3	Biosensoren für Einzelstoffe	240
7.5.4	Biosensoren für Stoffklassen organischer Stoffe	241
7.5.5	Biosensoren für standardisierte, operative Kenngrößen	242
7.5.6	Integrale Toxizitätssensoren	242
7.6	Spezifikationen von Biosensoren	243
7.6.1	Lebensdauer	243
7.6.2	Empfindlichkeit, erreichbare Nachweisgrenzen	245
7.6.3	Ansprechzeiten von Biosensoren	245
7.6.4	Selektivität, Querstörungen	246
7.6.5	Reproduzierbarkeit und Kalibrationsstabilität	247
7.6.6	Kalibrieraufwand	248
7.6.7	Abhängigkeit von Temperatur, Druck und Feuchte	249
7.6.8	Vorbereitungsaufwand und Bereitschaftsgrad	250
7.6.9	Routineeinsatz	251
7.6.10	Automatisierungsmöglichkeiten von Probenahmen	251
7.6.11	Schnittstellenstruktur bezüglich Stromversorgung und Signalübertragung	251
7.7	Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	252
7.8	Literatur	254
8	Multikomponentenanalyse für die chemische Sensorik	263
	<i>W. Göpel</i>	
8.1	Einleitung	263
8.2	Multikomponentenanalyse und Mustererkennung	
	Definitionen aus der analytischen Chemie	
8.2.1	Meßsignale und analytische Informationen	263
8.2.2	Sensitivität, Selektivität und Spezifität	265
8.2.3	Fehler und Genauigkeit	267
8.2.4	Grenzen der Detektion und Identifizierung von Meßsignalen	268
8.2.5	Mustererkennungsmethoden	269
8.3	Meßsignale zur chemischen Detektion	272
8.3.1	Meßsignale aus statischen Messungen	272
8.3.2	Sensoreigenschaften in dynamischen Messungen	274
8.4	Beispiele für die Analyse einzelner Gaskomponenten	277

8.4.1	Künstliche Nase	277
8.4.2	Zeolithsensoren	279
8.4.3	Elektrochemische Sensorarrays mit Katalysatoren	280
8.5	Beispiele für Multikomponentenanalyse	282
8.5.1	Pellistorarrays	282
8.5.2	SnO <sub>2</sub> -Sensorparameterarrays	285
8.5.3	SnO <sub>2</sub> -Sensorarrays	287
8.6	Einsatzbereiche im Umweltschutz	295
8.7	Entwicklungstendenzen und Entwicklungsbedarf für den Umweltschutz	295
8.8	Literatur	296
9	<b>Aktoren</b>	<b>301</b>
	<i>W. Mokwa</i>	
9.1	Grundlagen	301
9.2	Gegenwärtiger Entwicklungsstand	302
9.2.1	Leistungshalbleiterbauelemente	302
9.2.2	Mikromechanische Aktoren	310
9.3	Stand des Einsatzes bei Mikroaktoren	315
9.3.1	Leistungshalbleiterbauelemente	315
9.3.2	Mikromechanische Aktoren	317
9.4	Literatur	317