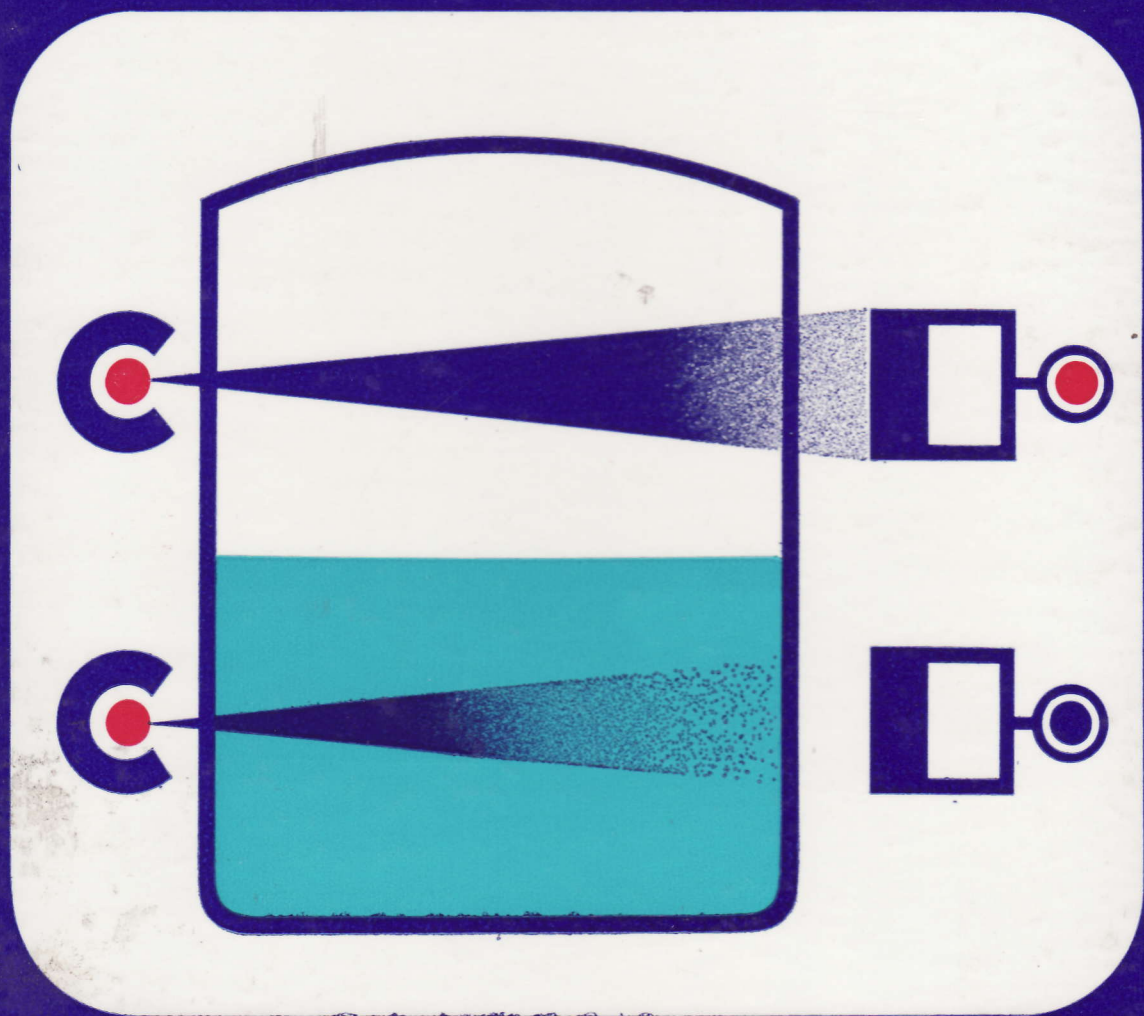


SÁNDOR RÓZSA

RADIOMETRISCHE MESSUNGEN IN DER INDUSTRIE



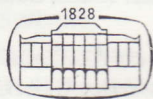
AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

SÁNDOR RÓZSA

RADIOMETRISCHE MESSUNGEN IN DER INDUSTRIE

Grundlagen und Meßmethoden

Mit 186 Abbildungen



AKADÉMIAI KIADÓ · BUDAPEST 1987

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	5
1. Grundbegriffe	11
1.1. Isotope und Radioaktivität	12
1.2. Gesetzmäßigkeiten und Maßeinheiten der Radioaktivität	14
1.3. Radioaktive Strahlenquellen	22
1.3.1. Eigenschaften umschlossener radioaktiver Strahler	23
1.3.2. Kriterien und Prüfung der Dichtheit	26
1.3.3. Vertrieb und Anwendung von Strahlenquellen	27
1.4. Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie	30
1.4.1. α -Strahlung	31
1.4.2. β -Strahlung	32
1.4.3. γ -Strahlung	40
1.4.4. Neutronenstrahlung	47
2. Nachweis von radioaktiver Strahlung	51
2.1. Ionisationskammer	55
2.2. Proportionalzähler	59
2.3. Geiger-Müller-Zählrohr	62
2.4. Halbleiterdetektoren	71
2.5. Szintillationszähler	77
2.5.1. Szintillatoren	79
2.5.2. Fotoelektronenvervielfacher	87
2.5.3. Stabilisierung	94
2.5.4. Szintillationsspektrometrie	99
2.5.5. Szintillationsdetektor mit Halbleiterlichtsensor	101
2.6. Strahlungsdetektoren in der Betriebsmeßtechnik	102
3. Meßmethoden und Meßeinrichtungen	108
3.1. Radiometrische Meßmethoden	108
3.1.1. Direkte Messung	108
3.1.2. Differenzmessung	109
3.1.3. Kompensationsmessung	110
3.1.4. Automatische Eichung	112
3.2. Statistischer Meßfehler	112
3.3. Radiometrische Meßgeräte	114
3.3.1. Elektronische Systeme der Signalverarbeitung	115
3.3.2. Universale Meßsysteme	118
3.3.3. Intelligente Meßgeräte	120

3.3.4.	Mehrkanal-Meßanlagen	121
3.4.	Kontrollsysteme	124
4.	Grenzwertanzeige	127
4.1.	Grenzwertanzeige mit Strahlungsmeßgerät (Strahlenrelais)	127
4.2.	Einige Varianten der Strahlungsmeßgeräte zur zweckmäßigen Lösung verschiedener Grenzwertanzeigeaufgaben	131
4.3.	Anwendung von Strahlenrelais in der Füllstandskontrolle	139
4.4.	Strahlenschranken bei der Automatisierung	145
5.	Füllstandsmessung	152
5.1.	Absorptionsfüllstandsmeßgeräte	152
5.2.	Füllstandsmessung mit Nachlaufsteuerung	158
5.3.	Profilbestimmung durch γ -Strahlenlokalisation	163
5.4.	Radiometrische Füllstandsregelung	165
5.5.	Füllstandsmessung und Betriebskontrolle	168
6.	Dickenmessung	169
6.1.	Radiometrische Dickenmessung	170
6.2.	Radiometrische Dickenmeßgeräte	174
6.3.	Anwendung von Dickenmeßgeräten	181
6.4.	Dicken- (Flächenmassen-) Regelung	187
6.5.	Technologische Kontrolle durch Dickenmeßgeräte	193
7.	Messen der Überzugdicke	196
7.1.	Schichtdickenmessung mittels β -Rückstreuung	196
7.2.	β -Rückstreuanlagen für die Schichtdickenmessung	200
7.3.	Anwendung der Schichtdickenmessung mittels β -Rückstreuung	204
7.3.1.	Schichtdickenmessung von Zinnüberzügen	204
7.3.2.	Schichtdickenmessung von Zinküberzügen	204
7.3.3.	Schichtdickenmessung von Silberüberzügen	206
7.3.4.	Schichtdickenmessung von Goldüberzügen	206
7.3.5.	Dickenmessung von Doppelschichten	206
7.3.6.	Schichtdickenmessung von Kunststoff- und Farbüberzügen	207
7.3.7.	Schichtdickenmessung anderer Überzüge	208
7.3.8.	Schichtdickenmessung in Bohrungen	208
8.	Dichtemessung	210
8.1.	Dichtemessung mittels γ -Absorption	211
8.2.	Meßplatzgestaltung	215
8.2.1.	Meßgefäßfüllung	215
8.2.2.	Luftblasenbildung	215
8.2.3.	Absetzungen im Meßrohr	216
8.2.4.	Meßrohrverschleiß	217
8.2.5.	Wahl der Absorptionsweglänge	218
8.2.6.	Eichungsmöglichkeiten	219
8.3.	Dichtemeßgeräte	219
8.4.	Anwendung radiometrischer Dichtemeßgeräte	222
9.	Feuchtemessung	229
9.1.	Feuchtemessung durch Neutronenbremsung	229

9.2.	Anwendung der Feuchtemeßgeräte	236
9.2.1.	Herstellung von Mischungen mit konstantem Feuchtegehalt	236
9.2.2.	Zufuhr mit absolutem Feuchtegehalt	239
9.2.3.	Zufuhr mit Gewichtskorrektur	240
10.	Bestimmung der Stoffzusammensetzung mit radiometrischen Meßgeräten	242
10.1.	Absorptionsmeßgeräte	243
10.1.1.	Anwendung der β -Absorption	243
10.1.2.	Anwendung der γ -Absorption	243
10.2.	Messung durch Rückstreuung	248
10.2.1.	Anwendung der β -Rückstreuung	248
10.2.2.	Anwendung der γ -Rückstreuung	250
10.3.	Messen der Sekundärstrahlung (Anregungsstrahlung)	252
10.3.1.	Messen durch β -Anregung	254
10.3.2.	Messen durch γ -Anregung	254
10.3.3.	Messen mittels Fluoreszenzstrahlung	254
10.4.	Anwendung der Neutronenstrahlung	258
10.4.1.	Aktivierungsanalyse	258
10.4.2.	Anwendung der prompten Kernreaktionen	259
10.4.3.	Anwendung der Neutronenabsorption und -streuung	260
10.5.	Selektive Wechselwirkung der γ -Strahlung	261
10.6.	Analyse auf Grund der natürlichen Radioaktivität	261
11.	Weitere Anwendungsgebiete der radiometrischen Methoden	263
11.1.	Kontinuierliche Mengemessung am Förderband	263
11.2.	Verpackungskontrolle	266
11.3.	Signalisierung der Rauchbildung durch α -Absorption	267
11.4.	Eliminieren der statischen Ladung	268
11.5.	Tragbare radiometrische Meßgeräte	269
11.5.1.	Bodendichte- und -feuchtemessung	269
11.5.2.	Wanddickenmessung durch Rückstreuung	273
11.5.3.	Niveaubestimmung	275
12.	Errichtung radiometrischer Meßstellen in der Industrie	276
12.1.	Vorherige Datenaufnahme, Gerätewahl	276
12.2.	Anpassungsplan	277
12.3.	Maßnahmen am Arbeitsplatz	278
12.4.	Strahlenschutz	279
12.4.1.	Grundlagen	279
12.4.2.	Schutzbehälter	282
	Literatur	286
	Sachverzeichnis	288