

Detektoren für Teilchenstrahlung

Von Prof. Dr. rer. nat. Konrad Kleinknecht
Universität Mainz

3., durchgesehene und erweiterte Auflage
Mit 154 Figuren und 20 Tabellen



B.G.Teubner Stuttgart 1992

Inhalt

Kapitel 1. PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN	8
1.1 Anwendungsbereiche für Strahlungsdetektoren	8
1.1.1 Natürliche Strahlungsquellen	8
1.1.2 Einheiten der Strahlungsmessung	10
1.1.3 Künstliche Radioaktivität	13
1.1.4 Teilchenbeschleuniger	15
1.2 Wechselwirkung von Teilchenstrahlung mit Materie	20
1.2.1 Nachweis von geladenen Teilchen	21
1.2.2 Nachweis von Photonen	33
1.2.3 Bremsstrahlung von Elektronen	39
1.3 Elektronen und Ionen in Gasen	41
1.3.1 Beweglichkeit von Ionen	41
1.3.2 Diffusion in feldfreiem Gas	42
1.3.3 Rekombination und Elektronenanlagerung	44
1.3.4 Elektronendrift in elektrischen Feldern	47
1.3.5 Elektronendrift in elektrischen und magnetischen Feldern	53
1.3.6 Diffusion von Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern	58
1.4 Kenngrößen für Detektoren	65
Kapitel 2. IONISATIONSMESSUNG	71
2.1 Ionisationskammern	71
2.2 Proportionalzähler	77
2.3 Auslösezähler	82
2.4 Ionisationsmessung in Flüssigkeiten	85
2.5 Halbleiterzähler	90
Kapitel 3. ORTSMESSUNG	98
3.1 Vieldrahtproportionalkammer	98
3.2 Ebene Driftkammern	104
3.3 Zylindrische Drahtkammern	108
3.4 Die Jet-Driftkammer	113
3.5 Zeit-Projektionskammer (TPC)	117

3.6	Simulation von Teilchenspuren mit UV-Lasern	121
3.7	Blasenkammern	124
3.8	Streamer-kammern	130
3.9	Flashkammern	135
3.10	Funkenkammern	135
3.11	Kernspuremulsion	137
3.12	Silizium-Streifendetektoren und CCD's	139
3.13	Szintillierende Fibern	143
3.14	Vergleich von Ortsdetektoren	144

Kapitel 4. ZEITMESSUNG 146

4.1	Photomultiplier	146
4.2	Szintillatoren	153
4.3	Lichtsammlung	160
4.4	Ebene Funkenzähler	165

Kapitel 5. TEILCHENIDENTIFIZIERUNG 168

5.1	Neutronenzähler	168
5.2	Flugzeitmessung	174
5.3	Cherenkov-Zähler	175
5.4	Übergangsstrahlungs-Detektoren	189
5.5	Mehrfachmessung der spezifischen Ionisation	195
5.6	Vergleich der Methoden zur Identifizierung geladener Teilchen	204

Kapitel 6. ENERGIEMESSUNG 207

6.1	Elektron-Photon-Schauerzähler	207
6.2	Hadron-Kalorimeter	219
6.3	Eichung und Überwachung von Kalorimetern	2333

Kapitel 7. IMPULSMESSUNG 236

7.1	Magnetformen für Experimente bei ruhendem Target	236
7.2	Magnetformen für Speicherringexperimente	243
7.3	Zentrale Spurdetektoren für Speicherringexperimente	245

Kapitel 8. BEISPIELE FÜR ANWENDUNGEN VON	
DETEKTORSYSTEMEN	249
8.1 Medizinische Anwendungen	250
8.2 Geophysikalische Anwendungen	253
8.3 Anwendungen in der Raumfahrt	255
8.4 Eine atomphysikalische Apparatur	260
8.5 Ein kernphysikalisches Experiment	262
8.6 Detektorsysteme in der Hochenergiephysik	265
8.6.1 Ein Detektor für hadronische Reaktionen	265
8.6.2 Ein Neutrino-Detektor	265
8.6.3 Ein Detektor für Elektron-Positron-Stöße im Speicherring	269
8.6.4 Ein Detektor für Proton-Antiproton-Stöße im Speicherring	270
8.6.5 Die vier Detektoren am Elektron-Positron-Speicherring LEP	271
8.6.6 Die beiden HERA-Detektoren	276
8.7 Detektoren zum Protonenzerfall	279
 LITERATURNACHWEIS	 284
SACHVERZEICHNIS	294