

Konrad Kleinknecht

# Detektoren für Teilchenstrahlung

4., überarbeitete Auflage

ULB Darmstadt



16241350



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Physikalische Grundlagen</b> . . . . .	1
1.1	Anwendungsbereiche für Strahlungsdetektoren . . . . .	1
1.1.1	Natürliche Strahlungsquellen . . . . .	1
1.1.2	Einheiten der Strahlungsmessung . . . . .	2
1.1.3	Künstliche Radioaktivität . . . . .	5
1.1.4	Teilchenbeschleuniger . . . . .	6
1.2	Wechselwirkung von Teilchenstrahlung mit Materie . . . . .	10
1.2.1	Nachweis von geladenen Teilchen . . . . .	10
1.2.2	Nachweis von Photonen . . . . .	18
1.2.3	Bremsstrahlung von Elektronen . . . . .	21
1.3	Elektronen und Ionen in Gasen . . . . .	23
1.3.1	Beweglichkeit von Ionen . . . . .	23
1.3.2	Diffusion in feldfreiem Gas . . . . .	24
1.3.3	Rekombination und Elektronenanlagerung . . . . .	25
1.3.4	Elektronendrift in elektrischen Feldern . . . . .	27
1.3.5	Elektronendrift in elektrischen und magnetischen Feldern . . . . .	32
1.3.6	Diffusion von Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern . . . . .	34
1.4	Kenngrößen für Detektoren . . . . .	38
<b>2</b>	<b>Ionisationsmessung</b> . . . . .	43
2.1	Ionisationskammern . . . . .	43
2.2	Proportionalzähler . . . . .	46
2.3	Auslösezähler . . . . .	51
2.4	Ionisationsmessung in Flüssigkeiten . . . . .	52
2.5	Halbleiterzähler . . . . .	56
<b>3</b>	<b>Ortsmessung</b> . . . . .	63
3.1	Vieldraht-Proportionalkammer . . . . .	63
3.2	Ebene Driftkammern . . . . .	67
3.3	Zylindrische Drahtkammern . . . . .	70
3.4	Die Jet-Driftkammer . . . . .	73
3.5	Zeit-Projektionskammer (TPC) . . . . .	76
3.6	Simulation von Teilchenspuren mit UV-Lasern . . . . .	81
3.7	Mikrostreifen-Gaszähler (MSGC) . . . . .	82

3.8	Blaskammern	84
3.9	Streamerkammern	88
3.10	Flashkammern	91
3.11	Funkenkammern	92
3.12	Kernspuremulsion	93
3.13	Silizium-Streifendetektoren und CCD's	95
3.14	Szintillierende Fibern	99
3.15	Vergleich von Ortsdetektoren	101
<b>4</b>	<b>Zeitmessung</b>	<b>103</b>
4.1	Photomultiplier	103
4.2	Szintillatoren	109
4.3	Lichtsamm lung	114
4.4	Ebene Funkenzähler	118
<b>5</b>	<b>Teilchenidentifizierung</b>	<b>121</b>
5.1	Neutronenzähler	121
5.2	Flugzeitmessung	125
5.3	Cherenkov-Zähler	126
5.4	Übergangsstrahlungs-Detektoren	139
5.5	Mehrfachmessung der spezifischen Ionisation	144
5.6	Vergleich der Methoden zur Identifizierung geladener Teilchen	149
<b>6</b>	<b>Energiemessung</b>	<b>153</b>
6.1	Elektron-Photon-Schauerzähler	153
6.2	Hadron-Kalorimeter	163
6.3	Eichung und Überwachung von Kalorimetern	172
<b>7</b>	<b>Impulsmessung</b>	<b>175</b>
7.1	Magnetformen für Experimente bei ruhendem Target	175
7.2	Magnetformen für Speicherringexperimente	179
7.3	Zentrale Spurdetektoren für Speicherringexperimente	181
<b>8</b>	<b>Beispiele für Anwendungen von Detektorsystemen</b>	<b>185</b>
8.1	Medizinische Anwendungen	186
8.2	Geophysikalische Anwendungen	188
8.3	Anwendungen in der Raumfahrt	190
8.4	Ein Detektor für Ion-Atom-Stöße	193
8.5	Ein Detektor für Schwerionenstöße bei niedrigen Energien	194
8.6	Detektorsysteme in der Hochenergiephysik	197
8.6.1	Ein Detektor für Zerfälle von K-Mesonen	197
8.6.2	Ein Detektor für hochenergetische Neutrinos	199
8.6.3	Detektoren für B-Meson-Zerfälle an einem asymmetrischen Elektron-Positron-Speicherring	201
8.6.4	Ein Detektor für Proton-Antiproton-Stöße im Speicherring	202

8.6.5	Die vier Detektoren am Elektron-Positron-Speicherring LEP .....	205
8.6.6	Die beiden HERA-Detektoren .....	208
8.6.7	Detektoren am Large Hadron Collider (LHC) des CERN .....	211
8.7	Detektoren für den Protonenzerfall .....	215
8.8	Detektoren für Neutrinos von der Sonne und aus der Atmosphäre .....	217
8.9	Detektoren der Astroteilchenphysik .....	220
8.9.1	Detektoren für die TeV-Gamma-Astronomie: HESS und MAGIC .....	220
8.9.2	Das AUGER-Experiment .....	222
8.9.3	Detektoren für kosmische Neutrinos: Amanda am Südpol und Antares im Mittelmeer .....	225
8.10	Nachweis dunkler Materie .....	227
<b>Literaturverzeichnis</b> .....		<b>231</b>
<b>Index</b> .....		<b>239</b>