

Physik der bildgebenden Verfahren in der Medizin

Herausgegeben von
H.-J. Maurer und E. Zieler

Mit Beiträgen von
H. Birken F. Buchmann B. van der Eijk F. Goos
F. Gudden J. Heinzerling D. Lange H.-J. Maurer
F. Wachsmann E. Zieler

Mit einem Geleitwort von H. Oeser

Mit 130 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York Tokyo 1984

Inhaltsverzeichnis

Einleitung. H.-J. MAURER und E. ZIELER	1
Teil I. Physik der Bildgebung mit Röntgenstrahlen	3
1 Physikalische Grundlagen. E. ZIELER	3
1.1 Der Nadelstrahl	3
1.2 Wechselwirkung von Strahlung und Materie	5 x
2 Projektionsradiographie	9
2.1 Der Strahlenfänger	9
2.1.1 Der Röntgenfilm. H.-J. MAURER und F. GOOS	9
2.1.2 Die Röntgenverstärkerfolie. H.-J. MAURER und F. GOOS	11
2.1.2.1 Prüfung und Beurteilung von Verstärkerfolien	18
Literatur	18
2.1.3 Der Röntgenbildverstärker. H. BIRKEN und B. VAN DER EIJK	19
2.1.3.1 Prinzip	19
2.1.3.2 Physik des Röntgenbildverstärkers	21
2.1.3.3 Mögliche Fragestellungen zum Röntgenbildverstärker	26
Literatur	27
2.2 Das Strahlenbild. E. ZIELER	28
2.2.1 Der Einfluß der Streustrahlung	28
2.2.2 Der Strahlenkontrast	31
2.2.3 Streustrahlenunterdrückung	33
2.3 Zur Technik der Röntgenbilderzeugung. E. ZIELER	38
2.3.1 Röhrenspannung und Strahlenausbeute	38
2.3.2 Brennfleckgröße und Röhrenleistung	41
2.3.3 Zeichenschärfe und Empfindlichkeit des Registriermaterials	45
2.3.4 Das Zusammenwirken der Unschärfefaktoren	46
2.4 Bildregistrierung mit dem Röntgenbildverstärker. H. BIRKEN und B. VAN DER EIJK	48
2.4.1 Bildverteiler	48
2.4.2 Fernsehen	48
2.4.2.1 Einleitung	48
2.4.2.2 Fernsehaufnahmeröhren	49

2.4.2.3	Detailerkennbarkeit mit Röntgenfernsehsystemen	51
2.4.2.4	Betrachtungsabstand	54
2.4.2.5	Dosisleistungsregelung für konstante mittlere Bildhelligkeit	55
2.4.2.6	Videofluorographie	56
2.4.3	Registrierung auf Mittelformatfilm	57
2.4.3.1	Einleitung	57
2.4.3.2	Detailerkennbarkeit	58
2.4.3.3	Betrachtung	58
2.4.3.4	Belichtungsautomatik	58
2.4.4	Röntgenkinematographie auf 35-mm-Film	58
2.4.4.1	Einleitung	58
2.4.4.2	Detailerkennbarkeit und Dosisregelung	59
2.4.4.3	Betrachtung	61
2.5	Digitale Röntgenbilder. H. BIRKEN und B. VAN DER EIJK	61
2.5.1	Einleitung	61
2.5.2	Digitale Bildverarbeitung	62
	Literatur	64
3	Darstellung von Körperschichten. F. BUCHMANN	66
3.1	Tomographie	66
3.2	Röntgen-Verwischungs-Tomographie	68
3.2.1	Abbildungsprinzip	69
3.2.2	Realisation	70
3.2.3	Modifikationen und Methoden zur Schichthöhenwahl	73
3.2.4	Das Röntgen-Verwischungs-Tomogramm	75
3.2.5	Geräte und Anwendungen	77
	Literatur	78
3.3	Röntgen-Computer-Tomographie	79
3.3.1	Grundlagen der Methode	79
3.3.2	Algorithmen	81
3.3.3	Datenerfassung	84
3.3.4	Anlagen zur Computertomographie	86
3.3.5	Das Röntgen-Computer-Tomogramm	88
3.3.6	Bilddarbietung, Auswertung und Rekonstruktion	96
	Literatur	98
4	Strahlenschutz in der Röntgendiagnostik. F. WACHSMANN	99
4.1	Strahlenschutz des Patienten	99
4.2	Strahlenschutz der Beschäftigten	105
	Literatur	108
	Literatur zu Teil I	109
Teil II. Nuklearmedizinische bildgebende Verfahren. D. LANGE		111
1	Einleitung	111
2	Das Detektorsystem	111

2.1 Szintillationskristall und Photomultiplier	112
2.2 Elektronik	113
2.3 Kollimator	115
2.4 Bildentstehung	116
3 Der Scanner	117
3.1 Kollimator	117
3.2 Eigenschaften des Schreibwerks	119
3.3 Farbregelung	120
3.4 Informationsdichte	120
3.5 Kontrastanhebung	121
4 Die Szintillationskamera	121
4.1 Aufbau des Bilddetektors	122
4.1.1 Kollimatoren	122
4.1.2 Szintillationskristall, Lichtleiter, Photomultiplier	125
4.1.3 Widerstandsmatrix	126
4.1.4 Erzeugung von Ortssignalen	128
4.2 Szintiphoto	130
4.3 EDV	130
5 Qualitätskontrolle	131
5.1 Homogenität	132
5.2 Linearität	133
5.3 Ortsauflösungsvermögen	134
5.4 Zählverluste	134
6 Entwicklungstendenzen	135
Literatur	137
7 Strahlenschutz bei nuklearmedizinischen Untersuchungen	137
7.1 Definition des Kontrollbereiches	137
7.2 Personalüberwachung	138
7.3 Arbeitsplatzüberwachung	140
7.4 Arbeitsregeln	140
7.5 Strahlenschutzmaßnahmen	141
7.6 Abfallentsorgung	141
Literatur	142
Teil III. Physik der Bildgebung mit Ultraschall. J. HEINZERLING	143
1 Überblick und historische Entwicklung	143
2 Ultraschallausbreitung	144
2.1 Die Kenngrößen des Schallfeldes	144
2.2 Verhalten an Grenzflächen und Inhomogenitäten	146
2.3 Dämpfung	148
2.4 Doppler-Effekt	149
3 Ultraschallerzeugung und -empfang	150
3.1 Piezokristalle	150
3.2 Anpassung	151
3.3 Unfokussierte Schwinger	152

3.4 Fokussierung	153
3.5 Axiconlinsen	155
3.6 Elektronische Fokussierung („phased-array“)	155
3.7 Axiale, laterale und Kontrastauflösung	157
3.7.1 Laterale Auflösung	157
3.7.2 Axiale Auflösung	160
3.7.3 Kontrastauflösung	161
4 Ultraschallabbildungsverfahren	162
4.1 Impulsechoverfahren	162
4.2 Eindimensionaler Bildaufbau	163
4.2.1 Das A-Bild-Verfahren	163
4.2.2 Das Time-motion-Verfahren	164
4.3 Zweidimensionale Verfahren	165
4.3.1 Der statische B-Scan	165
4.3.2 Real-time-Verfahren	167
4.3.2.1 Linearschallkopfverfahren	168
4.3.2.2 Sektorscanner	171
4.3.2.3 Phased-array-Sektorscan	174
5 Rekonstruktive Bilderzeugung und quantitative Verfahren	176
5.1 Impulsdoppler	176
5.2 Gewebedifferenzierung	178
5.3 Rekonstruktionsverfahren	178
6 Schädigungen durch Ultraschall	178
Literatur	179
Teil IV. Kernspintomographie. F. GUDDEN	181
1 Einleitung	181
2 Physikalische Grundlagen der Kernresonanz	182
3 Bildgebende Kernspinresonanz	186
3.1 Bildgebung	186
3.2 Bildparameter	190
3.3 Bildqualität	191
3.4 Anlagenkonfiguration	193
4 Biologische Unbedenklichkeit	194
5 Ausblick	195
Literatur	195
Sachverzeichnis	197