

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Bioelektrische Signale

Silny, Rau

1.1	Einleitung . . . . .	1
1.2	Quellen der Biosignale . . . . .	2
1.3	Ausbreitung des elektrischen Biofeldes . . . . .	7
1.4	Aufnahmekette der Biosignale . . . . .	13
1.4.1	Ableitelektroden . . . . .	13
1.4.2	Aufnahmeeinrichtung . . . . .	17
1.5	Störquellen . . . . .	20
1.5.1	Elektromagnetische Felder . . . . .	21
1.5.2	Übrige Biosignale als Störung . . . . .	22
1.5.3	Rauschen . . . . .	23
1.5.4	Kontaktspannung . . . . .	24
1.5.5	Bewegungsartefakte . . . . .	24
1.6	Charakteristika von Biosignalen und Störungen . . . . .	25
1.6.1	Bandbreite und Amplitude . . . . .	25
1.6.2	Signaltheoretische Betrachtungen . . . . .	27
1.7	Verarbeitung und Auswertung der Biosignale . . . . .	29
1.7.1	Vorverarbeitung . . . . .	29
1.7.2	Filterung . . . . .	30
1.7.3	Extraktion von Parametern . . . . .	31
1.8	Elektrokardiogramm (EKG) . . . . .	32
1.8.1	Entstehung . . . . .	32
1.8.2	Ableitsysteme . . . . .	34
1.8.3	Vorverarbeitung . . . . .	37
1.8.4	Parameter . . . . .	37
1.8.5	Diagnostische Anwendung . . . . .	39
1.9	Elektromyogramm (EMG) . . . . .	40
1.9.1	Funktionelle Gliederung . . . . .	40
1.9.2	Ableitsysteme . . . . .	42
1.9.3	Parameter . . . . .	43
1.9.4	Diagnostische Anwendung . . . . .	45
1.10	Retinale Potentiale (EOG, ERG) . . . . .	47
1.10.1	Ableittechnik . . . . .	48
1.10.2	Form und Parameter . . . . .	48
1.10.3	Diagnostische Anwendung . . . . .	48
1.11	Elektroenzephalogramm (EEG) . . . . .	50
1.11.1	Ableitsysteme . . . . .	50

1.11.2	Störungen . . . . .	51
1.11.3	Parameter . . . . .	51
1.11.4	Diagnostische Anwendung . . . . .	53
1.12	Evozierte Potentiale . . . . .	54
1.12.1	Somatosensorisch evozierte Potentiale (SEP) . . . . .	54
1.12.2	Akustisch evozierte Potentiale (AEP) . . . . .	57
1.12.3	Visuell evozierte Potentiale (VEP) . . . . .	59
1.13	Literatur . . . . .	62

## **2 Meßverfahren und Meßgeräte in der Inneren Medizin**

Butten

2.1	Einführung . . . . .	65
2.2	Herz . . . . .	66
2.2.1	Physiologie und Pathophysiologie . . . . .	66
2.2.2	Meßverfahren und Meßgeräte . . . . .	69
2.3	Kreislauf . . . . .	79
2.3.1	Physiologie und Pathophysiologie . . . . .	79
2.3.2	Meßverfahren und Meßgeräte . . . . .	82
2.4	Lunge . . . . .	90
2.4.1	Physiologie und Pathophysiologie . . . . .	90
2.4.2	Meßverfahren und Meßgeräte . . . . .	92
2.5	Niere . . . . .	100
2.5.1	Physiologie und Pathophysiologie . . . . .	100
2.5.2	Meßverfahren und Meßgeräte . . . . .	102
2.6	Leber . . . . .	102
2.6.1	Physiologie und Pathophysiologie . . . . .	102
2.6.2	Meßverfahren und Meßgeräte . . . . .	103
2.7	Methodischer Anhang . . . . .	104
2.7.1	Ergometrie . . . . .	104
2.7.2	Indikatorverfahren . . . . .	105
2.7.3	Impedanzmessung . . . . .	106
2.7.4	Gasanalyse . . . . .	107
2.8	Literatur . . . . .	114

## **3 Instrumentelle Analytik in der Laboratoriumsmedizin**

Artmann, Wilhelm, Vogt

3.1	Verfahren der hämatologischen und hämorheologischen Labordiagnostik . . . . .	117
3.1.1	Zusammensetzung und Funktion des Blutes . . . . .	117
3.1.2	Blutzellen . . . . .	118
3.1.3	Blutzellendifferenzierung mittels Durchflußzytometrie . . . . .	119
3.1.3.1	Photometrische Hämoglobinbestimmung . . . . .	120
3.1.3.2	Coulter-Impedanz-Prinzip . . . . .	121
3.1.3.3	Erweitertes Widerstandsmeßprinzip . . . . .	124
3.1.3.4	Coulter-Impedanz-Prinzip und Laserstreulichtmessung . . . . .	126
3.1.3.5	Kleinwinkel- und Großwinkel-Laserstreulichtmessung . . . . .	127

3.1.4	Labordiagnostische Verfahren der Hämorheologie . . . . .	129
3.1.4.1	Plasmaviskosität . . . . .	130
3.1.4.2	Erythrozytenaggregation . . . . .	131
3.1.4.3	Erythrozytenverformbarkeit . . . . .	132
3.1.5	Literatur . . . . .	135
3.2	Mehrkanalanalysatoren . . . . .	136
3.2.1	Einleitung . . . . .	136
3.2.2	Besonderheiten . . . . .	137
3.2.2.1	Organisation und Ablauf im Labor . . . . .	137
3.2.2.2	Innerbetriebliche Stellung des Zentrallabors als Geräte- und Dienstleistungsbereich . . . . .	138
3.2.2.3	Definition der Mechanisierung . . . . .	138
3.2.2.4	Präzisions- und Richtigkeitskontrollen, Ringversuche, Vergleichbarkeit im Krankenhauslabor . . . . .	139
3.2.2.5	Das Untersuchungsmaterial . . . . .	139
3.2.2.6	Aufgaben und Methoden der klinischen Chemie . . . . .	140
3.2.3	Naßchemie . . . . .	142
3.2.3.1	Grundtypen von Analysersystemen . . . . .	142
3.2.3.2	Einteilung der Analysensysteme nach ihrem Transportsystem . . . . .	144
3.2.3.3	Geräteaufbau, Probenaufbereitung und -zuführung . . . . .	150
3.2.3.4	Meßverfahren und Meßprinzipien . . . . .	152
3.2.3.5	Mehrkanal-Analysensysteme . . . . .	154
3.2.4	Trockenchemie . . . . .	157
3.2.4.1	Entwicklung und Aufbau der Systeme . . . . .	157
3.2.4.2	Aufbau der Testplättchen . . . . .	157
3.2.4.3	Besonderheiten des Meßablaufs . . . . .	157
3.2.5	Literatur . . . . .	159
3.3	Gas- und Hochleistungsflüssigkeitschromatographie . . . . .	159
3.3.1	Einleitung . . . . .	159
3.3.2	Gaschromatographie . . . . .	160
3.3.2.1	Gerätekonzept . . . . .	160
3.3.2.2	Grundlegende Technik . . . . .	160
3.3.2.3	Das gaschromatographische System . . . . .	161
3.3.3	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie . . . . .	174
3.3.3.1	Gerätekonzept . . . . .	175
3.3.3.2	Grundlegende Technik . . . . .	175
3.3.3.3	Das hochleistungsflüssigkeitschromatographische System . . . . .	176
3.3.4	Literatur . . . . .	186
 <b>4 Röntgentechnik</b>		
Gudden, Hofmann		
4.1	Einleitung . . . . .	187
4.2	Physikalische Grundlagen der Bildgebung . . . . .	187
4.3	Erzeugung von Röntgenstrahlung . . . . .	189
4.3.1	Röntgenröhren . . . . .	189
4.3.2	Generatoren . . . . .	197
4.4	Bildqualität . . . . .	200
4.4.1	Die Punktbildfunktion . . . . .	201
4.4.2	Die Linienbildfunktion . . . . .	203

4.4.3	Die Modulationsübertragungsfunktion . . . . .	205
4.4.4	Bildqualität des Gesamtsystems . . . . .	209
4.4.5	Quantenrauschen . . . . .	209
4.4.6	Streustrahlung . . . . .	211
4.5	Bilderzeugung . . . . .	214
4.5.1	Film-Verstärkerfolien-Kombination . . . . .	214
4.5.2	Röntgenbildverstärker-Fernsehkette . . . . .	216
4.5.3	Elektorradiographische Aufnahmesysteme . . . . .	222
4.5.4	Digitale Bildsysteme . . . . .	225
4.5.5	Digitaler Bildverbund . . . . .	230
4.6	Vergleich verschiedener Systeme zur Röntgenbilderzeugung und der notwendigen Dosen . . . . .	232
4.7	Computertomographie . . . . .	233
4.8	Literatur . . . . .	240

## 5 Magnetresonanztomographie (MRT)

Stetter, Oppelt

5.1	Einleitung . . . . .	243
5.2	Prinzip der Kernresonanz . . . . .	243
5.2.1	Kernmagnetismus und Spin . . . . .	243
5.2.2	Bewegung der Kernmagnetisierung im Magnetfeld, Blochsche Gleichungen . . . . .	244
5.2.3	Relaxation . . . . .	244
5.2.4	Kernresonanz mit gepulster HF-Anregung . . . . .	245
5.2.5	Messung der Relaxationszeiten durch Impulsverfahren . . . . .	247
5.2.6	Spektroskopie . . . . .	249
5.2.7	Empfindlichkeit des Kernresonanzexperiments, Signal zu Rauschen . . . . .	250
5.3	Ortsaufgelöste Kernresonanz . . . . .	251
5.3.1	Abbildungsverfahren . . . . .	251
5.3.2	Selektive Anregung . . . . .	252
5.3.3	Abtastung des Ortsfrequenzenraumes . . . . .	253
5.3.4	Bildrekonstruktion . . . . .	255
5.3.5	Orts- und Kontrastauflösung . . . . .	256
5.4	Fourier-Meßverfahren und Pulssequenzen . . . . .	260
5.4.1	Spinecho-Sequenzen . . . . .	260
5.4.2	Schnelle MR-Tomographie durch Optimierung der Sättigungsmagnetisierung . . . . .	261
5.4.3	Schnelle MR-Tomographie durch planare Abtastung . . . . .	263
5.4.4	MR-Abbildung von Bewegung, MR-Angiographie . . . . .	264
5.5	Abbildungsfehler . . . . .	266
5.5.1	Fett-Wasser-Verschiebung . . . . .	266
5.5.2	Ortsverzeichnung . . . . .	267
5.5.3	Intensitätsinhomogenität . . . . .	267
5.5.4	Artefakte durch Phasenkodierstörungen . . . . .	268
5.5.5	Artefakte durch Bewegung . . . . .	269
5.5.6	Unterabtastung . . . . .	269

5.6	Physiologische Synchronisation . . . . .	271
5.6.1	EKG- und Pulstriggerung . . . . .	271
5.6.2	Atemphasengesteuerte Messung . . . . .	271
5.7	Technische Gesichtspunkte . . . . .	272
5.7.1	Spektrometer . . . . .	272
5.7.2	Magnet . . . . .	272
5.7.3	Gradienten . . . . .	274
5.7.4	HF-System . . . . .	275
5.7.5	Spulen und Resonatoren . . . . .	277
5.8	Patientensicherheit . . . . .	279
5.8.1	Richtlinien für Grenzwerte . . . . .	279
5.8.2	Sicherheitseinrichtungen . . . . .	279
5.9	Literatur . . . . .	279

## 6 Ultraschall zur Bilderzeugung

Schuy †, Leitgeb

6.1	Kenngrößen des Schallfeldes . . . . .	283
6.1.1	Ausbreitungsform . . . . .	283
6.1.2	Schallgeschwindigkeit . . . . .	284
6.1.3	Schallschnelle . . . . .	285
6.1.4	Schallimpedanz . . . . .	285
6.1.5	Schallintensität . . . . .	285
6.2	Schallausbreitung . . . . .	286
6.2.1	Reflexion . . . . .	286
6.2.2	Brechung . . . . .	287
6.2.3	Schallschwächung . . . . .	288
6.3	Schallerzeugung . . . . .	291
6.3.1	Schallwandler . . . . .	292
6.3.2	Schallfeld . . . . .	293
6.4	Ultraschalldiagnoseverfahren . . . . .	295
6.4.1	A-Scan-Verfahren . . . . .	296
6.4.2	TM-Verfahren . . . . .	297
6.4.3	B-Bild-Verfahren . . . . .	298
6.4.4	Doppler-Verfahren . . . . .	316
6.4.5	Durchschallungsverfahren . . . . .	322
6.5	Schädigung durch Ultraschall . . . . .	324
6.6	Literatur . . . . .	324

## 7 Nuklearmedizin

Nickel

7.1	Aufgaben der Nuklearmedizin . . . . .	327
7.2	Die wichtigsten Radionuklide und ihre Eigenschaften . . . . .	327
7.3	Strahlungsmessung . . . . .	329
7.3.1	Gasionisationszähler, Dosiskalibrator . . . . .	329
7.3.2	Szintillationszähler . . . . .	331
7.3.3	Halbleiterzähler . . . . .	333

7.4	Szintigraphie . . . . .	333
7.4.1	Scanner . . . . .	333
7.4.2	Anger-Kamera . . . . .	334
7.4.3	Die Multikristallkamera . . . . .	337
7.4.4	Die Kollimatoren . . . . .	337
7.5	Datenverarbeitung . . . . .	339
7.6	Emissionscomputertomographie . . . . .	341
7.6.1	Single-Photon-Emissionscomputertomographie (SPECT) . . . . .	342
7.6.2	Positronen-Emissionscomputertomographie (PET) . . . . .	343
7.6.3	Rekonstruktionsverfahren . . . . .	344
7.7	Funktionsdiagnostik . . . . .	345
7.7.1	Durchblutungsmeßverfahren . . . . .	345
7.7.2	Herzfunktion . . . . .	347
7.7.3	Nierenfunktion . . . . .	349
7.8	Literatur . . . . .	349

**8 Thermographie – Radiometrisch messende Wärmebildgeräte**  
**Kürbitz**

8.1	Einleitung . . . . .	351
8.2	Objekteigenschaften . . . . .	352
8.3	Das Übertragungsmedium . . . . .	353
8.4	Das Thermographiegerät . . . . .	354
8.4.1	Abtaster (Scanner) . . . . .	356
8.4.2	IR-Optik . . . . .	356
8.4.3	IR-Detektor und Kühlung . . . . .	358
8.4.4	Konzept für ein eichfähiges Thermographiegerät . . . . .	359
8.4.5	Systemkonzept . . . . .	360
8.5	Signalverarbeitung . . . . .	362
8.5.1	Signalverarbeitung . . . . .	362
8.5.2	Bildverarbeitung . . . . .	364
8.6	Plattenthermographie . . . . .	366
8.7	Medizinische Relevanz der Thermographie . . . . .	367
8.7.1	Methodisches Vorgehen . . . . .	367
8.7.2	Auswerteverfahren . . . . .	368
8.8	Literatur . . . . .	368

<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	<b>371</b>
----------------------------------	------------