

Inhalt

Vorwort — V

Bildnachweise — XI

1	Einführung in die Biosignalverarbeitung — 1
2	Grundlagen der Informations-, Signal- und Systemtheorie — 5
2.1	Information und Informationsübertragung — 5
2.2	Zusammenhang zwischen Signalen und Systemen — 16
2.3	Definition und Klassifizierung von Signalen — 19
2.3.1	Univariate und multivariate Signale — 19
2.3.2	Periodische, quasi-periodische, aperiodische und transiente Signale — 20
2.3.3	Gerade und ungerade Signale — 27
2.3.4	Kausale und akausale Signale — 28
2.3.5	Energie- und Leistungssignale — 29
2.3.6	Deterministische und stochastische Signale — 30
2.3.7	Kontinuierliche und diskrete Signale — 34
2.4	Transformationen der Signalverarbeitung — 36
2.4.1	Kontinuierliche Fourier-Transformation — 37
2.4.2	Kontinuierliche Laplace-Transformation — 39
2.4.3	Kontinuierliche Kurzzeit-Fourier-Transformation und Wavelet-Transformation — 42
2.4.4	Kontinuierliche lineare Faltung — 46
2.5	Gewinnung diagnostisch nutzbarer Informationen biologischer Systeme — 47
2.6	Nachlesungs- und Übungsaufgaben — 49
3	Grundlagen der Entstehung von Biosignalen — 53
3.1	Physiologie und elektrische Aktivität von Muskel- und Nervenzellen — 55
3.1.1	Bildung und Funktion von Biomembranen — 56
3.1.2	Analogie zu elektrischen Schaltkreisen — 60
3.1.3	Entstehung und Ausbreitung von Aktionspotentialen — 62
3.2	Elektrophysiologie des Herzens — 67
3.2.1	Allgemeine Erregung der Muskelzellen — 67
3.2.2	Messung elektrischer Potentiale an der Körperoberfläche — 70
3.2.3	Ablauf der Erregungsausbreitung bei einem Herzschlag — 76
3.2.4	Modellbildung des Erregungssystems — 78

3.3	Taxonomie der Biosignale — 86
3.4	Nachlesungs- und Übungsaufgaben — 91
4	Messung von Biosignalen und analoge Signalverarbeitung — 95
4.1	Messung von elektrischen Biosignalen — 95
4.1.1	Ableitelektroden — 98
4.1.2	Messverstärker — 101
4.2	Signalstörungen — 109
4.2.1	Netzstörungen — 109
4.2.2	Transiente Störungen — 113
4.2.3	Hochfrequente Störungen durch elektromagnetische Strahlung — 114
4.3	Messaufnehmer für nichtelektrische Biosignale — 115
4.3.1	Schallaufnehmer — 115
4.3.2	Optische Sensoren für Plethysmographie und Bestimmung der Sauerstoffsättigung — 118
4.4	Entstörung und analoge Filterung — 121
4.5	Entwurf analoger Filter — 129
4.5.1	Selektive Filter bei Optimierung des Betragsfrequenzgangs — 130
4.5.2	Selektive Filter bei Optimierung der Gruppenlaufzeit — 150
4.6	Nachlesungs- und Übungsaufgaben — 152
5	Methoden zur diskreten Verarbeitung und Analyse von Biosignalen — 155
5.1	Diskretisierung von zeit- und wertkontinuierlichen Signalen — 155
5.2	Diskrete Transformationen der Signalverarbeitung — 160
5.2.1	Die zeitdiskrete Fourier-Transformation — 160
5.2.2	Die diskrete Fourier-Transformation (DFT) — 161
5.2.3	Diskrete Laplace-Transformation und z-Transformation — 164
5.3	Methoden zur Analyse und Verarbeitung diskreter Biosignale — 165
5.3.1	Signalanalyse und -anpassung im Zeitbereich — 166
5.3.2	Signalanalyse im Frequenzbereich — 182
5.3.3	Signalanalyse im kombinierten Zeit-Frequenz-Bereich — 190
5.3.4	Diskrete lineare zeitinvariante Systeme und digitale Filter — 197
5.4	Nachlesungs- und Übungsaufgaben — 217
6	Anwendungen der Methoden in der Biosignalverarbeitung — 221
6.1	Signale des Gehirns — 221
6.2	Signale der Muskeln — 228
6.2.1	Spektralanalyse des 1-Kanal-EMGs — 231
6.2.2	Akustisch-kinetische Analyse von Osteoarthritis Patienten — 233
6.3	Signale des Herz-Kreislauf-Systems — 252
6.3.1	Elektrokardiogramm — 252
6.3.2	Phonokardiogramm — 277

6.3.3	Bestimmung der Sauerstoffsättigung und Plethysmographie —	291
6.3.4	Klassifikation von Mehrkanal-Photoplethysmographie-Signalen —	295
6.4	Nachlesungs- und Übungsaufgaben —	303
7	Appendix: Formelzeichen, Einheiten und wichtige Konstanten —	307
Literatur —		315
Stichwortverzeichnis —		319