

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Physiologische Grundlagen von Herz und Kreislauf	6
2.1	Das Herz	6
2.1.1	Erregungsbildung im Herzen und elektromechanische Kopplung	6
2.1.2	Elektrophysiologie der Schrittmacherzellen	8
2.1.3	Vegetative Innervation des Herzens	8
2.2	Kreislaufregulation	9
2.2.1	Intrakardiale Regulation	9
2.2.2	Kurzfristige extrakardiale Regulation	10
2.3	Atmung	11
2.4	Kardiorespiratorische Interaktion	12
2.4.1	Zentrale Synchronisation der Aktivität inspiratorischer Neurone und sympathischer und parasympathischer Ursprungsneurone	12
2.4.2	Atemmechanische Kopplung	14
3	Modellierung der respiratorischen Sinusarrhythmie	15
3.0	Ziel des Modells	15
3.1	Modellierung der Autorhythmie des Herzens	17
3.1.1	Aktionspotential	17
3.1.2	Langsame Depolarisation bis zum Schwellenpotential	18
3.2	Modellierung der Kreislaufgrößen	21
3.2.1	Diastolischer Blutdruck	21
3.2.2	Pulsdruck	22
3.2.3	Systolischer Blutdruck	24
3.2.4	Arterielle Zeitkonstante	24
3.2.5	Effektive Barorezeptoraktivität	24
3.3	Modell der sympathischen und parasympathischen Aktivität	25
3.3.1	Sympathische und parasympathische Aktivität	25
3.3.2	Abschätzung der mittleren Verzögerung und der Halbwertsbreiten	26
3.3.3	Sympathischer und parasympathischer Effekt	28
3.4	Modell der zentralen und der atmungsmechanischen Einflüsse	29
3.4.1	Direkter zentraler respiratorischer Einfluß	30
3.4.2	Indirekter zentraler respiratorischer Einfluß	30
3.4.3	Atmungsmechanischer Einfluß	30
3.5	Einfügen stochastischer Größen in die Modellgleichungen	31

4	Auswertung der Messungen	32
4.1	Bemerkungen zur Aussagekraft von Taktatmungsexperimenten	32
4.2	Datenerhebung und Kompression der Primärdaten	33
4.2.1	Elektrokardiogramm	33
4.2.2	Blutdruck	33
4.2.3	Atmung	34
4.3	Auswertung der komprimierten Daten	35
4.3.1	Bestimmung der arteriellen Zeitkonstante aus den Meßdaten	35
4.3.2	Darstellung der Zeitreihen der Kreislaufgrößen	37
4.3.3	Quantitative Größen zur Charakterisierung der respiratorischen Sinusarrhythmie	37
4.3.4	Berechnung der quantitativen Größen für die Meßreihen	40
4.4	Graphische Exploration der Meßdaten	41
4.4.1	Korrelation zwischen Blutdruck und Herzschlaglänge	41
4.4.2	Phasenbeziehung zwischen Atmung und Herzschlag	41
4.4.3	3-dimensionale Atemphasen-getriggerte Einbettung der Beobachtungsgrößen	43
4.5	Erklärungsansätze für die atemrhythmische Variation der Vorhersagbarkeit der Herzschlaglängen	44
5	Vorläufige Modellvalidierung	48
5.1	Graphische Programmoberfläche	49
5.2	Verschiedene Kombinationen der Wechselwirkungen im Modell	49
5.3	Abhängigkeit der respiratorischen Sinusarrhythmie von der Atemzykluszeit und der mittleren Herzschlaglänge	54
5.4	Abhängigkeit der respiratorischen Sinusarrhythmie von der Phase zwischen mechanischem und zentralem respiratorischen Einfluß	55
5.5	Simulation atemrhythmischer Variationen der Vorhersagbarkeit der Herzschlaglängen	56
6	Zusammenfassender Ausblick	58
Anhang		
A	Zeitreihen der Kreislaufgrößen	59
B	3-dimensionale Atemphasen-getriggerte Einbettung der Beobachtungsgrößen	63
C	Zusammenfassung der Modellvariablen und -gleichungen	66
D	Integralgleichung für eine Verzögerung q-ter Ordnung	71
E	Wahrscheinlichkeitsdichte der First-Passage-Time des Schwellenpotentials	76
F	Das Schlag-zu-Schlag-Modell des kardiovaskulären Systems von deBoer et al.	79
G	Literaturverzeichnis	81