

# Kapitel 9

## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Evaluation und Anwendung von Algorithmen und Verfahren zur Extraktion und Analyse von Zeitreihendaten der physiologischen Parameter Elektrokardiogramm und Pulsweite. Das inhaltliche Ziel besteht in der Formulierung und Evaluierung eines Softwaresystems zur Analyse und Darstellung von physiologischen Parametern unter externer oder interner Beeinflussung. Im Vordergrund steht dabei die medizinische Vorbereitung eines bemannten Fluges zum Mars. Dabei liegt der Schwerpunkt auf modernen Verfahren wie Nichtlineare Dynamik, Entropie-Verfahren oder Wavelet-Analyse. Des Weiteren wird die Power-Spektraldichte (PSD) und die parametrische AR Methode als spektral analytisches Verfahren eingesetzt. Ebenso kommen statistische Verfahren wie HRV-Spektralanalyse, HRV-Time-Domain-Analyse und Histogramme zur Anwendung. Im Mittelpunkt steht dabei der Einsatz des von Felsenberg et al. entwickelten Vibrations-Muskeltrainingsgerätes „Galileo Space“, welches der Dekonditionierung des menschlichen Organismus bei simulierter Schwerelosigkeit während Langzeit-Immobilität bei einer Bed-Rest-Studie entgegenwirken soll. Der Fokus liegt auf der kardiovaskulären Entwicklung der acht Wochen langen Immobilisation von mit „Galileo Space“ trainierenden und nicht-trainierenden Probandengruppen. Als zu analysierende Datensätze wurden Interbeat-Intervall-Datensätze (IBI-Datensätze) aus den erfassten Rohdaten des Elektrokardiogrammes und den Pulswellen der A. radialis, der A. brachialis und der A. carotis extrahiert und verwendet.

Es wurden zwei unterschiedliche Bewertungen durchgeführt. Zum einen wurden für pathologische kardiovaskuläre Prozesse bestätigte Verfahren zur Analyse von IBI-Daten auf ihre Aussagekraft bei gesunden Probanden geprüft. Anschliessend wurden die Ergebnisse der Verfahren auf Unterschiede zwischen den trainierenden und nicht-trainierenden Probandengruppen geprüft.

Dabei konnte festgestellt werden, dass nicht alle bei pathologischen Prozessen in der Literatur beschriebenen Verfahren auch für die physiologischen Prozesse der langen Immobilisation bei gesunden Probanden anwendbar sind. Entropie-Verfahren wie die Approximative Entropie (ApEn) und die Shannon-Entropie konnten keine Aussage über den sich verändernden Informationsgehalt bei den RR- und Puls-IBI's der beiden Probandengruppen treffen. Die unterschiedlichen AR Methoden zur spektral analytischen Auswertung der Daten lieferten keine signifikanten Unterschiede zwischen trainierenden und nicht-trainierenden Probanden oder im Wochenverlauf. Dagegen lieferten alle anderen verwendeten Verfahren klare Hinweise auf die kardiovaskuläre Dekonditionierung der nicht-trainierenden Probanden und die Resistenz der trainierenden Probanden gegen die Dekonditionierung. Neben den klaren Unterschieden zwischen trainierenden und nicht-trainierenden Probandengruppen lassen sich zusätzlich Unterschiede bei dem Verhalten von peripheren und zentralen arteriellen Gefässen feststellen. Dabei sind deutliche Unterschiede zwischen dem IBI-Verhalten der peripheren (A. radialis) und den zentralen Arterien (A. carotis) zu erkennen.

Neben den Verfahren, die nur den IBI-Datensatz an sich prüften, wurde der erweiterte Ansatz der semantischen Analyse zur Prüfung von Kreuzkorrelationen der kardiovaskulären Parameter Elektrokardiogramm und Puls geprüft. Dabei wurden Verfahren zur Ermittlung von Baroreflex-Sensitivität, -Effektivität und der Blutdruckkrampen ebenso wie Verfahren zur Bildung von Kreuz-Spektrogrammen auf ihre Verwendbarkeit bei physiologischen Prozessen gesunder Probanden geprüft. Wie auch bei den zuvor beschriebenen Verfahren waren auch hier nicht alle Verfahren bei physiologischen Prozessen gesunder Probanden aussagekräftig. Nur die Kreuz-Spektrogramme lieferten Anzeichen sich verändernder Parameter (Kongruenz der Einzelspektrogramme) bei den nicht-trainierenden Probandengruppen.

Abschliessend wird festgehalten, dass der bereits bestätigte positive Einfluss von „Galileo Space“ auf die Verhinderung von Abbau des Muskelvolumens und der Knochendichte auch bei den kardiovaskulären Parametern Elektrokardiogramm und Puls präventiven Einfluss gegen einer Dekonditionierung ausübt. Der negative Einfluss der simulierten Schwerelosigkeit zeigt sich deutlich bei den nicht-trainierenden Probandengruppen. Ein entsprechendes Training kann der Dekonditionierung des kardiovaskulären Systems entgegenwirken.