

Regelung der menschlichen Herzrate

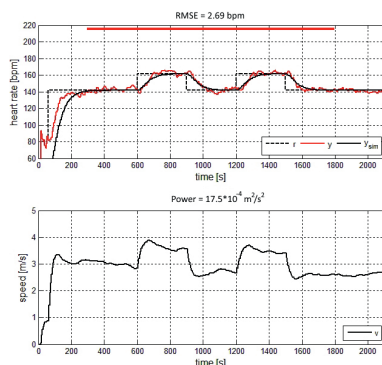
Fachgebiet: Regelungstechnik
Betreuer: Prof. Dr. Kenneth Hunt
Experte: Dietmar Kramer

Beim Lauftraining ist es ideal, wenn die Herzrate einem festgelegten Profil folgt. So kann die Intensität des Trainings genau gewählt werden. Das Hauptziel dieser Arbeit ist die Regelung der menschlichen Herzrate beim Training auf dem Laufband.

Die menschliche Herzrate weist eine Schwingung im Bereich von 0.01 Hz auf. Diese Schwingung nennt sich tieffrequente Herzratenvariabilität und soll bei der Regelung der Herzrate explizit berücksichtigt werden.

Diese Arbeit ist Teil einer dreiteiligen Studie zur Erforschung der tieffrequenten Herzratenvariabilität und zur Regelung der menschlichen Herzrate. In der Projektarbeit 2, welche vor dieser Arbeit durchgeführt wurde, wurden mit 24 Probanden insgesamt 48 Messungen zur Identifikation der Herzrate durchgeführt. Dazu wurde auf dem Laufband während 35 Minuten ein festgelegtes Geschwindigkeitsprofil durchlaufen. Dabei wurde die Herzrate gemessen. Um ein mathematisches Modell der Herzrate zu erhalten, wurden alle so gemessenen Herzratenverläufe als PT1-Elemente nachgebildet. Aus diesen Modelldaten wurde ein Nominalmodell ausgewählt, welches später im Regelkreis die Regelstrecke beschreibt.

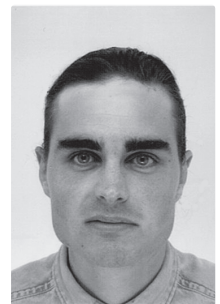
In der Thesis-Arbeit wurde zunächst mit 10 Probanden eine erste Messreihe mit einer ersten Regelstruktur durchgeführt. Dabei wird die Herzrate durch Veränderung der Geschwindigkeit des Laufbands durch die Regelung möglichst genau auf ihrem Sollwert gehalten. Die Messung erfolgte jeweils über 35 Minuten und die Herzrate folgte einem festgelegten Herzratenprofil. Die durchschnittliche Intensität der Herzrate wurde auf 70% der maximalen Herzrate festgelegt. Nach dem Messen wurden die durchschnittliche Abweichung der gemessenen zur Soll-Herzrate, sowie die Dynamik des Laufbands ausgewertet.



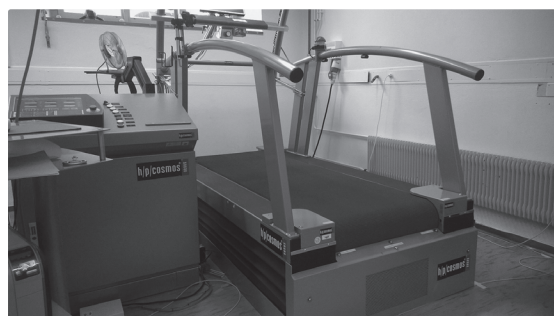
Regelungsmessung (r: Führungssignal; y: gemessene Herzrate; y_sim: simulierte Herzrate; v: Laufgeschwindigkeit)

Nach der ersten Messreihe wurde die Regelstruktur so weiterentwickelt, dass man durch das Verschieben eines Pols der Eingangs-Sensitivitätsfunktion die Regelung beliebig dynamischer oder ruhiger gestalten kann. Mit der neu entwickelten Regelstruktur wurden in einer zweiten Messreihe 10 Vergleichsmessungen durchgeführt. Danach wurden die beiden Messreihen verglichen. Ein statistischer Hypothesentest ergab, dass es für das Ergebnis keinen Unterschied macht, ob mit der ursprünglichen oder mit der neuen Regelstruktur geregelt wird. Deshalb wurden mit der neuen Struktur Regelungsmessungen mit insgesamt 30 Probanden durchgeführt und ausgewertet.

Die Regelung wurde durch die tieffrequente Herzratenvariabilität im Bereich von 0.01 Hz nicht störend beeinflusst. Die Herzrate konnte sehr genau geregelt werden, die durchschnittliche Abweichung der Herzrate liegt bei etwas unter 3 Schlägen pro Minute. Mit dieser Arbeit konnte aufgezeigt werden, dass die entwickelte Regelung ihr Ziel, die genaue Regelung der Herzrate unter Berücksichtigung der tieffrequenten Herzratenvariabilität, erreicht hat.



Simon Elias Fankhauser
sfanky_1990@bluewin.ch



Für die Regelungsmessungen verwendetes Laufband