

ErgoBike: Regelsysteme für ein Fahrrad-Ergometer

Fachgebiet: Regelungstechnik
Betreuer: Prof. Dr. Kenneth James Hunt
Experte: Dr. Dietmar Kramer (ProGrit)

Sportliche Höchstleistungen sind heute mehr denn je gefragt. Damit diese erbracht werden können, ist ein gutes Training umso wichtiger. Das physiologische Training zielt dabei auf die Leistung physiologischer Kenngrößen wie der Herzrate oder der Sauerstoffaufnahme. Das Trainieren in bestimmten Puls-Bereichen oder nach Sauerstoffwerten erhöht den Trainingseffekt gegenüber herkömmlichen Methoden.

Ausgangslage

Durch die Regelung von physiologischen Variablen wie der Herzrate (HR) oder der Sauerstoffaufnahme (V_{O_2}) können die Trainingsintensität erhöht und Leistungstests genauer durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Bachelor Thesis wurden solche Regelsysteme für ein Fahrrad-Ergometer ausgelegt. Das Fahrradergometer LC7 von Monark, welches als Arbeitsgerät für diese Arbeiten benutzt wurde, verfügt bereits über eine interne Herzratenregelung. Testmessungen ergaben jedoch, dass diese sehr konservativ ausgelegt ist. So braucht das Ergometer für einen Anstieg der Herzrate um 20 BPM etwa 6 Minuten. Am Institut für Rehabilitation und Leistungstechnologie (IRPT) der BFH wurden bereits ähnliche Regelsysteme für ein Laufband entwickelt. Die Aufgabe war, eine HR-Regelung sowie eine V_{O_2} -Regelung zu implementieren, diese anhand von Testmessungen zu verifizieren und gegebenenfalls anzupassen.

Zusätzlich sollte die tieffrequente HR-Variabilität (VLF-HRV) untersucht werden. Diese wurde bei Messungen mit einer HR-Regelung am Laufband bereits mehrfach untersucht. Ziel dieser Untersuchung war es, mit Pilotmessungen zu prüfen, ob auch auf dem Ergometer eine HRV im Bereich von 0.01 Hz auftritt.

Ergebnisse

Mittels der Methode der Polvorgabe wurden Regler entworfen, welche entweder die HR oder die V_{O_2} regeln. Mit einem ersten Matlab-Simulink-Modell kann für jeden Probanden individuell die Sprungantwort der HR und der V_{O_2} bezüglich einer sich ändernden Leistung gemessen werden. Für die Messung der HR wird ein Brustgurt von Polar verwendet, für die Messung der V_{O_2} das MetaMax-System. Durch die Auswertung dieser Messdaten kann der Proband als System 1. Ordnung modelliert werden. Mit den so gewonnenen Daten wird mittels der Polvorgabe ein individueller Regler für jeden Probanden ausgelegt. Der Regler berechnet somit in Echtzeit die Leistung oder die Leistungsänderung, welche nötig ist, damit die HR oder die V_{O_2} einem vorgegebenen Profil folgen kann. Mehrere Testmessungen ergaben, dass sowohl die HR- wie auch die V_{O_2} -Regelung ein robustes Führungs- und Störungsverhalten aufweisen.

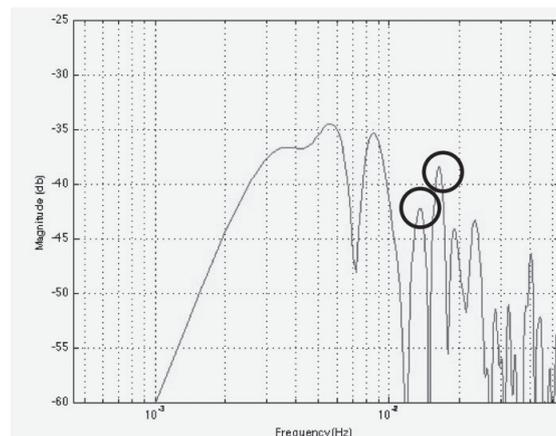
Die Fourieranalyse von Messungen bei konstanter Leistung zeigte auf, dass im Bereich von 0.013 Hz und 0.016 Hz eine hohe Resonanz nachweisbar ist. Dies sind die Frequenzen der vermuteten HRV.



Yannick Pascal Rösch
alkali@bluewin.ch



Schematische Darstellung der HR-Regelung



Fourieranalyse einer Testmessung zur HRV