

Wirkungsgrad des FES-Radfahrens

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Prof. Dr. Kenneth J. Hunt
Experte: F. Scheuter

Eine Verletzung des Rückenmarks ist ein lebensveränderndes Ereignis, welches neben Lähmungserscheinungen noch eine Vielzahl an Konsequenzen, wie den Verlust von Sensorik und Beeinträchtigung des autonomen Nervensystems mit sich trägt. Das FES-Liegerad gibt Bein paralytisierten Menschen die Möglichkeit gelähmte Muskeln durch funktionelle Elektrostimulation zu trainieren.

Ausgangslage

Am IPRT (Institute for Rehabilitation and Performance Technology) wurden Liegeräder für Personen mit neurologischen Lähmungen entwickelt. Diese bestehen aus einem Rahmen, der Mess- und Steuerungstechnik, sowie einem elektronischen Stimulator. Funktionelle Elektro-Stimulation, kurz FES, ist eine Technik, mit der mittels elektrischen Impulsen Muskeln aktiviert werden können. Mittels Elektroden, die auf die Hautoberfläche geklebt werden, wird ein elektrisches Feld erzeugt. Unter dessen Einfluss werden Nerven- und Muskelgewebe stimuliert, d.h. der Muskel zieht sich zusammen und es entsteht eine Bewegung.

Ziel

Mit dem Ziel die Leistungsperformance des FES-Radfahrens zu erhöhen, soll eine Messreihe an gesunden Probanden durchgeführt werden. Stimulationsmuster mit konstanter und stochastisch-modellierter Frequenz sollen miteinander verglichen werden. Anschliessend sollen die Messungen analysiert und statistisch ausgewertet werden.

Methodik

Es wurden viele Anpassungen und Optimierungen, vor allem an der Software vorgenommen, mit dem Ziel optimale und aussagekräftige Leistungsmessungen durchführen zu können. Der Stimulationsverlauf für die Studie wurde festgelegt, dieser beinhaltet jeweils

die zwei Stimulationsmuster P1 und P2. Während P1 wird mit konstanter Frequenz ($f = 35 \text{ Hz}$) und während P2 mit stochastisch-modellierter Frequenz ($20 \text{ Hz} < f < 50 \text{ Hz}$) stimuliert. Stimuliert wird pro Muster jeweils drei Minuten. Vor, nach, und zwischen den Stimulations-Phasen ist jeweils eine drei minütige passive Phase ohne Stimulation. Die Kadenz ist während der gesamten Messung konstant (50 rpm), sowie auch die Amplitude der Stimulations-Impulsen (Quadriceps 50 mA, Hamstrings 40 mA). Nur die Pulsweite unterscheidet sich von Proband zu Proband und wird jeweils ermittelt.

Ergebnisse

Es wurden 21 Probanden für die Messreihe rekrutiert, davon hat ein Proband die Studie vorzeitig beendet. Mit den restlichen 20 Probanden wurden mind. zwei Leistungsmessungen durchgeführt. Schlussendlich wurden von 17 Probanden die Messungen statistisch mittels t-Test ausgewertet. Die Auswertung hat aufgezeigt, dass die mittlere Leistung P_m , gemessen über den ganzen Stimulationsbereich, mit dem Stimulationsmuster P1 ($f = \text{const.}$) signifikant höher ist als mit P2: $P_m(P1) = 12,57 \pm 3,74 \text{ W}$ (Mean \pm SD), $P_m(P2) = 11,44 \pm 3,81 \text{ W}$ (Mean \pm SD), p-Wert = 0.0217, 95% CI = (0.188, 2.070) (P1, P2).



Marc Adrian Luder

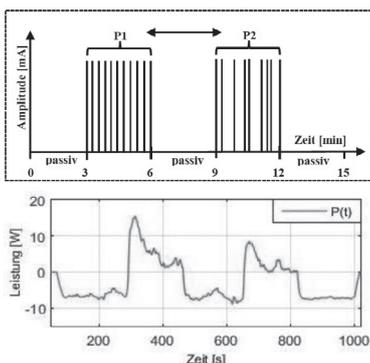


Abb.1: Stimulationsverlauf (oben), typische Leistungsmessung (unten)

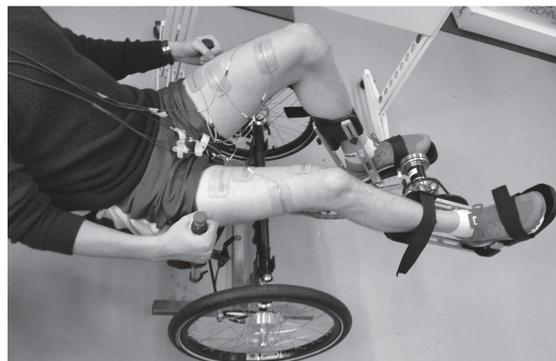


Abb.2: FES-Radfahren