

Julian-Marvin Lütten (2018)

Einleitung

Die Spiroergometrie (aus lat. *spirare*: atmen, griech. *ergo*: Arbeit) ist eine oft genutzte technische Anwendung der Sportmedizin zur Bestimmung von individuellen Trainingsbereichen, bei der respiratorische Daten während inkrementierter körperlicher Belastung erfasst und anschließend analysiert werden. Der Hamburger Medizintechnik-Hersteller cardioscan GmbH hat 2017 ein Spiroergometer entwickelt, welches in Verbindung mit einer Software für dieses Verfahren noch nicht getestet wurde. Die Software verwendet momentan einen Algorithmus, der recht sensitiv für Fehler ist und deshalb durch einen neuen ersetzt werden muss. Hierfür eignen sich Methoden zur Bestimmung der Ventilatorischen Schwellen VT1 und VT2, die von der AG Spiroergometrie empfohlen werden [1].

Es wurden im Rahmen dieser Arbeit insgesamt vier Methoden ausgewählt, die in Folge an eine Spiroergometrie mit dem neuen

Gerät des Unternehmens bestimmt werden sollten. Zu überprüfen war, ob das Gerät generell für diese Anwendung nutzbar ist, welche der vier Methoden zum Erreichen der Firmenziele optimal ist und ob die Methoden genauere Ergebnisse liefern können, als der ursprüngliche Algorithmus.

Grundlagen

Das ventilatorische Schwellenkonzept basiert auf der physiologischen Reaktion des Körpers auf die zunehmende Belastung bei einer Spiroergometrie. Da der Muskelgehalt des körpereigenen Energiestoffs ATP zur Muskelkontraktion nur für eine kurze Zeit ausreicht, muss dieser für andauernde Arbeit durch Glykolyse oxidativ resynthetisiert werden [2]. Reicht ab einer bestimmten Belastung die Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2$) nicht mehr aus, fehlen dem Körper gewisse Enzyme, sodass in den Muskeln Laktat akkumuliert und es allmählich zur metabolischen Azidose (Übersäuerung) kommt. Der Körper versucht, dies durch Puffer-Reaktionen zu

kompensieren, wodurch überschüssiges Kohlenstoffdioxid (CO_2) anfällt, welches respiratorisch messbar abgeatmet wird.

Bestimmte Atemparameter können grafisch verglichen werden, um die ventilatorische Reaktion auf metabolische Prozesse zu detektieren. Die sogenannten ventilatorischen Schwellen stellen die Stoffwechselübergänge dar, anhand derer mit verschiedenen Modellen Trainingsbereiche bestimmbar sind. Die VT1 kann mittels der V-Slope-Methode oder anhand des Sauerstoff-Äquivalents EQO_2 grafisch identifiziert werden. Das Kohlenstoffdioxid-Äquivalent $EQCO_2$ oder der Vergleich der Ventilation ($\dot{V}E$) mit der Kohlenstoffdioxidabgabe ($\dot{V}CO_2$) eignen sich zur Bestimmung der VT2.

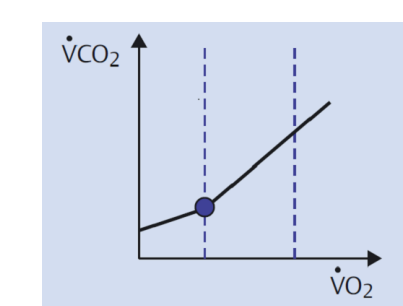


Abb. 1: V-Slope

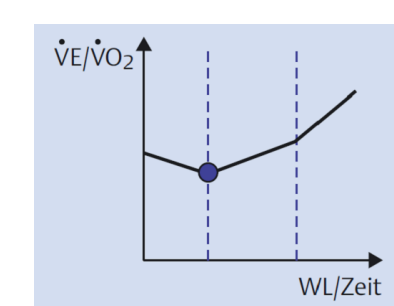


Abb. 2: EQO_2

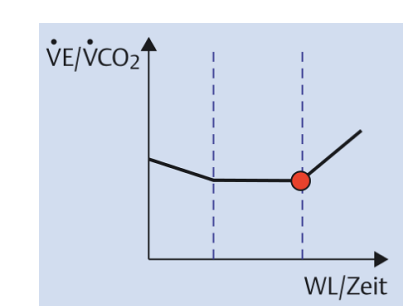


Abb. 3: $EQCO_2$

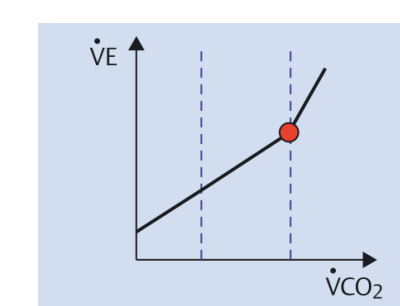


Abb. 4: $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$

Methode

In einem firmeninternen Projekt wurden mit 28 unterschiedlichen Probanden nach einem gleichen festgelegten Prozedere spirometrische Tests auf einem Fahrradergometer durchgeführt, bei der die Herzfrequenz zusätzlich über einen Pulsgurt erfasst wurde. Die Sensor-Rohdaten des Spiroergometers, die Herzfrequenz sowie die Leistungswerte des Ergometers wurden durch ein MATLAB-Programm weiterverarbeitet und grafisch in Form von eigens erstellten „6-Felder-Grafiken“ visualisiert. In diesen sind die Plots für alle vier Methoden enthalten. Die Grafiken wurden subjektiv von zwei Ratern sowie mathematisch durch einen Algorithmus analysiert. Anschließend wurden die Ergebnisse der unterschiedlichen Methoden statistisch miteinander verglichen und Differenzen bzw. Abweichungen bei den identifizierten Schwellen untersucht. Die Ergebnisse wurden außerdem mit den Erkenntnissen der HUNT 3 Studie aus dem Jahre 2014 verglichen, um zu diskutieren, ob die individuell gemessenen Werte realistisch waren.

Resultate

Bei den Testmessungen traten keinerlei Gerätefehler oder Störungen auf, sodass für alle 28 Probanden Ergebnisse in Form von Graphen erstellt werden konnten. Abb. 5 zeigt ein Beispiel einer 6-Felder-Grafik, in der die respiratorischen Parameter in verschiedenen Farben aufgetragen sind. Zum Ablesen der ventilatorischen Schwellen ist die entsprechend gemessene Herzfrequenz in Form einer rosafarbenen Linie in die Plots integriert.

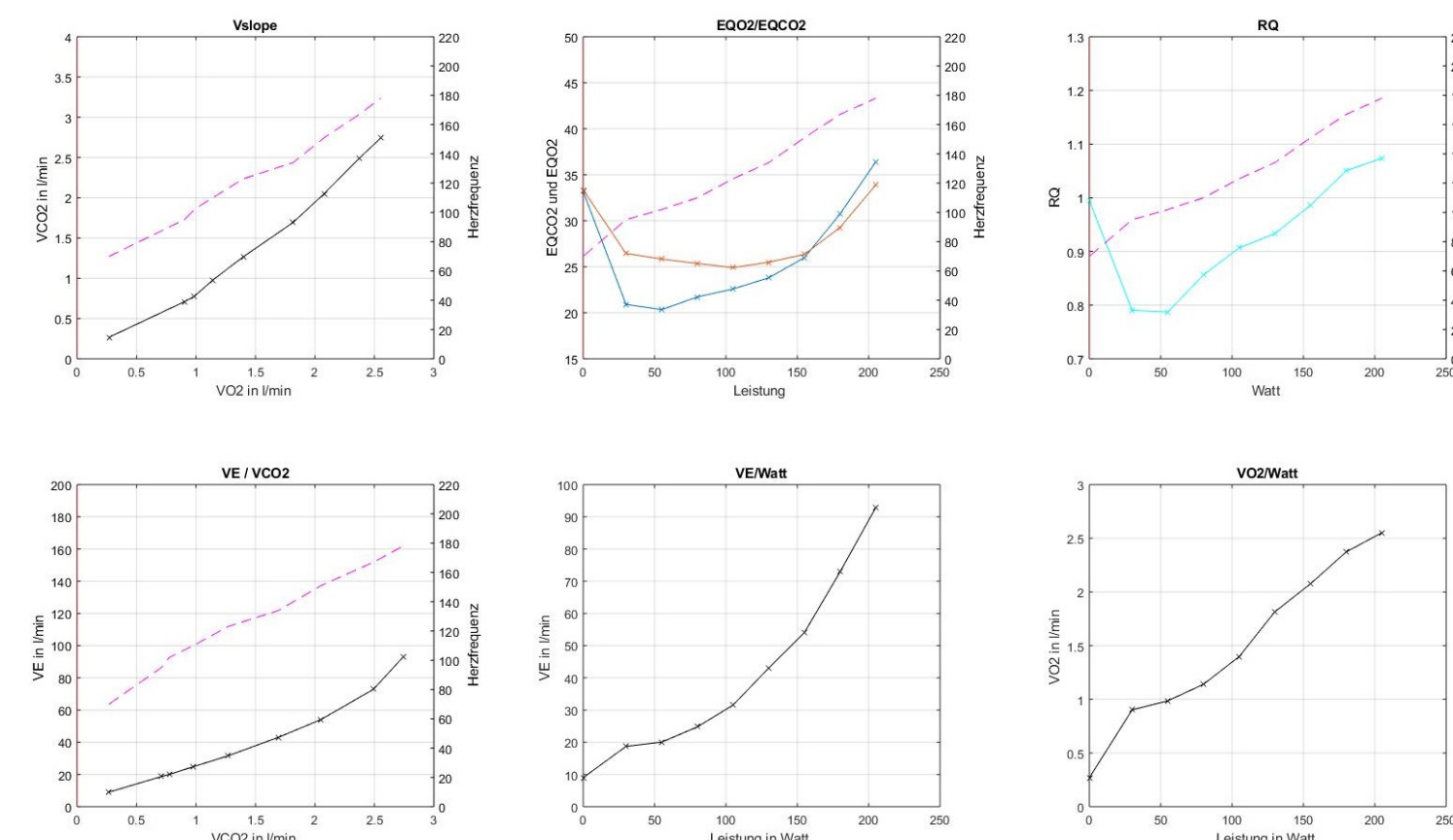


Abb. 5: Beispiel einer 6-Felder-Grafik

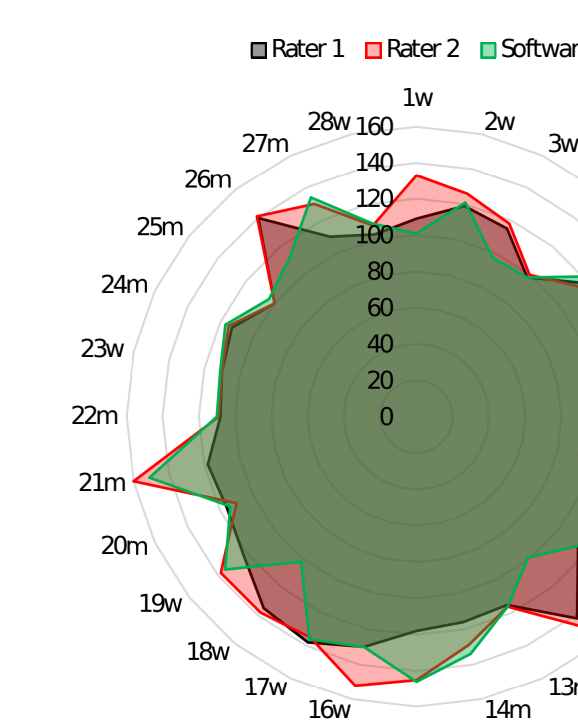


Abb. 6: V-Slope-Streuung

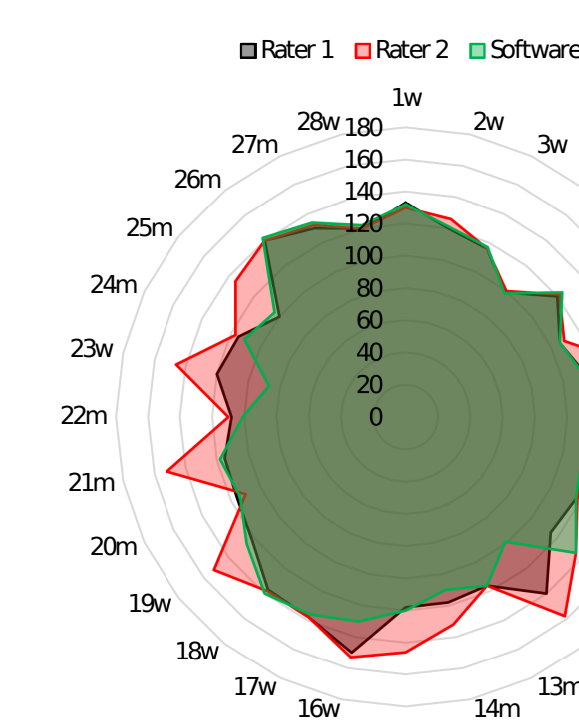


Abb. 6: EQO_2 -Streuung

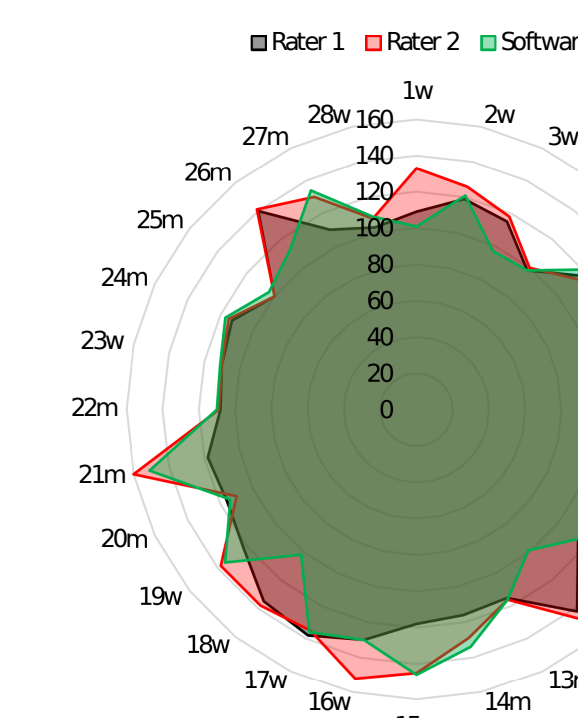


Abb. 6: $EQCO_2$ -Streuung