

# Multidimensionale und komplexe Analyse kinematischer, dynamischer und elektromyografischer Daten<sup>1</sup> im Jahresverlauf im Leistungsrudern (Skull, männlich)

Ditmar Wick (Projektleiter), T. Krüger & Ralf Vogel

Universität Potsdam, Professur für Trainings und Bewegungswissenschaft

## Problemdarstellung

Bisherige elektromyografische Untersuchungen im Rudersport bezogen sich hauptsächlich auf das Ergometerrudern (vgl. Krakor et al., 1997). Zur Objektivierung der Innervationsmuster der beteiligten Hauptmuskelgruppen im Freiwasser liegen bisher noch keine Ergebnisse vor. Das Gleiche gilt auch für die Nutzung von EMG-Befunden für die Zusammensetzung von Mannschaftsbooten, der Sitzplatzcharakteristik sowie der Ableitung von Trainingsempfehlungen aus den gewonnenen Innervationsmustern.

Ziel der Untersuchungen ist die Objektivierung der Muskelaktivitäten im Ruderzyklus in differenzierten praxisnahen Bewegungssituationen.

## Methode

Gemessen wurden 7 Ruderer der deutschen Nationalmannschaft, sowie eine Ruderin der australischen Nationalmannschaft (Tab. 1). Neben der kinematischen Aufnahme der Ruderbewegung mit einer Digitalkamera (Typ Panasonic, Japan bzw. Casio, Japan) kam ein 8-Kanal-EMG (BioVision®, Germany) zur Erfassung der Muskelaktivitäten zum Einsatz. Gemessen wurden die Muskeln M. brachioradialis, M. biceps brachii, M. deltoideus, M. rectus abdominis, M. erector spinae, M. rectus femoris, M. biceps femoris und M. gastrocnemius jeweils auf der rechten Körperseite der Probanden. Die Haut der Probanden wurde für die Klebeelektroden vorbereitet (rasiert, entfettet und gesäubert) und mit den für die jeweiligen Muskeln relevanten Elektroden ausgestattet.

Tab.1: *Messtage mit den jeweils gemessenen Probanden.*

Probanden	Ort	Datum
VPN 1, VPN 2, VPN 3	OSP Berlin	26.06.2007
VPN 4	OSP Potsdam	25.10.2007
VPN 5, VPN 6	OSP Potsdam	25.04.2008
VPN 1, VPN 7, VPN 8	OSP Berlin	24.06.2008

<sup>1</sup> Aufgrund der nur bedingten Synchronisation der Messgeräte, lag der Schwerpunkt dieser Untersuchung bei der Analyse der elektromyografischen Daten.

Die Messungen wurden mit drei verschiedenen Schlagfrequenzen durchgeführt. Einem Grundlagenausdauer (GA) Schlag bei 22 Schläge/min, einem Wettkampfschlag bei 32 Schlägen/min und einen weiteren Wettkampfschlag bei 36 Schlägen/min.

Die aufgezeichneten Rohdaten wurden mit der Analysesoftware DasyLab 9.0 gefiltert, gleichgerichtet und geglättet (Abb. 1). Anschließend erfolgte eine zeitnormierte Interpolierung der EMG-Daten mit Hilfe des Computerprogramms Origin 6.0. Hierbei wurden zehn aufeinander folgende Ruderschläge gemittelt.

Bei späteren Messungen (April und Juni 2008) erfolgte eine Glättung der Daten mit Hilfe des Root-Mean-Square (RMS) mit einer Intervalllänge von 30 ms.

Des Weiteren konnte die Qualität mit Hilfe einer MVC-Normalisierung<sup>2</sup> verbessert werden.

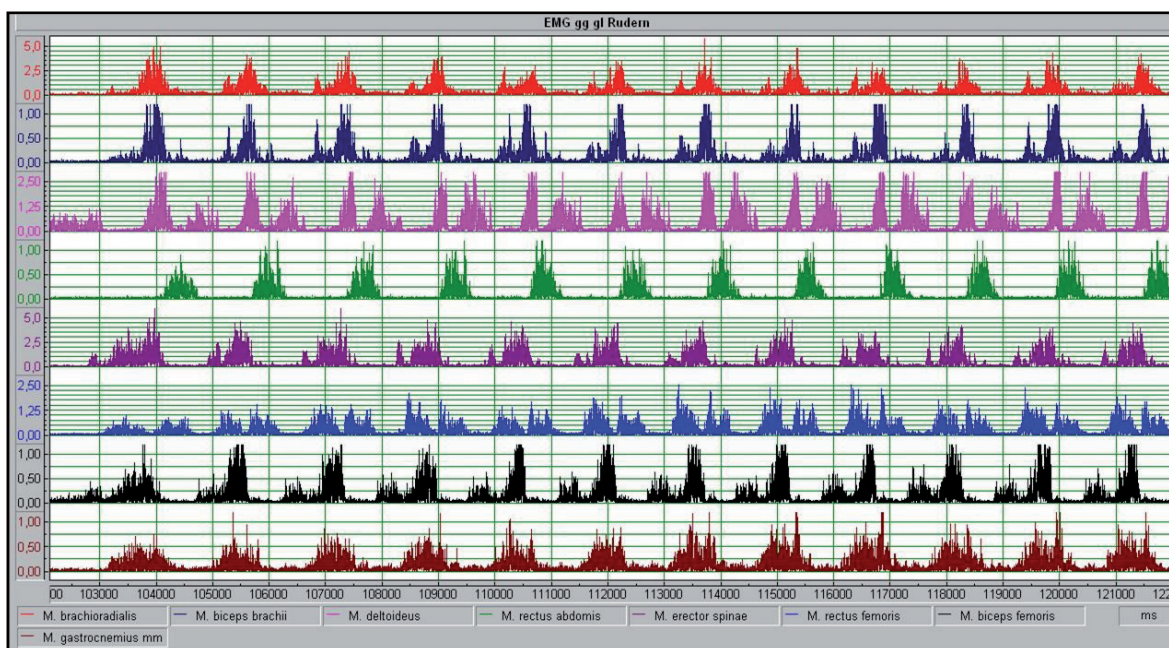


Abb.1: EMG- Aufnahme mehrerer Ruderschläge bei einer Schlagfrequenz von 36 Schlägen/min (gleichgerichtet und geglättet; gefiltert mit low pass, Butterworth, 400 Hz, 1. Ordnung sowie high pass, Butterworth, 50 Hz, 6. Ordnung) (Wick et al, 2008).

## Ergebnisse

### Leitbildorientierung

Betrachtet man die Darstellungen der einzelnen Muskeln unterschiedlicher Probanden, ist zu erkennen, dass annähernd gleiche Aktivierungsmuster auftreten. So zeigt sich, dass bei allen Probanden das Einleiten der Schlagbewegung mit einer Aktivierung des M. gastrocnemius, des M. rectus femoris und des M. erector spinae einher geht. Es findet demnach eine Plantarflexion im Sprunggelenk und eine Extension

2 MVC- Normalisierung: Die Normalisierung erfolgt mit Hilfe einer maximal willkürlichen Kontraktion (eng. maximal voluntary Contraction – MVC).

des Kniegelenks statt. Der Oberkörper wird aus der Beuge in eine aufrechte Position gebracht (Extension der Hüfte durch M. erector spinae) (Abb. 2).

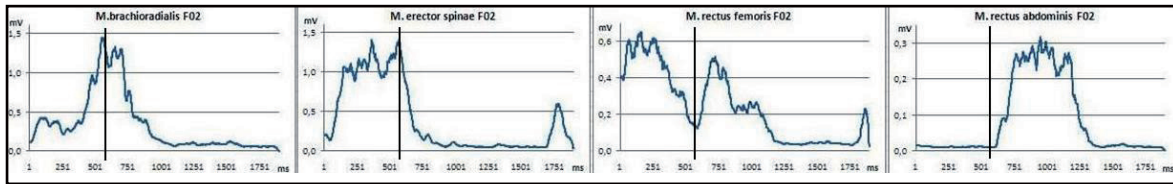


Abb. 2: Darstellung ausgewählter Muskeln während eines Ruderzyklus (gleichgerichtet und RMS- geglättet). Die Markierung stellt die Unterteilung in Durchzug und Freilauf dar.

Hat der M. erector spinae seine Hauptaktivität beendet, erfolgt die Hauptaktivität des M. rectus abdominis. Dieser ist unter anderem für die Stabilisierung während der Rücklage und hinteren Bewegungsumkehr sowie für die Oberkörperaufrichtung beim Vorrollen zuständig. Unterstützung erhält dieser Muskel durch den M. rectus femoris.

Die EMG- Aufzeichnung zeigt ebenfalls deutlich den späteren Einsatz der Armmuskulatur im letzten Drittel der Durchzugsphase. Die Armzugbewegung wird durch den M. brachioradialis gestartet. Kurze Zeit später erfolgt die Aktivierung des M. biceps brachii dem sich die Aktivierung des M. deltoideus anschließt.

Während der hinteren Bewegungsumkehr sowie des Freilaufs sind besonders M. rectus abdominis, M. rectus femoris und M. deltoideus aktiv. Der M. rectus femoris nimmt dabei aufgrund seines anatomischen Verlaufs eine Doppelfunktion ein (Abb. 2). Zum einen bei der Kniestreckung während des Durchzugs und zum anderen bei der Hüftbeugung während der Aufrichtung in der Freilaufphase.

Das Technikleitbild kann anhand der EMG- Darstellungen nachgewiesen werden. Dieses Technikleitbild wird auch bei unterschiedlichen Schlagfrequenzen widergespiegelt.

### Interindividueller Vergleich

Interessant ist der Vergleich der Daten dreier Sportler, die 2007 zusammen im Doppelvierer ohne Steuermann (M4x) Vizeweltmeister geworden sind.

Die Ähnlichkeiten im Erregungsmuster der Muskeln sind während der Durchzugsphase deutlich zu erkennen (vgl. Abb. 3).

Eine Besonderheit weist der Erregungsverlauf der VPN 1 auf. Kurz vor dem Wasserfassen ist eine erhöhte Aktivität des M. brachioradialis sichtbar. VPN 1 hat, nach eigenen Angaben, eine individuelle Veränderung der Rudertechnik vorgenommen. Um sich besser auf das Wasserfassen vorbereiten zu können, dreht er die Skulls bereits vor Ende des Freilaufes (Vorrollen) auf. Die beiden anderen Sportler rudern noch nach den konventionellen Vorgaben, d. h. das Aufdrehen der Blätter führt direkt zum Wasserfassen.

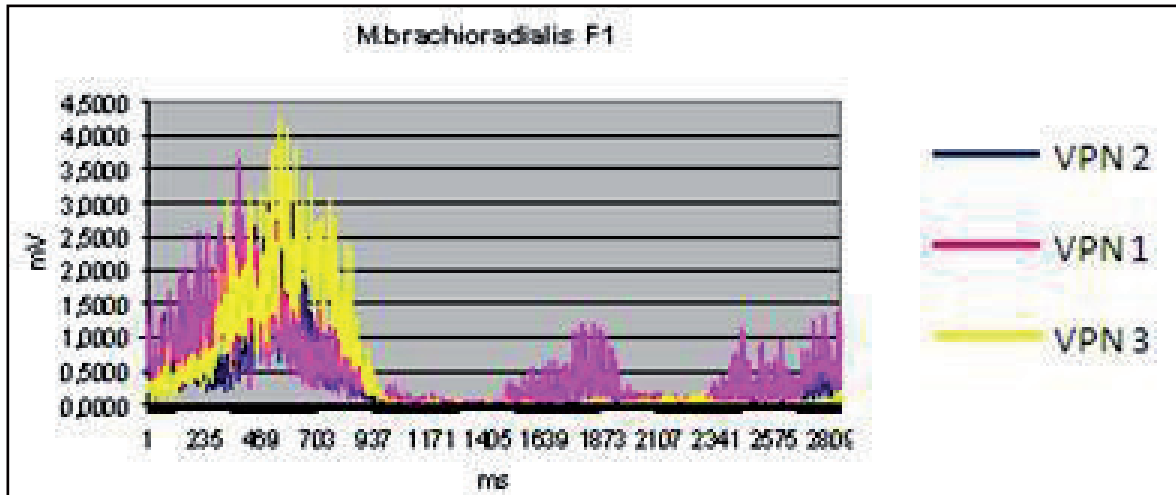


Abb. 3: Mittelwert aus fünf Schlägen dreier Ruderer des M4x.

### Individuelle Ausprägung der Rudertechnik am Beispiel von VPN 1 während der Messzeiträume 2006 bis 2008

Die VPN 1 wurde 2006 im Rahmen einer Voruntersuchung gemessen und nahm auch an den folgenden Untersuchungen 2007 und 2008 teil.

Die in Abb. 4 dargestellten Aktivierungsmuster des M. brachioradialis zeigen Ähnlichkeiten. Besonders die Aufnahmen aus 2006 und 2007 stimmen im Verlauf der Muskelaktivierung deutlich überein. Die unterschiedlichen Amplitudenausschläge (Signalstärke) sind möglicherweise auf die unterschiedliche Verstärkung der EMG-Kanäle zurückzuführen.

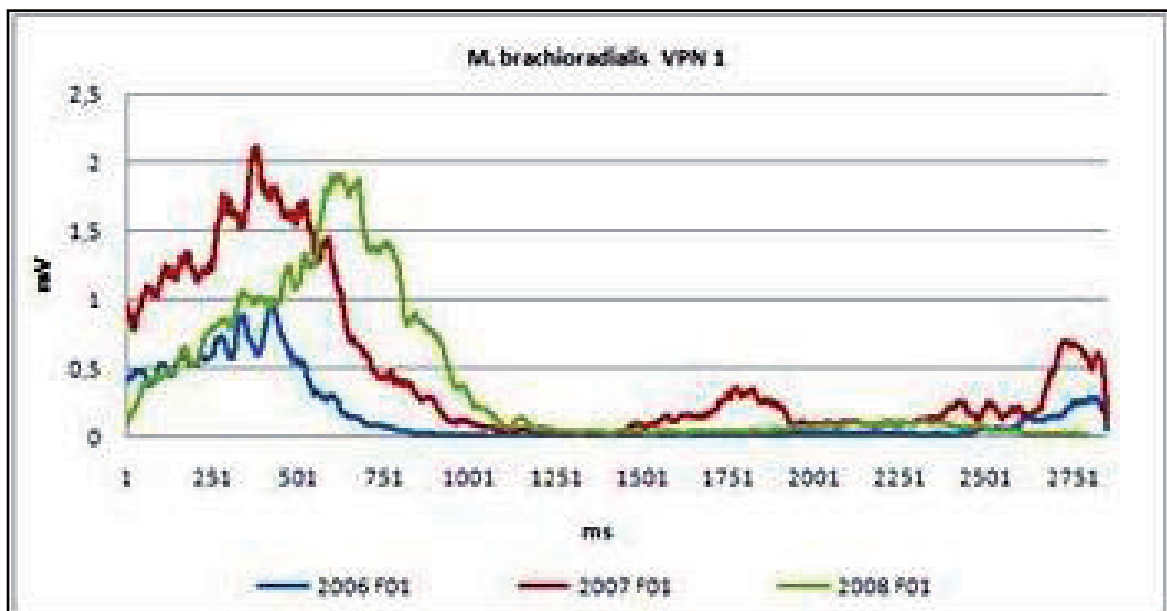


Abb. 4: Mittelwert aus 10 Schlägen; gleichgerichtet, gefiltert und RMS-geglättet. Darstellung des M. brachioradialis der VPN 1 während der Messungen 2006, 2007 und 2008.

## Diskussion

Bei der Datenauswertung und Interpretation muss die Schwäche des Systems beachtet werden, die darin besteht, die Signale nicht durchgehend zeitlich zu triggern. Eine allgemeine Beschreibung der Koordination leistungsrelevanter Muskelaktivitäten ist jedoch möglich.

Zusammenfassend konnten mit dieser Untersuchung erste Daten zum ruderspezifischen Koordinationsprofil gewonnen werden. Diese regen zu weiteren Untersuchungen im Rudersport an. Ein noch offenes Problem stellt die ruderspezifische MVC-Messung dar.

## Literatur

- Kraker, S., Konrad, P., Grabow, V. & Verdonk (1997). *Intermuskuläre Koordination beim Rudern – Möglichkeiten und Grenzen von elektromyographischer Diagnostik*. 3. Konstanzer Ruder – Symposium 1997, Konstanz, Deutschland. Zugriff am 21.08.2006 unter [http://www.uni-konstanz.de/ZE/Rektorat/HS\\_sport/abstra.html](http://www.uni-konstanz.de/ZE/Rektorat/HS_sport/abstra.html).
- Wick, D., Krüger, T., Kittel, R. & Vogel, R. (2008). *Multidimensionale und komplexe Analyse kinematischer, dynamischer und elektromyographischer Daten im Jahresverlauf im Leistungsrudern (Skull, männlich)*. Zwischenbericht.
- Wick, D., Krüger, T. & Vogel, R. (2007). Aktivitätsmuster leistungsrelevanter Muskelgruppen bei Eliteruderern im Skullbereich (männlich). In J. Backhaus, F. Borhenhagen & J. Funke-Wieneke (Hrsg.), *SportStadtKultur* (Schriftenreihe der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 168, S. 195-196). Hamburg: Czwalina.

