

---

# Bewegungsanalysen der Track- und Grabstarttechnik im Kraulschwimmen

D. Wick, A. Hohmann, T. Krüger, M. el Barawi

Universität Potsdam  
Institut für Sportwissenschaft

## 1 Problemstellung

Im Schwimmsport werden gegenwärtig für den Start im Kraulschwimmen verschiedene Varianten genutzt: der Grab-, der Track- und der „konventionelle“ Schwungstart. Der letztgenannte wird vorwiegend in den Staffeln als Wechselstart eingesetzt. Bei der Diskussion über die Effektivität für die Sprintwettbewerbe (50-m- und 100-m-Freistil) stehen die beiden erstgenannten im Mittelpunkt (u.a. KÜCHLER 1998; BONNAR 2001; INVERNIZZI et al. 2002; MARILYNK et al. 2002). Wettkampfanalysen (COSSOR & MASON 2001; KÜCHLER & LEOPOLD 2000) bestätigen die Tendenz, dass die azyklischen Krafteinsätze beim Start und der Wende zu wettkampfscheidenden Faktoren werden. Beobachtungen bei nationalen und internationalen Schwimmwettkämpfen haben ergeben, dass sich die Starttechnik in den vergangenen Jahren zunächst vom ehemals dominierenden Grabstart in Richtung des Trackstarts verändert hatte. Bei den Europameisterschaften 2002 in Berlin setzte jedoch eine Trendumkehr ein. Analog zu dem wechselhaften Wettkampfverhalten ergeben auch die vorliegenden Untersuchungen zum Einfluss der beiden unterschiedlichen Starttechniken Track- und Grabstart auf die Wettkampfleistung noch kein eindeutiges Bild.

Einige Studien belegen, dass der Grabstart höhere sportliche Leistungen ermöglicht als der Trackstart (u.a. COUNSILMAN et al. 1988; INVERNIZZI et al. 2002), andere Untersuchungen weisen keine Differenzen zwischen beiden Starttechniken aus (u.a. KIRNER et al. 1989; SHIN & GROPPPEL 1986), eine dritte Gruppe von Studien belegen eine Überlegenheit der Trackstarttechnik (u.a. JUERGENS 1994; STONE 1988; HOLTHE & McLEAN 2001).

## 2 Untersuchungsmethode

### 2.1 Personenstichprobe

An der Untersuchung nahmen sieben Schwimmerinnen des C-, B- und A-Kaders des Deutschen Schwimmverbandes (DSV) teil. Die Spitzenathletinnen wiesen folgende Merkmale

auf: Körpergewicht  $66,86 \pm 8,92$  kg, Körperhöhe  $176 \pm 7,0$ cm und Bestleistungen über 100-m-Freistil von 54,94 bis 58,75 s (50-m-Bahn). Zwei der Athletinnen bevorzugten im Wettkampf den Trackstart, wobei eine Athletin erst im Jahr vor den Untersuchungen auf diese Starttechnik umgelernt hat.

## **2.2 Merkmalsstichprobe**

In der Studie wurde eine komplexe kinematographische, dynamographische und elektromyographische Bewegungsanalyse durchgeführt. Dabei wurden alle drei Gerätesysteme getriggert, um eine Synchronisation der Messdaten zu garantieren.

## **2.3 Datenerhebung**

Nach einer allgemeinen Erwärmung und Kleben der EMG-Elektroden und der Marker für die Videoanalyse realisierten alle Schwimmerinnen je zwei Grab- und Trackstarts mit je fünf Minuten Pause.

## **2.4 Datenverarbeitung**

Die dynamischen Daten wurden mit einem Low Pass-Filter mit 50 Hz bearbeitet und in Excel-Dateien eingelesen.

Die elektromyographischen Daten wurden gleichgerichtet und geglättet und mit einem Tschebyscheff-Filter sechster Ordnung 0.5 bei 20 Hz gefiltert.

Die Prüfung der Mittelwertdifferenzen der kinematischen und dynamischen Daten erfolgte mit dem Wilcoxon-Test bei abhängigen Stichproben mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS.

# **3 Ergebnisse**

## **3.1 Kinematik**

Wie Abbildung 3 zeigt sind die Beschleunigungswege des Hüftpunktes beim Trackstart länger als beim Grabstart. Dieser Vorteil wird jedoch bei den Flugweiten nicht wirksam. Hier sind die Werte des Grabstarts größer und widerspiegeln sich in der Finalleistung des Startabschnittes, der Zeit für die 7,5 m. Die Werte des Grabstarts (vgl. Tab. 1) sind signifikant kleiner ( $t(12)=-2,707$ ,  $p < .05$ ).

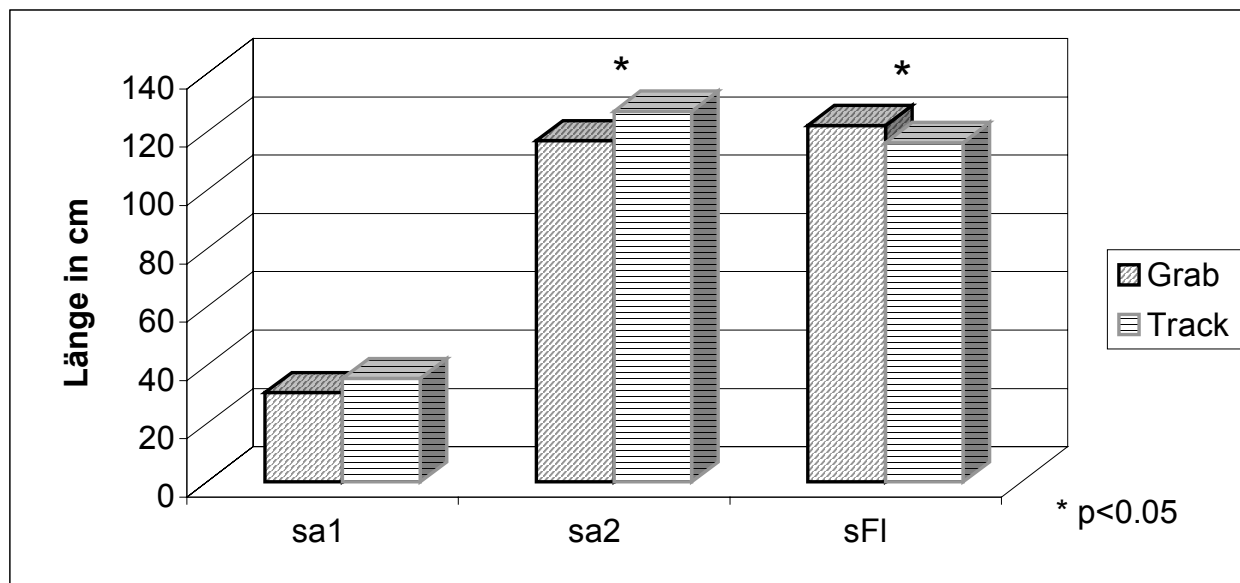


Abb. 3: Länge der horizontalen Beschleunigungswege (sa) und der Flugweiten (sFl) des Hüftpunktes

Die Analyse der Geschwindigkeiten des Hüftpunktes (Durchschnittsgeschwindigkeiten für Teilabschnitte und Momentangeschwindigkeiten zu definierten Zeitpunkten) widerspiegelt Vorteile der Grabtechnik (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren ( $v$  mittel) und momentanen ( $v_0$ ) Geschwindigkeiten zwischen Grab- und Trackstart (n=14)

Parameter	Grabstart	Trackstart	p-Wert
$v$ mittel 1 (m/s)	$0,64 \pm 0,17$	$0,63 \pm 0,19$	0.70 n.s.
$v$ mittel 2 (m/s)	$2,37 \pm 0,50$	$2,82 \pm 0,19$	0.05 s
$v$ mittel 3 (m/s)	$3,95 \pm 0,36$	$3,70 \pm 0,20$	0.04 s
$v_0$ 1 (m/s)	$1,27 \pm 0,28$	$2,16 \pm 0,70$	0.00 ss
$v_0$ 2 (m/s)	$4,31 \pm 0,71$	$3,94 \pm 0,73$	0.20 n.s.
Absprungwinkel	$30,8 \pm 5,09$	$32,9 \pm 6,44$	0.08 n.s.

Im ersten Abschnitt von Signal bis „hands off“ sind die mittleren Geschwindigkeiten bei der Techniken gleich. Zum Zeitpunkt „hands off“ und für den Abschnitt „hands off“ bis „take off“ sind die Beträge der Geschwindigkeiten für den Trackstart signifikant größer. Hierbei kommt der längere Beschleunigungsweg verbunden mit der effektiveren Zugwirkung der Arme beim Trackstart zur Wirkung. Zum Zeitpunkt „take off“ verändert sich das Verhältnis zu Gunsten des Grabstartes (vgl. Tab. 1). Damit ist der leistungsbestimmende Faktor  $v_0$  für die Flugweite beim Grabstart größer und führt zu einer höheren mittleren Fluggeschwindigkeit, verbunden mit einer längeren Flugweite.

### 3.2. Dynamik

Die Analyse der wesentlichen Komponenten der Absprungkraft ( $F_x$ -horizontal,  $F_r$ -resultierende Kraft, die auf den Körper wirkt) weisen für den Streckabschnitt (hands off bis take off) signifikant höhere Werte für den Grabstart nach (vgl. Abb. 4).

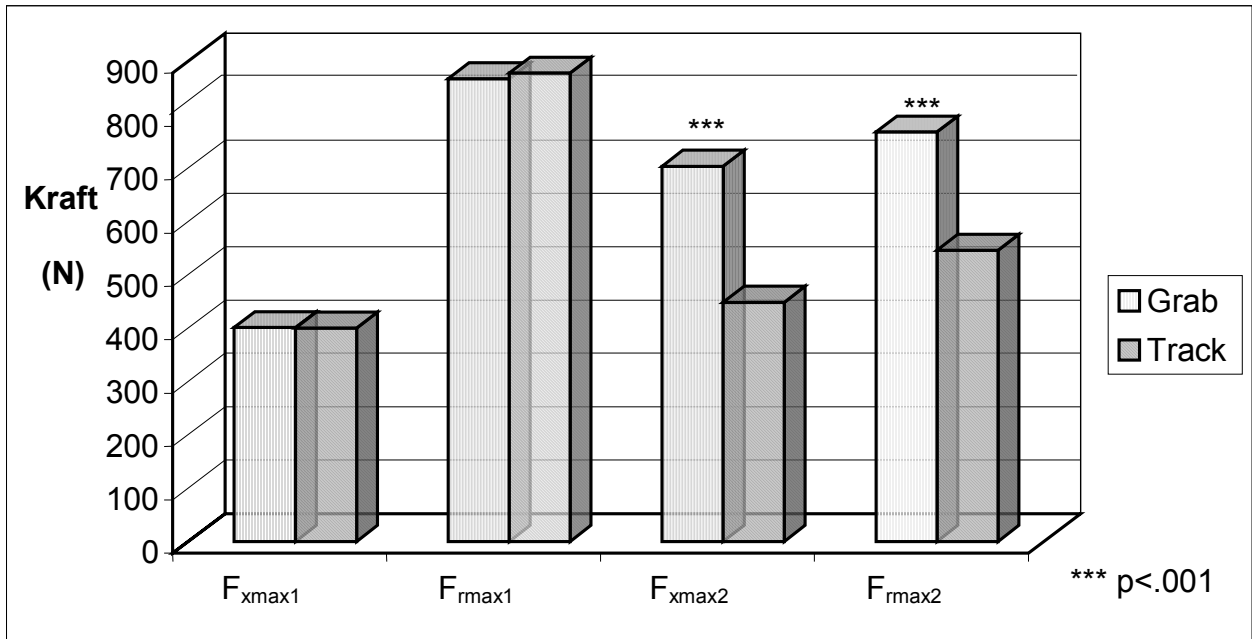


Abb. 4: Vergleich der Kraftmaxima (1 Signal bis hands off, 2 hands off bis take off)

Verbunden mit dem späteren Zeitpunkt für das Erreichen des Kraftmaximums (siehe Abb. 5) sind die mechanischen Ursachen für die besseren Startleistungen mit der Grabtechnik definiert.

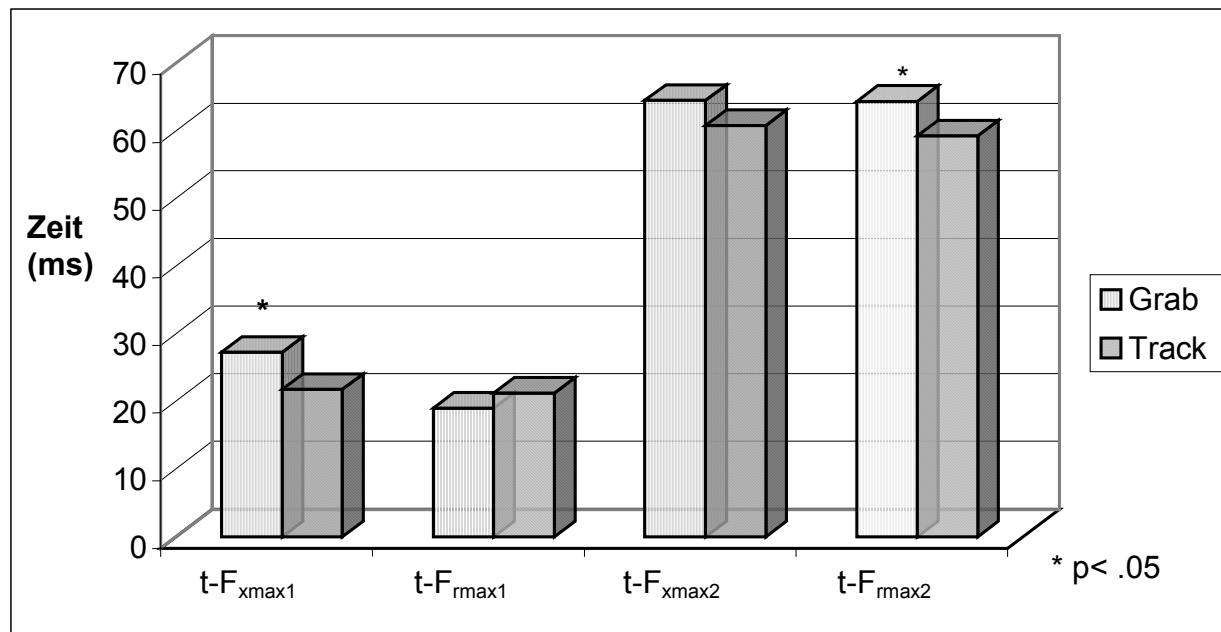


Abb.5: Vergleich der Zeitpunkte des Erreichens des Kraftmaximums(1 Signal bis hands off, 2 hands off bis take off)

### 3.3 Elektromygrafie

Abbildung 6 zeigt den Kraft-Zeit-Verlauf der resultierende Kraft sowie die Aktivitätsmuster der wesentlichen Muskeln. Deutlich sind zeitliche Differenzen der Aktivierung der Streckmuskeln der Beine zwischen Track- und Grabstart zu erkennen

Eine Synchronisation der Muskelaktivität kurz vor dem „hands off“ ist beim Grabstart sichtbar, die bis zum „take off“ andauert (siehe Abb. 6 unten). Dieses Aktivierungsmuster bildet die Grundlage für die hohen Kraftwerte in der Streckphase beim Grabstart. Beim Trackstart kontrahieren der *m. gastrocnemius* und der *m. biceps* vom Signal bis „hands off“. Der *m. triceps*, *m. semitendinosus* und *m. gluteus* sind nur kurz um das „hands off“ aktiv. Damit sind die höheren Geschwindigkeiten in der ersten Phase des Trackstartes zu begründen.

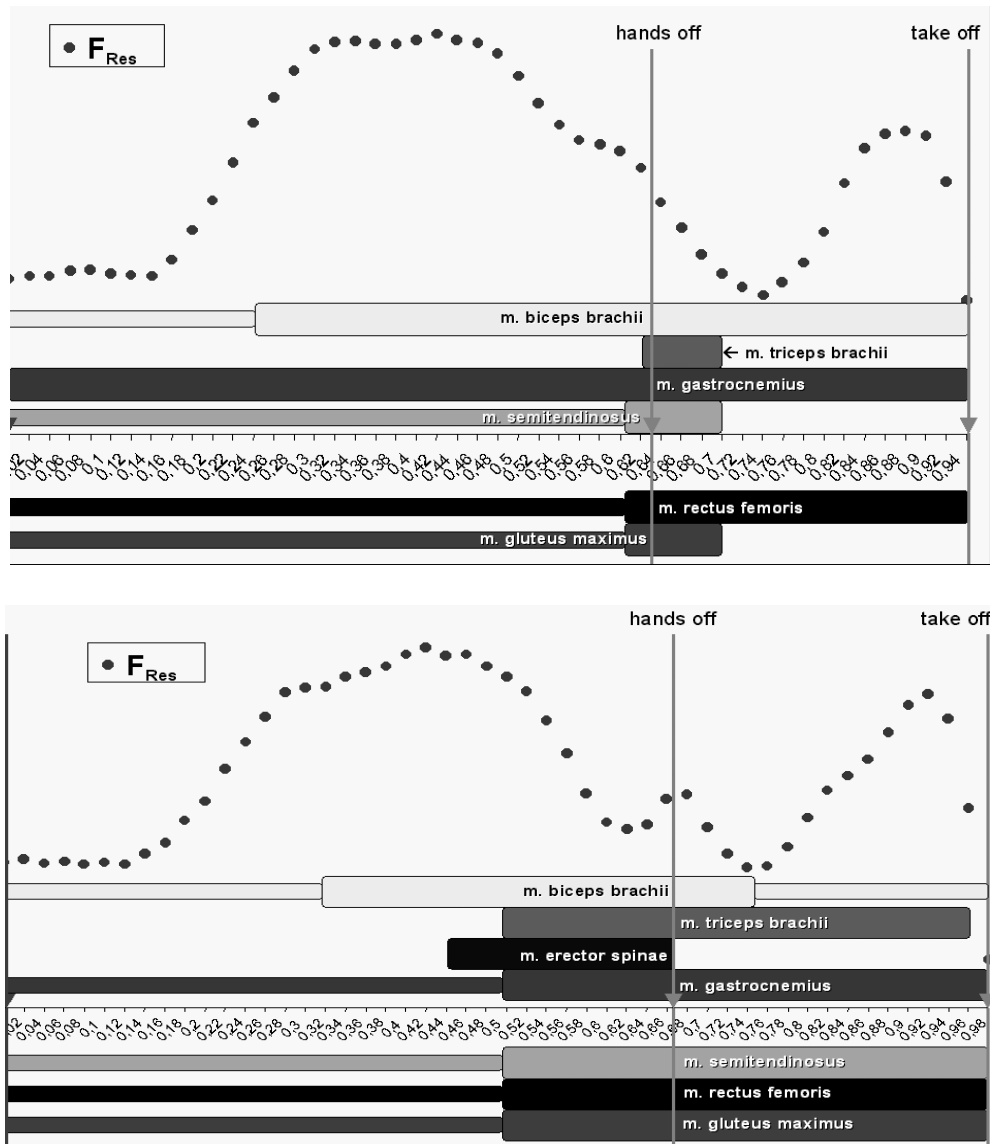


Abb.6: Kraft-Zeit-Kurve und Aktivierungsmuster der Muskeln beim Trackstart (oben) und beim Grabstart (unten)

#### 4 Diskussion

Die Ergebnisse der Studie weisen bei wesentlichen Parametern eine Überlegenheit der Grabstarttechnik aus. Diese Relation konnte auch erwartet werden, da fünf der sieben Athletinnen den Grabstart als Starttechnik bevorzugten. Die diskutierten besseren Ergebnisse der Grabstarttechnik konnten jedoch auch bei den „Trackstarterinnen“ nachgewiesen werden. Die scheinbaren mechanischen Vorteile der Tracktechnik, u.a. deutlich längerer horizontaler Beschleunigungsweg und Einsatz zusätzlicher Muskeln (Armzug) setzten sich nicht gegenüber der effizienteren beidbeinigen Absprungstreckung im zweiten Teil der Grabstarttechnik durch. Eine entscheidende Ursache könnte in der unzureichenden Aneig-

nung der zeitlich-dynamischen Koordination der Muskeleinsätze beim Trackstart liegen. Die Aktivierung von mehreren Muskelgruppen in kurzen Beschleunigungsphasen ist häufig ein Koordinationsproblem und setzt einen längeren sowie intensiveren Lernprozess voraus. Die endgültige Klärung dieser Aussage kann nur über ein Trainingsexperiment erreicht werden.

## 5 Literatur

- BONNAR, S.: An analysis of selected temporal, anthropometric, and kinematic factors affecting the velocity of the grab and track starts in swimming. Edinburgh 2001.
- COSSOR, J.; MASON, B.: Swim start performances at the Sydney 2000 Olympic Games. In: BLACKWELL, J.R.; SANDERS, R.H. (Eds.): Proceedings of XIX Symposium on Biomechanics in Sport. San Francisco 2001, 70-74.
- HOLTHE, M.J.; MCLEAN, S.P.: Kinematic comparison of grab and track starts in swimming. In: BLACKWELL, J.R.; SANDERS, R.H. (Eds.): Proceedings of Swim Sessions. XIX International Symposium on Biomechanics in Sports. San Francisco 2001, 31-34
- INVERNIZZI, F. et.al.: Comparison and analysis of the learning in grab and track start with adult beginners, IXth World Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming. Saint-Etienne 2002.
- KIRNER, K.E.; BOCK, M.A.; WELCH, J.H.: A comparison of four different start combinations. Journal of Swimming Research 5 (1989) 2, 5-11.
- KÜCHLER, J.; LEOPOLD, H.: Ergebnisse aus einer Wettkampfbeobachtung bei den 25. Schwimm Europameisterschaften vom 03. bis 09.07.2000 in Helsinki. In: FREITAG, W. (Hrsg./Red.): Schwimmen. Lernen und Optimieren (Band 18). Rüsselsheim 2000, 145-159.
- KÜCHLER, J.: Zur Optimierung des Bewegungsablaufes bei Start und Wende im Sportswimmen. In: FREITAG, W. (Hrsg./Red.): Schwimmen. Lernen und Optimieren (Band 18). Rüsselsheim 1998.
- MILLET, G. P. et. al.: Effects of draft swimming on cycling performance and metabolic responses, IXth World Symposium Biomechanics and mMedicine in Swimming Saint-Etienne 2002.
- MARILYNK, K.; ALLEN, D.; PEIN, R.: A Kinetic and kinematic comparison of grab and track starts in swimming. IXth World Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming. Saint-Etienne 2002, 118.
- SHIN, I.; GROPPPEL, J.L.: A comparison of the grab start and track start as utilized by competitive swimmers. In: LANDERS, D.M. (Ed.): Sport and elite performers. Champaign (Ill.) 1986, 171-175.
- WELCHER, R.L.; HINRICHS, R.N.; GEORGE, T.R.: An analysis of velocity and time characteristics of three starts in competitive swimming. Paper presented at the XVII Congress of the International Society of Biomechanics. Calgary 1999.

