

**Einsatz eines Videofeedbacktrainings
als trainingsbegleitende Maßnahme zur Optimierung
der individuellen Wurftechnik
bei gelähmten A- und B-Kaderathleten
auf der Grundlage einer quantitativen Bewegungsanalyse¹**

Jürgen Innenmoser (Projektleiter), Simone Zimmermann

Universität Leipzig

Institut für Rehabilitationssport, Sporttherapie und Behindertensport

1 Vorbemerkung

Die stetigen Leistungssteigerungen im paralympischen und im Leistungssport der behinderten Athleten erfordern vertiefende wissenschaftliche Kontrollen und Neukonzipierungen der Trainingsmaßnahmen. Die ersten Europäischen Leichtathletik-Meisterschaften (LA-EM) 2003 in Assen haben gezeigt, dass die Leistungsspitze in den Wurfdisziplinen der rollstuhlgebundenen Athleten immer dichter wird. Hinzu kommt, dass immer mehr Wettkämpfe im Punktesystem gewertet werden. Mehr und mehr kommt es auf die erzielten Zentimeter an (vgl. Tab. 1 und 2).

Tab.1: Ergebnisliste im Diskuswurf der Startklasse F52m der E.P.C. bei der LA-EM 2003 in Assen

1.	Apinis, Aigars	16,04	Latvia
2.	Glagla, Rico	16,03	Germany
3.	Giapoutizis, Antonios	13,21	Greece
4.	Culliton, Garrett	9,00	Ireland
5.	Fostiras, Zacharias	7,60	Greece
6.	Zupanic, Branko	9,93	Slovenia

Tab.2: Ergebnisliste im Speerwurf der Startklasse F55-F58w der E.P.C. bei der LA-EM 2003 in Assen auf der Grundlage der Punktetabelle

1.	Willing, Martina	F56w	23,38	1059 Pkt.	Germany
2.	Buggenhagen, Marianne	F55w	26,02	1017 Pkt	Germany
3.	Koleva, Ivanka	F58w	23,65	762 Pkt	Bulgaria
4.	Acunto, Carmen	F55w	16,16	631 Pkt	Italy
5.	Kraycheva, Galina	F56w	12,40	580 Pkt	Bulgaria

¹ 0407/04/40/2003-2004

Bisher wurde eine kontrollierte Erforschung der Bedingungen und der Trainingsmaßnahmen beim leichtathletischen Wurf und Stoß der Behinderten kaum einmal durchgeführt. Bis heute gibt es kein komplexes Leistungs- und Bewegungsanalyzesystem für Werfer, mit dem man die benötigten präzisen kinetischen Daten für den Wurf der Rollstuhl-Leichtathleten ermitteln und vermitteln kann.

Ältere Forschungsprojekte zum Videofeedback im Spitzensport befassten sich u. a. mit Bedingungen des Einsatzes im Training, also zum Beispiel der Häufigkeit und der Aufmerksamkeitslenkung (Zusammenfassung in Daug, 1986). Andere Erkenntnisse wurden bzgl. des zeitlichen Einsatzes des Videofeedbacks gewonnen. Ob Videoaufzeichnungen als Sofortinformation oder als Spätinformation gegeben werden sollen, entscheidet sich nach Daug et al. (1991) auch nach den Zielen und Möglichkeiten. Die Autoren gehen von einer maximalen Zeitspanne von 60 sec zwischen dem Ende der Bewegungsausführung und der Rückinformation aus, weil dann die kinästhetischen Empfindungen der Athleten in den Analyseprozess einbezogen werden können. Ohne dieses Ziel kann Videofeedback als Spätinformation zur Auffrischung bereits vorhandener Bewegungsvorstellungen und zur Schulung der Fähigkeit der Bewegungsbeobachtung verwendet werden. Bei detaillierten Bewegungsanalysen ist diese Form notwendig (Zedlick, 1981). Unsere eigene Studie zum Videofeedbacktraining im Schwimmen lässt sich nur bedingt auf die Trainingssituation der Werfer übertragen (Innenmoser & Heine, 2001).

Zur Konzeption: Für diesen Forschungsansatz ergaben sich folgende Schwerpunkte: Da bisher keine Kenntnisse über die speziellen Wurftechniken von Para- und Tetraplegikern und kinematografische Beschreibungen vorliegen, mussten zunächst die relevanten individuellen Eckdaten der Würfe aus dem Wurfstuhl als Identifikationsmerkmal der technischen Bewegungsausführung des Athleten ermittelt werden. Dann sollten Videoaufzeichnungen in den Techniktrainingseinheiten zur Sofortkontrolle und als Spätinformation eingesetzt werden. Das Forschungsprojekt soll im exemplarischen Beispiel den Nachweis erbringen, dass ein gezieltes Videofeedbacktraining die individuellen Bewegungsabläufe deutlich optimiert. Die Studie ist als Prä-Post-Untersuchung angelegt.

Wegen der speziellen Ausgangsbedingungen der Förderung stellt dieser Bericht lediglich die Konzeption, die verwendeten Methoden und erste Ergebnisse der Eingangsuntersuchung vor.

2 Methode und Probanden

Die Stichprobe ergab sich in Abhängigkeit der verfügbaren Kaderathleten und der Teilnehmerzahlen bei den Wettkämpfen². Es wurden Athleten der Klasse F 52m und F 54m bzw. F 55m untersucht, die im Sächsischen und im Sachsen-Anhaltinischen Behinderten-Sportverband organisiert sind.

Im Wettkampfsjahr 2003/2004 wurde das Videofeedbacktraining regelmäßig im Trainingsprozess bei einem tetraplegischen und zwei paraplegischen Werfern eingesetzt. Dabei mussten wir davon ausgehen, dass die Athleten über eine unterschiedlich lange Trainings- und Wettkampferfahrung verfügen. Obwohl sie alle schon mit Videoaufnahmen v.a. von ihren Wettkämpfen konfrontiert wurden, hatte keiner von ihnen bisher die Gelegenheit gehabt, ein Videofeedbacktraining im Techniktraining zu nutzen.

Um später das Feedbacktraining einsetzen zu können, wurden die Athleten zu Beginn des Trainingsjahres geschult und dafür sensibilisiert, ihre Würfe selbst detailliert beschreiben zu können. Ihre Kommentare zu den Wurfversuchen und die Trainingsweiten wurden dokumentiert. Später wurde jeder Athlet damit konfrontiert.

3 Eingangstest

Im Eingangstest (2003) wurden die Bewegungsabläufe der Athleten aufgezeichnet und dokumentiert. Quantitativ wurden die Daten mit dem System von SIMI-Motion ausgewertet; zusätzliche Informationen wurden aus den elektromyografischen Aufzeichnungen mit herangezogen. Nachfolgend aufgeführte biomechanische und kinematische Kennwerte standen im Vordergrund:

- Anstellwinkel und Abfluggeschwindigkeit (Speer, Kugel, Diskus), Verankerungswinkel (Speer)
- Veränderung der Größe des Ellenbogenwinkel (links/rechts) von der Wurfauslage bis zum Abwurf
- Weg-Zeit-Verlauf der Schultermarker (links/rechts), projiziert auf die y-Ebene (Seitansicht von rechts), um die qualitativen Aussagen zur Schulterbewegung und zum „Aufdrehen“ in der Wurfauslage quantitativ untermauern zu können
- Weg-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe der Marker an Hand, Ellenbogen und Schulter
- Weg-Zeit-Verlauf der Glasfaserstange (oberes Ende) in Zuordnung zum Ellenbogenwinkel

² Speerwurf F52m: Mehr als 20 Teilnehmer bei der Leichtathletik-WM 2002 in Lille und acht Teilnehmer bei der Leichtathletik -EM in Assen 2003.

Unter Hinzuziehung der Wettkampfergebnisse der Saison 2002 und 2003 wurden die sporttechnischen Probleme mit den Heimtrainern diskutiert und die Athleten begannen, den Umgang mit den Simultaninformationen auf der Grundlage der Videoaufzeichnungen zu trainieren.

Tab. 3: Gegenüberstellung von Anstellwinkel, Beschleunigungsweg und Beschleunigungszeit in Zuordnung zu den erzielten Weiten der ersten drei Versuche dreier tetraplegischer Athleten bei den offenen deutschen Meisterschaften 2002 (WR: 16,54 m)

	pb16			pb7			pb15		
Anstellwinkel	40,83	41,34	45,59	25,49	26,14	27,27	46,91	48,61	40,73
Beschl.weg	1118	1149	1123	1544	1576	1487	1541	1580	1799
Beschl.zeit	390	430	560	350	340	390	210	220	230
Weite	14,93	0	14,95	13,52	14,93	14,44	0	11,51	0

Nach dem Vortest zu Beginn der Saison 2003/04 und der Auswertung der gezeigten Wettkampfleistungen in der Saison 2003 wurden für jeden Athleten die besonders zu beachtenden individuellen Eckpunkte festgelegt, die Athlet und Trainer in den videogestützten qualitativen Technikanalysen erkennen sollen.

In der Technikanalyse wurden nach den Vortests und Wettkampfaufnahmen für die einzelnen Wurfdisziplinen nachfolgende Merkmale für das Videofeedbacktraining festgelegt:

*Abflugwinkel (zu flach/zu hoch...), *Zeitpunkt des Abflugs des Geräts und Abfluggeschwindigkeit, *Ellenbogenwinkel (links und rechts), Wurfauslage.

Neben diesen Kennwerten wurden die Ergebnisse der elektrischen Aktivität der am Wurf beteiligten Muskelgruppen in die Bewertung der Auswirkungen eines Videofeedbacktrainings mit einbezogen. Voraussetzung war, dass eine Konzentration auf die Muskulatur des Wurfarmes nicht erfolgreich sein konnte. Aber es fehlen bis heute wissenschaftlich belegte Angaben zur Wirkung und Beeinflussung des Wurfvorgangs der seit diesem Jahr erlaubten Glasfaserstäbe, die offiziell zur Stabilisierung der Körperhaltung eingesetzt werden. Sie sind flexibler als die bisher verwendeten starren Stangen. Die Werfer bis zur Startklasse F55 müssen sich darauf neu einstellen, wenn sie in der Weltspitze bleiben wollen.

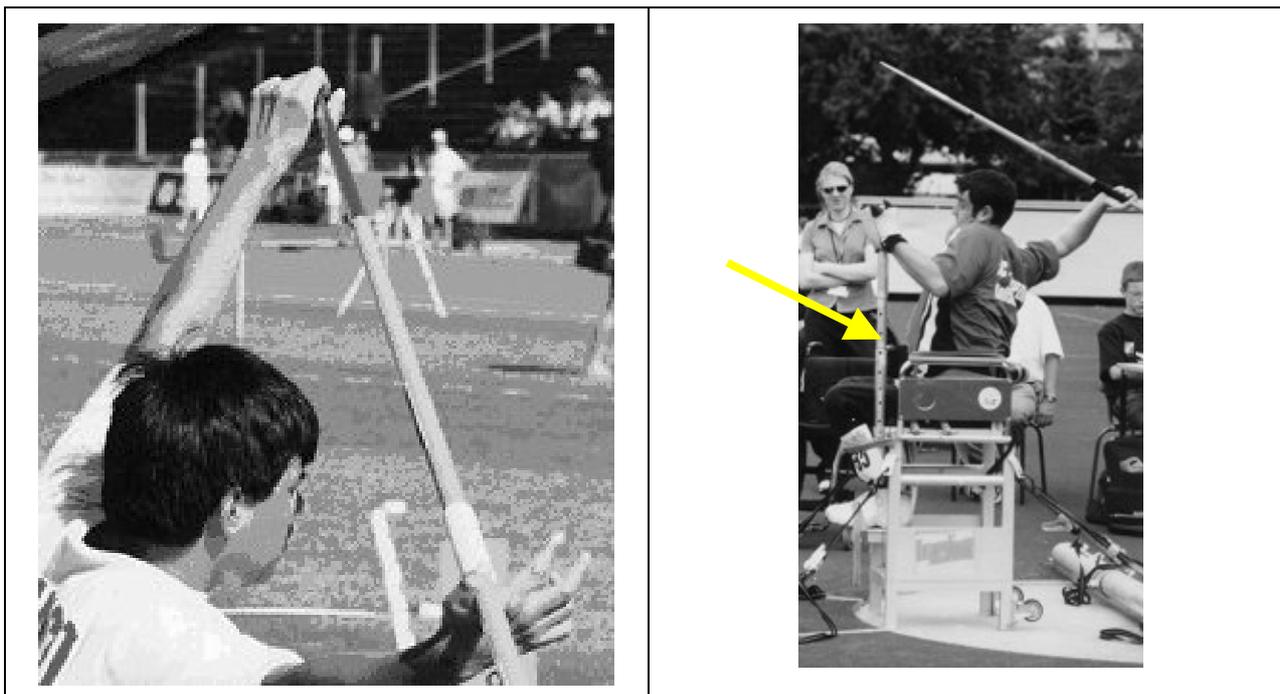


Abb. 1: Griffhaltung in der Vorbereitung zum Speerwurf

Abb. 2: Stange zur Stabilisierung der Oberkörperhaltung

Weil die Unfähigkeit des Athleten, die Faust aktiv zu ballen und zu lösen einen großen Einfluss auf die Griffhaltung am Wurfgerät hat und dies eines der Kriterien für die Zuordnung zur Startklasse F 52 ist, wäre es sehr wünschenswert gewesen, die Hand und damit die Besonderheiten der lähmungsbedingten Handhaltung am Wurfgerät mit Hilfe des EMGs zu analysieren. Leider konnte dies aus untersuchungstechnischen Gründen nicht realisiert werden. Die Aktivitäten der Bauchmuskulatur konnten ebenfalls nicht erfasst werden, obwohl es ziemlich sicher sein dürfte, dass Restfunktionen vor allem der schrägen Bauchmuskulatur bei rotatorischen Bewegungen wesentliche Einflüsse auf die Wurfausführung und –weite haben.

Nach Vortests im Sommer wurden in Absprache mit den Trainern die in Tabelle 4 dargestellten Muskelgruppen ausgewählt. Dabei hatten wir zu beachten, dass beim Diskuswurf durch die Rotation andere Anforderungen an die Muskulatur der Athleten gestellt werden. Deshalb wurde beim Test im Januar 2004 die Unterarmmuskulatur (Drehung des Unterarmes, *M. flexor carpi radialis*) des Wurfarms mit hinzugezogen.

Tab.4: Gegenüberstellung der ausgewählten Muskelgruppen in Zuordnung zu den einzelnen Wurfdisziplinen und zu ihren Rückenmarkssegmenten

	Diskus	Kugel	Speer	RM-Segment
rechte Seite				
<i>M. triceps brachii</i> (caput laterale)	X	X	X	C7
<i>M. biceps brachii</i>	X	X	X	C5, C6
<i>M. trapezius cranialis</i>	X	X	X	C3, C4
<i>M. rhomboideus major</i>	X	X	X	C5
<i>M. deltoideus</i> (pars acromialis)	X	X	X	C4-C6
<i>M. pectoralis major</i>	X	X	X	C7, C8
<i>M. flexor carpi radialis</i>	X			C6,C7
linke Seite				
<i>M. triceps brachii</i> (caput laterale)	X	X	X	C7
<i>M. biceps brachii</i>	X	X	X	C5, C6
<i>M. trapezius cranialis</i>	X	X	X	C3, C4
<i>M. rhomboideus major</i>	X	X	X	C5
<i>M. pectoralis major</i>	X	X	X	C7, C8

4 Vorläufige Ergebnisse EMG

Obwohl zu Beginn des Projekts nicht klar war, ob die Aktivitäten des *M. deltoideus* (pars clavicularis) des Wurfarmes die Qualität und Ausführung des Speerwurfs beeinflussen, wurde nach der Auswertung der Eingangsdagnostik entschieden, diese Aktivitäten auch in den nachfolgenden Untersuchungen zu berücksichtigen.

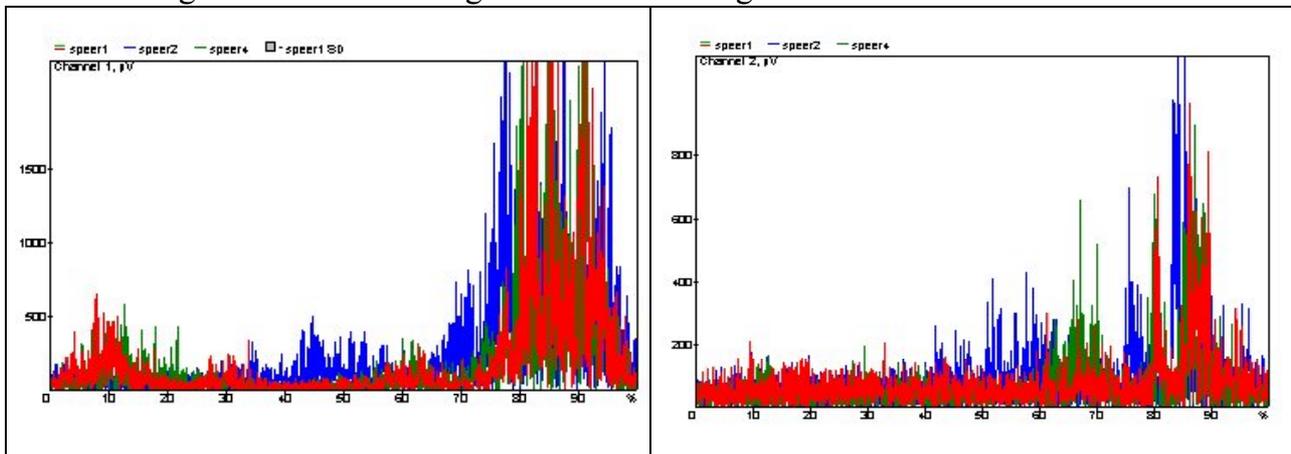


Abb. 3 a/b: Gleichgerichtete und zeitnormalisierte Elektromyogramme ausgewählter Muskelgruppen (*M. biceps brachii*/*M. triceps brachii*) der linken Seite beim Speerwurf eines tetraplegischen Athleten. Es wurden drei Versuche übereinandergelegt, die schwarze Linie kennzeichnet die Wurfauslage

In Abbildung 3 a/b sind die Elektromyogramme des *M. biceps brachii li.* (Kanal 1) und *M. triceps brachii / lateraler Kopf* (Kanal 2) des tetraplegischen Pb.16 (Startklasse F52m) beim Speerwurf (drei Versuche übereinandergelegt) gegenübergestellt.

5 Diskussion

Nicht nur die bisherige Unwissenheit der Forscher hinsichtlich der wurfwirksamen Bewegungen und der Muskelaktivitäten führten zu vielen Vorversuchen, bei denen die Bereitschaft von Athlet und Trainer, an der Untersuchung mitzuwirken und auf eine tatsächlich am Ende des Programms entstehende Verbesserung der Wettkampfleistungen zu vertrauen, auf eine große Probe gestellt wurden. Dennoch kamen nur Untersuchungen mit Kaderathleten in Frage. Von Vorteil ist, dass die Trainer akademisch geschult sind und so gut mitwirken können.

Das von uns nun entwickelte Erfassungs- und Auswerteprotokoll für jeden Athleten erlaubt es nach jeder Untersuchung (Prä-, Posttest und drei zusätzliche Untersuchungszeitpunkte 2004) die Leistungsentwicklung und den Verlauf über die Saison zu dokumentieren.

Die von uns bewusst gewählte Vielfalt der Untersuchungsmethoden liefert eine Fülle von Messdaten, die einen erheblichen Zeitaufwand in der Auswertung und Darstellung erfordern. Um eindeutige biomechanische und kinematografische Kennwerte zu finden, wird noch viel Zeit benötigt.

Auf eine detaillierte Diskussion der bis jetzt vorliegenden Ergebnisse muss hier noch verzichtet und auf den Folgebericht verwiesen werden.

6 Literatur

Daug, R. (Red.) (1986). *Medien im Sport*. 2. Berliner Workshop 9.-11.11.1984, Führungs- und Verwaltungs-Akademie Berlin des Deutschen Sportbundes e.V.. Frankfurt am Main.

Daug, R., Blischke, K., Marschall, F. & Müller, H. (1991). Videotechnologien für den Spitzensport. Teil 2: Praktische Erfahrungen und konzeptionelle Überlegungen zur Videoausstattung und Videoarbeit an Spitzensportzentren. *Leistungssport*, 21 (1), 50-55.

Innenmoser, J. & Heine, T. (2001). Video-feedback control in training elite physically disabled swimmers: changes in individual swimming techniques and their optimization processes. In G. Doll-Teppe, M. Kröner, W. Sonnenschein (Eds.), *New Horizons in Sport for Athletes with a Disability*, Vol.1 (S. 111-119). Aachen.

Zedlick, M. (1981). Zur Unterstützung des motorischen Lernens durch Videotechnik. *Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK Leipzig*, 22 (3), 69-77.

